



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA  
UM SEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA**

**ANTONIO SÉRGIO CUNHA FREIRE**

**ANÁLISE METEOROLÓGICA NO ESTABELECIMENTO DE  
PLÂNTULAS DO AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.),  
NA APA ILHA DO COMBU, BELÉM, PARÁ, BRASIL**

**BELÉM-PA**

**2011**

**ANTONIO SÉRGIO CUNHA FREIRE**

**ANÁLISE METEOROLÓGICA NO ESTABELECIMENTO DE  
PLÂNTULAS DO AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.), NA  
APA ILHA DO COMBU, BELÉM, PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em convênio com EMBRAPA-Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Física do clima.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Isabel Vitorino.

Coorientador: Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim

**BELÉM-PA**

**2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

F866a Freire, Antonio Sérgio Cunha

Análise meteorológica no estabelecimento de plântulas do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), na APA ilha do Combu, Belém, Pará, Brasil / Antonio Sérgio Cunha Freire; Orientadora: Maria Isabel Vitorino; Coorientador: Mário Augusto Gonçalves Jardim - 2011.

90 fl.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi e EMBRAPA, Belém, 2011.

1. Açaí. 2. Plântulas. 3. Meteorologia. 4. Precipitação. 5. Várzea. 6. Radiação solar. 7. Amazônia. I. Vitorino, Maria Isabel, *orient.* II. Jardim, Mário Augusto Gonçalves, coorient. III. Universidade Federal do Pará IV. Título.

CDD 20º ed.: 664.804609811

---

ANTONIO SÉRGIO CUNHA FREIRE

**ANÁLISE METEOROLÓGICA NO ESTABELECIMENTO DE  
PLÂNTULAS DO AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.), NA  
APA ILHA DO COMBU, BELÉM, PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em convênio com EMBRAPA-Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

**Data de Aprovação:** 29/Março/2011

**Conceito:** Bom

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Isabel Vitorino.- Orientadora  
Doutora em Meteorologia  
Universidade Federal do Pará - Ufpa

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Aurora Santos da Mota - Membro  
Doutora em Meteorologia  
Universidade Federal do Pará - Ufpa

---

Prof<sup>a</sup>. Maria de Lurdes Pinheiro Ruivo -  
Membro  
Doutora em Agronomia  
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

---

Prof. Paulo Jorge O. Ponte Sousa – Membro  
externo  
Doutor em Meteorologia Agrícola  
Universidade Federal Rural da Amazônia - Ufra

*Sou grato a minha mãe por ter descido comigo, por muitas madrugadas e ter me colocado para estudar. E, ao meu Pai, pelo exemplo, e ter me levado para ver o rio.*

## DEDICO

.....

Ao Pai Celestial, pelo amor incondicional, e por tornar-me alguém melhor nesta vida;

*Aos meus filhos:*

Benjamin, pelo companheirismo;

Ephrahim, por ter se envolvido juntamente comigo neste trabalho;

Matheus, por ter trazido água;

e a Eliza, por ter cantado para mim;

Aos meus pais por terem me ensinado o valor do estudo e do trabalho;

Aos meus irmãos, pelo amor, colaboração e incentivo;

e por fim

A minha esposa – Any Freire. Não dá para enumerar a sua influência em minha vida.

O que mais poderia dizer?.....

Te Amo.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao realizar este trabalho, expressei meu reconhecimento e gratidão àqueles que tiveram envolvimento com este projeto de pesquisa.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Isabel Vitorino pelas orientações e ensinamentos que foram fundamentais para meu crescimento pessoal, profissional e intelectual;

Ao Dr. Mário Augusto G. Jardim que também orientou este trabalho e contribuiu para minha formação, minha percepção da natureza e da ciência;

Ao Dr. Adriano Marlison L. de Souza, pela valiosa contribuição em todos os momentos deste trabalho;

Ao prof. Dr. Everaldo de Souza pelo apoio a este trabalho, concedendo a estação meteorológica automática para a coleta dos dados na várzea;

A todos os Professores, colegas e funcionários do PPGCA, que me proporcionaram momentos de alegria e crescimento;

Aos Bolsistas do CNPq/MPEG Adriano Quaresma, Fabio Costa e Rafael Pereira, pelo auxílio pelas atividades de campo;

Ao seu Rui Quaresma, homem da várzea, que apoiou esta pesquisa;

À Secretaria Estadual de Educação (SEDUC), pela licença para realizar este trabalho e apoio financeiro.

*" E se os homens vierem a mim, mostrar-lhes-ei sua fraqueza. E dou a fraqueza aos homens a fim de que sejam humildes; e minha graça basta a todos os que se humilham perante mim; porque caso se humilhem perante mim e tenham fé em mim, então farei com que as coisas fracas se tornem fortes para eles. "*

*Éter 12:27*



## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo compreender a correlação entre as variáveis meteorológicas, radiação solar difusa incidente no solo, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a precipitação no sub-bosque da floresta de várzea da área de proteção ambiental – Ilha do Combu, em função da regeneração natural da floresta, através da análise da sobrevivência, mortalidade e natalidade das plântulas de açaí, da espécie (*Euterpe oleracea* Mart.), no período de abril de 2010 a janeiro de 2011. Para tal foi instalada na ilha do Combu, uma estação meteorológica automática que coletava e registrava os dados meteorológicos de forma contínua, gerando médias horárias para cada variável. No perímetro da estação, foram demarcadas seis parcelas onde foram identificadas e monitoradas 1072 plântulas de açaí. Quinzenalmente, durante o período de observação foi monitorado o número de indivíduos sobreviventes, mortos e ingressos. Após a integralização dos dados biológicos, estes foram correlacionados com as variáveis meteorológicas e foi observado que a precipitação e a umidade relativa do ar foram os fatores que melhor se correlacionaram com a sobrevivência das plântulas com valores de 0,74 e 0,68 respectivamente, seguidos depois pela radiação solar difusa no sub-bosque da várzea, cuja correlação foi de 0,42. A entrada de radiação solar difusa acima dos valores médios de 391 W/m<sup>2</sup> (média para o período de observação) sugere a determinação dos maiores valores de mortalidade de plântulas de açaí nos meses de maio e julho, devido à ausência de cobertura de nuvens e diminuição da precipitação. A análise do ingresso de novos indivíduos na população de açaí foi inicialmente inibida pela chuva e pela elevada umidade relativa do ar nos meses de abril e maio. Após este período, em que ocorreu diminuição dos índices pluviométricos e o decréscimo na umidade do ar, houve condições meteorológicas ideais para a germinação, provavelmente potencializadas pela elevação da radiação solar. Notou-se então, ao longo do período de estudo que mesmo estando sobre a influência do fenômeno El Niño, o processo de regeneração natural do açaí na várzea do Combu foi favorável a conservação da população de plântulas, com 71% de sobrevivência, 29% de mortalidade, compensadas pelos 36% de natalidade que ocorreram de forma significativa a partir do mês de junho.

**Palavras-chaves:** Açaí. Plântulas. Meteorologia. Precipitação. Várzea. Radiação solar. Amazônia.

## ABSTRACT

The objective of this work was to better comprehend the correlation between the meteorologic variables, solar radiation soil diffuse incident, the air temperature, relative humidity, and the precipitation in the subcanopy of the lowland forest in environmental protection – Combu Island, in function of the natural regeneration of the forest, through the analysis of survival, mortality and birth in acai berry seedlings, species (*Euterpe oleracea* Mart.), between April 2010 and January 2011. An automatic meteorologic station was installed on the Combu Island that continually collected and registered the meteorologic data, producing hourly averages for each variable. Six plots were demarcated on the perimeter of the station, where one thousand seven two acai berry seedlings were identified and monitored. The number of living, dead, and new seedlings was monitored every two weeks. After integrating the biological data, they were correlated with the meteorological variables, and it was found that the precipitation and relative air humidity were the factors that best correlated with the survival of the seedlings with a value of .74 and .68, respectively. followed by the solar radiation soil diffuse incident in the subcanopy of the lowland, whose correlation was .42. The entry of solar radiation upwards of an average 391 W/m<sup>2</sup> (average for the observation period) suggests the determination of the higher death indexes of acai berry seedlings in the months of may and july, due to the absence of cloud cover and the lack of precipitation. Analyzing the entry of new seedlings was initially inhibited due to the rain and elevated relative air humidity in the months of April and May. After this period, there was a decrease in average rainfall and in humidity, thus providing ideal conditions for germination, probably potentiated by the elevation of solar radiation. Throughout the study period it was noted that same influence in the El Niño the natural regeneration of acai in the lowlands of Combu had the highest conservation of the population occurred after the first part of June, with 71% survival, 29% death, compensated by 36% birth.

**Keywords:** Açaí. Seedling. Meteorology. Precipitation. Floodplain. Sun Radiation. Amazonian.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Evolução da CLA continental em latitudes médias em resposta ao aquecimento e resfriamento da superfície. ....   | 21 |
| Figura 2 - Radiação solar incidente na superfície do sub-bosque da floresta dependendo do grau de abertura do dossel e o ângulo de elevação do sol.....  | 33 |
| Figura 3 - Localização geográfica da APA Ilha do Combu, Belém, Pará. ....  | 41 |
| Figura 4 - Demonstração ilustrativa da estação meteorológica automática para coleta de informações meteorológica em uma cultura de milho. ....   | 44 |
| Figura 5 - Estação meteorológica automática para coleta dos elementos climáticos na área do experimento localizada na floresta de várzea da ilha do Combu, Belém, Pará.....                          | 44 |
| Figura 6 - Representação gráfica da localização da estação meteorológica (no centro), com as respectivas parcelas demarcadas nos sentidos (N-S;L-O) e as outras duas ao redor. ....                  | 45 |
| Figura 7 - Climatologia de ROL e da temperatura do ar para a série temporal de 30 anos (1980 a 2010) para a Ilha do Combu.....   | 49 |
| Figura 8 - Anomalia mensal de ROL e da temperatura do ar para 2010, para a Ilha do Combu.....  | 51 |
| Figura 9 - Ciclo diurno da RSD para a Ilha do Combu no período de transição da estação chuvosa para a seca (abril e maio) e a estação menos chuvosa (junho a novembro). ....                         | 52 |
| Figura 10 - Ciclo diurno da T_ar para a Ilha do Combu no período de transição da estação chuvosa para a seca (abril e maio) e a estação menos chuvosa (junho a novembro). ....                       | 53 |
| Figura 11 - Ciclo diurno da precipitação para a Ilha do Combu no período de transição da estação chuvosa para a menos chuvosa (abril e maio) e para a estação menos chuvosa (junho a novembro). .... | 54 |
| Figura 12 - Linha de tendência da média quinzenal da radiação solar difusa incidente no sub-bosque, no período de abril de 2010 a janeiro de 2011. ....  | 57 |
| Figura 13 - Dados percentuais de sobrevivência, mortalidade e ingresso de plântulas de açaí em função da média quinzenal da radiação solar difusa.....   | 59 |
| Figura 14 - Relação da sobrevivência, mortalidade e ingresso de plântulas de açaí em função da precipitação acumulada quinzenalmente.....  | 64 |
| Figura 15 - Regressão múltipla entre a sobrevivência e as seguintes variáveis: RSD (a); Precipitação (b); T_ar (c) e UR (d). ....  | 71 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Total e percentual geral de plântulas de açaí monitoradas no período de março de 2010 a janeiro de 2011, demonstrando os valores de sobrevivência, mortalidade e ingresso de novos indivíduos. .... | 55 |
| Tabela 2 - Dados meteorológicos das médias quinzenais referente aos dezoito períodos de monitoramento da sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí.....                                      | 56 |
| Tabela 3 - Matriz de correlação da Radiação solar difusa com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí, considerando todo o período de estudo. ....  | 58 |
| Tabela 4 - Matriz de correlação da Precipitação em (mm) com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí.....   | 63 |
| Tabela 5 - Matriz de correlação da temperatura do ar com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí.....  | 67 |
| Tabela 6 - Matriz de correlação da umidade relativa do ar com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí.....   | 69 |
| Tabela 7 - Matriz de correlação Múltipla da Sobrevivência, Mortalidade e Ingresso do açaí com todas as variáveis meteorológicas. ....  | 70 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|   |  |
|---|--|
| APA .....                                   | Área de Proteção Ambiental                                   |
| CLA .....                                   | Camada Limite Atmosférica                                    |
| CLS .....                                   | Camada limite Superficial                                    |
| CE $\rho$ .....                             | Correlação Estatística de Pearson                            |
| CGA .....                                   | Circulação Geral da Atmosfera                                |
| Am .....                                    | Clima Tropical Úmido, segundo a classificação de Koppen      |
| CPTEC .....                                 | Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos             |
| ENOS .....                                  | El Niño, oscilação sul                                       |
| LI .....                                    | Linha de instabilidade                                       |
| MJ.dia <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> ..... | Mega Joule em função do tempo e da área (Unidade de Energia) |
| NCEP .....                                  | National Center for Environmental Prediction                 |
| NCAR .....                                  | National Center for Atmospheric Research                     |
| NOAA .....                                  | National Oceanic and atmospheric Administration              |
| PPGCA .....                                 | Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais             |
| ROL .....                                   | Radiação de Onda Longa                                       |
| RSD .....                                   | Radiação Solar Difusa  |
| TSM .....                                   | Temperatura da Superfície do Mar                             |
| UR .....                                    | Umidade Relativa do ar                                       |
| W/m <sup>2</sup> .....                      | Watts por metro quadrado (unidade de potência)               |
| ZCAS .....                                  | Zona de Convergência do atlântico Sul                        |
| ZCIT .....                                  | Zona de Convergência Intertropical                           |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>14</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b> .....  | <b>17</b> |
| 2.1      | GERAL .....   | 17        |
| 2.2      | ESPECÍFICOS .....   | 17        |
| <b>3</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....  | <b>18</b> |
| 3.1      | CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DA AMAZÔNIA .....   | 18        |
| 3.2      | CARACTERIZAÇÃO DA MICROMETEOROLOGIA E DO MICROCLIMA .....   | 20        |
| 3.3      | CARACTERIZAÇÃO DA FLORESTA DE VÁRZEA AMAZÔNICA .....  | 23        |
| 3.4      | DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTAS .....  | 26        |
| 3.4.1    | <b>Influências de fatores bióticos e abióticos no estabelecimento da população de plântulas</b> ..... | <b>30</b> |
| 3.5      | ASPECTOS ECONÔMICOS E ECOLÓGICOS DO AÇAIZEIRO .....   | 36        |
| <b>4</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | <b>41</b> |
| 4.1      | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....  | 41        |
| 4.2      | EXPERIMENTO DE CAMPO .....  | 43        |
| 4.3      | ANÁLISE DOS DADOS .....   | 46        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>49</b> |
| 5.1      | CLIMATOLOGIA DA ATMOSFERA.....  | 49        |
| 5.2      | VARIABILIDADE DIURNA DA ATMOSFERA LOCAL .....   | 51        |
| 5.3      | ANÁLISE DO MONITORAMENTO DAS PLÂNTULAS .....  | 55        |
| 5.4      | CORRELAÇÃO ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS COM AS PLÂNTULAS DE AÇAÍ .....                    | 57        |
| 5.4.1    | <i>Correlação da radiação solar com as plântulas de açaí</i> .....                                    | 57        |
| 5.4.2    | <i>Correlação da precipitação com as plântulas de açaí</i> .....                                      | 62        |
| 5.4.3    | <i>Correlação da temperatura do ar com as plântulas de açaí</i> .....                                 | 67        |
| 5.4.4    | <i>Correlação da umidade relativa do ar com as plântulas de açaí</i> .....                            | 68        |
| 5.4.5    | <i>Correlação Múltipla das variáveis meteorológicas com o açaí</i> .....                              | 70        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | <b>70</b> |
| <b>7</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | <b>73</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>74</b> |
|          | <b>APÊNDICES</b> .....  | <b>87</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Molion (1987) cita que o clima de uma região é determinado por fatores, denominados de controles climáticos. Tais fatores atuam tanto em escala global quanto em escala local. Suas pesquisas ratificam trabalhos anteriores, onde afirmam que, os controles climáticos mais importantes são a circulação geral da atmosfera (CGA), a topografia local, a natureza da cobertura vegetal, o ciclo hidrológico e a influência das correntes oceânicas. Este autor menciona que, a CGA é uma consequência da irradiação latitudinal da energia solar sobre uma superfície que apresenta distribuição assimétrica entre os oceanos e os continentes; este fato impõe características gerais do clima regional.

Estudos atmosféricos observacionais mostram que a região tropical apresenta grande disponibilidade de radiação solar e precipitação, associada à atuação das variabilidades atmosféricas de escalas interanual e intrasazonal que modulam os sistemas meteorológicos de tempo e espaço, desde a escala sinótica até a microescala (RASMUSSEN; ARKIN, 1985; VITORINO, 2002; VON RANDOW et al., 2002; WEICKMANN et al., 1985).

Pesquisas de Querino et al. (2006), relatam que a radiação solar incidente na superfície, afeta o balanço de energia, que por sua vez, influencia as condições de temperatura, movimentação do ar e a disponibilidade hídrica para as plantas. A luz do sol, usada pelos vegetais durante a fotossíntese, é praticamente a única fonte de energia que circula através dos organismos nos processos solo-planta-atmosfera (PILLAR, 1995; QUERINO et al., 2006).

Desta forma, verifica-se, uma estreita relação existente entre o clima e a vegetação. Tal relação é evidenciada pela coincidência entre as zonas climáticas e os biomas terrestres. Observa-se também, que os elementos meteorológicos influenciam e se correlacionam muito bem com a fenologia das populações vegetais (LIEBSCH; MIKICH, 2009; NEVES et al., 2010; PILLAR, 1995).

A compreensão da relação entre a vegetação e a atmosfera possibilita o entendimento dos processos bióticos e abióticos que ocorrem nas florestas (ALENCAR, 1994; HALL; LAMONT, 2003; TALORA; MORELLATO, 2000), onde a

dinâmica da regeneração natural é caracterizada pelo ciclo de crescimento espaço-temporal das populações vegetais. Neste sentido, reconhece-se a restauração da biomassa e dos nutrientes de uma clareira, assim como, a reconstituição da diversidade florística e estrutural ao estado clímax de autoperpetuação do bioma (WHITMORE, 1991).

Neste contexto, destaca-se a floresta de várzea da Área de Proteção Ambiental Ilha do Combu, em Belém, estado do Pará, Brasil, que apresenta grande diversidade florística (JARDIM; KAGEYAMA, 1994; JARDIM et al., 2007; RODRIGUES et al., 2006), com destaque para (*Euterpe oleracea* Mart.) que, no processo de regeneração natural deste ecossistema apresenta um considerável banco de sementes, assim como da população de plântulas, e indivíduos na fase juvenil, garantindo a composição florística e a manutenção da fitossociologia da floresta de várzea (GAMA et al., 2002; RODRIGUES et al., 2006).

A relevância deste estudo está voltada para a espécie *Euterpe oleracea* Mart., o açaí, que apresenta importantes utilidades para o morador da várzea - o varzeiro, que aproveita as folhas secas da palmeira na construção de barracos; as folhas verdes são usadas na fabricação de cestos e tapetes; a partir do caroço é feita a produção de adubo; o caule é empregado em construções rústicas; do ápice do estipe é extraído o palmito e a raiz é utilizada como antivermífugo (NASCIMENTO, 1992; POLLAK et al., 1996).

Contudo a principal valoração comercial da espécie está ligada ao fruto, de onde se extrai o vinho do açaí, que é consumido, preferencialmente, “*in natura*”. Em reportagem do jornal O Liberal de julho de 2010 (GOIS, 2010) é mencionado que segundo os dados do DIEESE, em 16 anos de plano real o preço do açaí aumentou em 650%, mais que o dobro da inflação do período, que ficou em torno de 273%. No ano de 1994, era possível comprar o litro do açaí na região metropolitana de Belém por um preço médio de R\$ 1,50; enquanto que no mês de maio de 2010, o custo médio era de R\$ 11,25.

O vinho do açaí também é utilizado na fabricação de cremes, sorvetes, picolés, bombons, na indústria de cosméticos, na manufatura de licores e a produção da polpa para a exportação (HOMMA; SANTANA, 2009; NASCIMENTO,



1992; NOGUEIRA, 2006). Devido ao seu considerado valor econômico, a extração do fruto consiste na principal fonte de renda do varzeiro, que tradicionalmente abastece o mercado da região metropolitana de Belém. A partir do início dos anos 80, verificou-se a expansão da comercialização do fruto do açaí e do palmito tanto no mercado nacional como no mercado internacional (HOMMA; SANTANA, 2009; NOGUEIRA; HOMMA, 1998).

Este trabalho teve como finalidade, compreender a dinâmica de sobrevivência das plântulas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), no sub-bosque da floresta de várzea da Ilha do Combu, sob a influência da variabilidade temporal da radiação solar difusa incidente na superfície, da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da precipitação, nas escalas de tempo e clima.

Para este estudo foi estabelecida a seguinte questão: Como os elementos meteorológicos radiação solar difusa, temperatura do ar, umidade relativa e precipitação, influenciam na sobrevivência, mortalidade e ingresso de plântulas do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.)? Com base nas seguintes hipóteses:

a) A radiação solar deverá ser fator determinante para a sobrevivência das plântulas, devido à região está sob influência da luz do sol o ano todo, com conseqüente transmissividade de radiação para o sub-bosque;

b) Com relação à variável precipitação, espera-se que ocorra comprometimento na sobrevivência das plântulas de açaí, em alguns meses do período de estudo, devido à caracterização do início do ano de 2010 pelo fenômeno El Niño, influenciando na diminuição das chuvas na região.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar o efeito da variabilidade atmosférica local nas escalas de tempo e clima na sobrevivência, mortalidade e ingresso de plantas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) na floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Analisar as variações meteorológicas da radiação solar difusa, temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação nas escalas de tempo e clima;

Quantificar o número de plântulas sobreviventes, mortas e ingressas a cada quinze dias;

Correlacionar às variáveis meteorológicas coletadas pela estação automática no ambiente natural de açazeiro, com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DA AMAZÔNIA

Molion (1987) e Souza Filho et al. (2006), corroboram trabalhos anteriores, quando afirmam que o clima de uma região resulta da combinação de vários fatores denominados de controles climáticos. Para a Amazônia, destacam-se a disponibilidade de energia solar e a precipitação (SOUZA et al., 2009), por meio do balanço de energia, associado à atuação das variabilidades atmosféricas de escalas interanual e intrasazonal, os quais modulam os sistemas meteorológicos de tempo e espaço, da escala sinótica até a microescala (RASMUSSEN; ARKIN, 1985; WEICKMANN et al., 1985; VON RANDOW et al., 2002; VITORINO, 2002).

Devido aos altos valores de energia solar que incide na superfície da região, o comportamento da temperatura do ar mostra uma pequena variação ao longo do ano. A amplitude térmica sazonal é da ordem de 1° a 2° C, sendo que os valores médios situam-se entre 24 ° e 26°C. Belém, capital do estado do Pará, apresenta a maior temperatura média de 26,5°C em novembro e a menor de 25,4° C em março (FISH et al., 1996; QUERINO et al., 2006; SOUZA FILHO et al., 2006).

A energia que atinge a superfície retorna para a atmosfera na forma de fluxo de calor sensível (aquecimento) e latente (evapotranspiração). Desta forma, o balanço de energia e umidade interage, sendo que o saldo de radiação é particionado em termos de calor sensível e/ou latente, dependendo das condições ambientais e de água no solo (QUERINO et al., 2006; SOUZA FILHO et al., 2006).

Por meio do balanço anual de vapor d'água na região Amazônica, compreendeu-se que de 20 a 35% da precipitação na região, é resultante da composição da água evapotranspirada localmente, e o restante (80% a 65%) é transportada para a região pelo fluxo atmosférico proveniente do oceano atlântico (CORREIA et al., 2007).

Associado a estes fatores, o clima da Amazônia está também sob a influência de sistemas meteorológicos que atuam na região e interagem com os

fatores locais. Onde se destacam os seguintes, conforme citado pelos seguintes autores:

a) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT): Souza e Ambrizzi (2003) e Souza e Rocha (2006), citam em suas pesquisas como um cinturão de nuvens que circunda a região equatorial. Inserida nesta região por apresentar características marcantes como a confluência dos ventos alísios, máxima temperatura da superfície do mar (TSM), máxima convergência de massa e considerada cobertura de nuvens convectivas.

b) Alta da Bolívia (AB): Fish et al., (1996) mencionam que a circulação geral da alta troposfera sobre a Amazônia, possui uma característica muito particular por apresentar o desenvolvimento de um anti-ciclone em altos níveis (200 hPa), durante os meses de verão, associado a uma forte convecção. Durante a época de inverno, ocorre a desintensificação da AB, com o seu completo desaparecimento. Sua localização geográfica possui variação intrasazonal e interanual, associado com a convecção na Amazônia.

c) El Niño e La Niña, estes fenômenos ocorrem devido a uma anomalia na TSM do oceano pacífico, caracterizado por uma variação neste parâmetro em relação à média climatológica, promovendo diminuição na precipitação na região nordeste da Amazônia em anos de El niño e excesso de chuva em anos de La niña (SOUZA et al., 2004).

d) Linhas de Instabilidade (LIs): Cohen et al. (1989), definiram como sendo um fenômeno responsável pela formação de chuvas próxima à costa litorânea dos estados do Pará e Amapá, bem como de precipitação na Amazônia Central, durante a estação seca.

e) Brisa Fluvial: Mecanismo físico no qual o ar, devido ao contraste térmico entre água-terra, move-se em direção ao continente durante o dia e vice-versa à noite. Imagens de satélites mostram que as nuvens formam-se preferencialmente sobre o continente durante o dia, com movimentos de subsidência na área dos rios. Estudos comprovam a existência desta circulação fluvial em baixos níveis, no sentido floresta/rio durante a noite e início da manhã, revertendo o sentido

(rio/floresta) durante a tarde e início da noite (SILVA DIAS, 1987; SILVA DIAS et al., 2005).

f) Penetração de Sistemas Frontais e organização da convecção na Amazônia: Fish et al., (1996) mencionam que, estes sistemas frontais provocam a organização e formação de uma banda de nuvens orientada no sentido NW/SE, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que possui sua máxima intensidade nos meses de verão, aumentando o regime de precipitação da região no período chuvoso.

A partir destes pressupostos, Souza et al. (2009), demonstraram que o clima da Amazônia oriental, é caracterizado pela presença de um amplo espectro de variações no tempo e espaço da atividade convectiva tropical e da precipitação, as quais se tornam as variáveis climáticas mais importantes da região.

Figuerola e Nobre (1990) descreveram que na Amazônia oriental, ocorre um máximo pluviométrico ao longo dos Estados do Amapá, Pará e Maranhão, com volume de chuva anual entre 2000 e 3000 mm. A maior parte desta precipitação anual ocorre nas estações de verão e outono austral (SOUZA; AMBRIZZI, 2003; MARENGO et al., 2001), durante os meses de dezembro a maio, relacionados aos padrões de circulação atmosférica quase-estacionários de grande escala associados à ZCAS e a ZCIT (SOUZA et al., 2004; SOUZA; ROCHA, 2006).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA MICROMETEOROLOGIA E DO MICROCLIMA

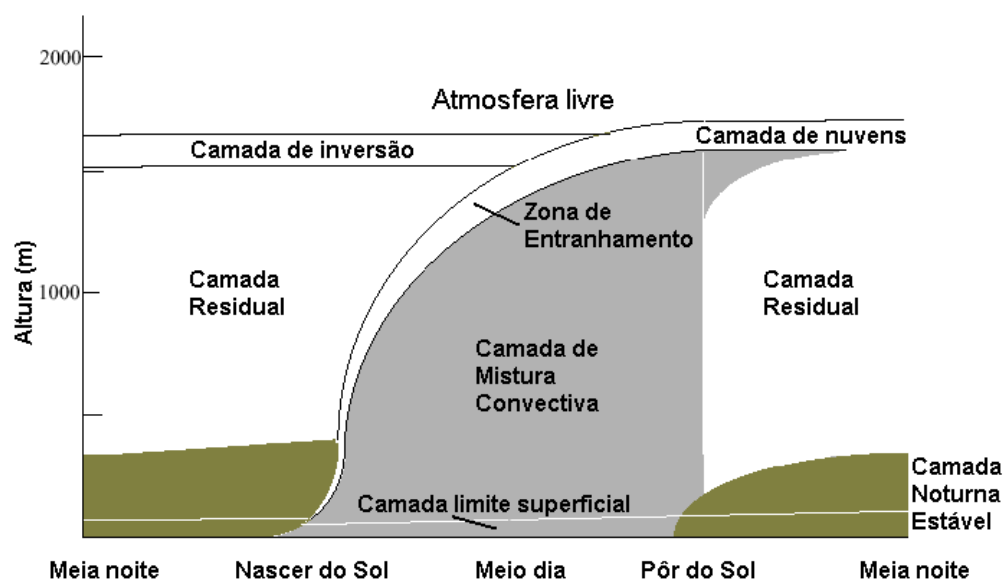
Arya (2005) e Stull (1988) citam em seus trabalhos, a micrometeorologia como o ramo da meteorologia que trata dos fenômenos de pequena escala ou micro-fenômenos atmosféricos e processos que ocorrem na camada mais baixa da atmosfera – a troposfera, comumente chamada de camada limite atmosférica (CLA), ou camada limite planetária (CLP).

STULL, (1988) define a CLA como a parte inferior da Troposfera que está sob influência direta da superfície terrestre e responde às forçantes da superfície em escalas de tempo da ordem de uma hora ou menos. Sua espessura depende das

condições atmosféricas sendo bastante variável no espaço e no tempo, podendo apresentar valores desde centenas de metros até mais de um quilômetro.

Na figura 1 foi esquematizada a evolução típica, acima do continente, da CLA ao longo de um dia típico em latitudes médias. É provável que em regiões tropicais a evolução da CLA apresente diferenças no que se refere ao padrão observado em latitudes médias. Assim, Garstang e Fitzjarrald (1999) chamam atenção para as diferenças existentes entre a CLA tropical na estação seca e na estação úmida.

Figura 1 - Evolução da CLA continental em latitudes médias em resposta ao aquecimento e resfriamento da superfície.



. Fonte: Adaptada de Stull (1988, p. 11).

A região inferior da CLA é chamada de Camada Limite Superficial (CLS), que se estende não mais que 100 metros acima da superfície e onde os efeitos de rotação da Terra podem ser desconsiderados. A CLS é um local de grande interesse prático e científico, pois é nessa região que ocorrem significantes transferências de momentum, calor sensível, calor latente, gases-traço e aerossóis, entre a superfície terrestre e a atmosfera, que são muito importantes para a manutenção da vida na Terra e para o entendimento de problemas aplicados à meteorologia e à climatologia (ARYA, 2001; STULL, 1988).

É na CLS que a vida se manifesta, onde se verifica o estabelecimento da maioria das atividades animais e vegetais, assim como as atividades humanas (ARYA, 2001). A compreensão da CLS em Agrometeorologia, por exemplo, é importante na estimativa da evapotranspiração, que ajuda a estabelecer a necessidade de água para plantas, proporcionando um melhor gerenciamento agrícola. (BEZERRA et al., 2008; BORGES; MENDIONDO, 2007).

A dinâmica da evolução da CLA e a CLS está na compreensão da redistribuição do fluxo de energia solar incidente nas superfícies que pode ser definida de um modo geral pela relação da radiação solar incidente ou de onda curta, que é a principal fonte de energia para o aquecimento das superfícies, (bem como para as atividades fisiológicas vegetais), e a radiação de onda longa que é também um componente importante do balanço energético durante o dia e a componente primária durante a noite (ARYA, 2001; HARTMANN, 1994). A relação entre estes componentes gera uma equação (equação 1) simplificada do saldo de radiação descrita da seguinte forma:

$$R_n = G + LE + H + P \quad (1)$$

Onde  $R_n$  é a energia do saldo de radiação total diário disponível à superfície;  $G$  é o fluxo de calor no solo;  $P$  é a energia gasta nos processos fotossintéticos, e, com base no trabalho de Bowen<sup>1</sup> (1926),  $LE$  é o fluxo convectivo de calor latente e  $H$  é o fluxo convectivo de calor sensível. A equação acima representa portanto, a partição do saldo de radiação total em fluxos de calor sensível e calor latente, fluxo de calor no solo e radiação convertida em biomassa, através de processos fotossintéticos (FRISINA; ESCOBEDO, 1999).

O microclima para ser definido tem que se considerar à média das medições de longo prazo das variáveis meteorológicas, como por exemplo, a temperatura do ar a umidade relativa, a radiação solar, entre outras, próximo à superfície. Portanto,

---

<sup>1</sup> É a razão entre o fluxo de calor latente pelo calor sensível emitido por uma superfície. BOWEN, I. S. The ratio of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface. *Physical Review*, New York. V.27, p. 779-787, 1926.

a micrometeorologia tem muito em comum com a microclimatologia; ambas investigam processos atmosféricos similares que ocorrem perto da superfície, sendo que o ponto de diferenciação entre ambas é o tempo de observação dos fenômenos (ARYA, 2001).

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DA FLORESTA DE VÁRZEA AMAZÔNICA E DA REGENERAÇÃO NATURAL

As florestas tropicais são de extrema importância para o clima tanto em escala local como global, pois a vegetação é um importante receptor e armazenador de energia, com isso desempenham uma função importante, uma vez que a vegetação evita que parte da radiação solar que chega à superfície se perca. (QUERINO et al., 2006).

Tal relação entre o clima e as florestas, se constituiu num dos fatores que contribuiu para que a Amazônia se estabelecesse como a maior floresta tropical úmida do planeta, ocupando no Brasil uma área de 4.871.000 km<sup>2</sup>, cerca de 48,1% do território brasileiro (CORREIA et al., 2007; FERREIRA, 2003; PILLAR, 1995). Destaca-se por possuir um dos ecossistemas mais ricos entre os biomas da terra, apresentando uma elevada biodiversidade (FEARNSIDE, 2003; VIEIRA et al., 2005). Seus ambientes são classificados em floresta de terra firme, floresta de várzea, igapós e manguezais (AB'SABER, 2002; SOUZA-FILHO, 2005).

As florestas inundáveis da região, representadas por cinco ecossistemas - os manguezais, a várzea de maré, os pântanos ou tabocais, os igapós e as várzeas, ocupam cerca de 300.000 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 5 a 10% da bacia e 6% da superfície da Amazônia Legal. No estado do Pará, tais planícies de inundação representam aproximadamente 2,7% do território estadual (GAMA et al., 2005; JUNK;FURCH,1993; SALOMÃO et al., 2007).

Dentro da diversidade destes ecossistemas, destacam-se as florestas de várzea que correspondem a segunda maior formação vegetal da bacia amazônica, ocupando uma superfície de 75.880,8 km<sup>2</sup> (BENTES-GAMA et al., 2002, GAMA et al., 2005, RODRIGUES et al., 2006).



A denominação várzea é atribuída para as grandes faixas marginais dos rios das planícies de inundação de águas brancas (compostas por rios, furos e igarapés do estuário amazônico), sendo um ecossistema aberto que corresponde à maior porção das florestas inundáveis, ocupando cerca de 3% da Amazônia. Este tipo de bioma apresenta considerável diversidade e número de espécies por unidade de área (CANTO, 2007; SALOMÃO et al., 2007; CARIM et al., 2008; JARDIM et al., 2008).

As espécies vegetais da várzea são utilizadas pelos moradores para fins comerciais e não comerciais em função da variação na composição florística das espécies e suas densidades populacionais. Logo, a vegetação desempenha importante papel na proteção das terras ribeirinhas contra a erosão, na proteção de mananciais, no anteparo aos detritos carregados pelas enxurradas, no abastecimento do lençol freático, no auxílio à conservação da vida aquática, e no fornecimento de alimentos e corredores de fluxo gênicos vegetais e animais (BASTOS; SANTOS 2008; GAMA et al., 2005; LACERDA et al., 2005).

Quanto ao estudo da hidrologia da região é demonstrado que as florestas de várzea podem ser compreendidas em várzeas sazonais que são submetidas ao ciclo anual de enchente (chuvas) e vazante (seca) e as várzeas de marés, em que os rios sofrem influência das marés oceânicas provocando pulsos de inundação diária, abrangendo cerca de 25.000 km<sup>2</sup> do estuário amazônico (ALMEIDA et al., 2004; JARDIM; VIEIRA, 2001; SALOMÃO et al., 2007).

Os solos das florestas de várzea, do estuário amazônico, variam de glei pouco húmico (temporariamente alagado) ao Latossolo Amarelo (baixa influência hídrica) conforme o nível de inundação (JARDIM; VIEIRA, 2001). A velocidade de escoamento, a alta taxa de erosão e deposição de sedimentos de alguns rios da Amazônia, geram uma carga de sedimentos em suspensão que atribui à água uma coloração pardo-amarelada, classificada pelos limnologistas como água branca ou barrenta, rica em minerais dissolvidos e partículas em suspensão, que, dependendo da quantidade podem determinar a fertilidade dos solos e a alta produtividade dos ecossistemas de várzea (ALMEIDA et al., 2004; MAIA; CHALCO, 2002; RIBEIRO et al., 2004).

O alagamento nas florestas de várzea define a fitocenose e adaptações eco-fisiológicas, como na formação de raízes adventícias, aerênquima, lenticelas caulinares, assim como adaptações morfo-ecológicas, caracterizada pela formação de sapopemas, rizóforos, pneumatóforos e haustórios (ALMEIDA et al., 2004; CARIM et al., 2008).

A ausência de adaptação de um considerado número de vegetais aos períodos de enchentes, implica no baixo número de espécies frutícolas na várzea. No entanto, a espécie *Euterpe oleracea* Mart. apresenta uma boa adaptação neste bioma, devido à reprodução, a abundância, a freqüência, a dominância e elevado índice de valor de importância, na floresta de várzea (JARDIM et al., 2007).

Várias pesquisas realizadas em floresta de várzea têm demonstrado uma considerável riqueza de espécies, (ALMEIDA et al., 2004; SANTOS; JARDIM, 2006; CARIM et al., 2008; JARDIM et al., 2008), contudo, menor riqueza comparado ao ecossistema de terra firme (GAMA et al., 2005).

Pesquisas de Gama et al. (2005), baseadas em análises de 34 inventários florestais localizados no estado do Pará demonstram que 85,6% da ocorrência das espécies são exclusivas de terra firme; 5,2% são exclusivas da várzea e 9,2% ocorrem nas duas tipologias vegetais. Estes autores citando Pires, (1976); Ivanauskas et al., (1997); montagnini e Muñiz-miret, (1999), afirmam que a dissimilaridade florística entre florestas de várzea e de terra firme pode ser explicada pelos seguintes fatores:

**O solo** - a várzea é formada por terras baixas que margeiam os rios, são áreas planas e de formação sedimentar, por conseguinte apresenta solo mais fértil. **Regime de inundação** – na várzea ocorre diminuição da troca gasosa entre o solo e o ar, causada pela baixa difusão do oxigênio na água; com isso, o oxigênio é rapidamente consumido e surgem gases como nitrogênio, gás carbônico, hidrogênio e amônia, além de vários outros compostos que pode atingir níveis tóxicos às plantas, o que compromete a germinação das sementes e o desenvolvimento das plantas. **Riqueza, diversidade e estrutura arbórea** - a riqueza, a diversidade e o estoque de biomassa da floresta de várzea são menores, devido à capacidade de adaptação da vegetação de várzea ao regime de inundação (GAMA et al., 2005).

Santos e Jardim (2006), ao estudarem a composição florística e a estrutura do estrato arbóreo em 4 parcelas de 1 ha de uma floresta de várzea no município de Santa Barbara do Pará, registraram 3.286 indivíduos em 29 famílias, 58 gêneros e

70 espécies. A família com o maior número de indivíduos foi Arecaceae e *E. oleracea* Mart., *Pterocarpus officinalis* Jacq., *Macrolobium angustifolium* (Benth.), R. S. Cowan e *P. macroloba* (Willd.) Kuntze foram as espécies dominantes.

Pesquisas de Carim et al. (2008) sobre a composição florística em cinco parcelas de 1 ha de floresta de várzea no município de Mazagão no estado do Amapá, identificaram 2.068 indivíduos em 24 famílias, 66 gêneros e 82 espécies. A família Fabaceae, apresentou o maior número de espécies e *Mora paraensis* (Ducke) Ducke, *A. murumuru* Mart., *E. oleracea* Mart., *Carapa guianensis* Aubl., *P. macroloba* (Willd.) Kuntze e *V. surinamensis* (Rol ex Rottb.) Warb foram as espécies dominantes.

Na floresta de várzea na comunidade de Fortaleza em Santarém Novo, Pará, Jardim et al. (2008) identificaram 207 indivíduos em 0,25 ha, distribuídos em 11 famílias e 21 espécies, sendo Arecaceae a mais importante. As espécies mais abundantes foram *E. oleracea* Mart., *Symphonia globulifera* L. F., *Mauritiella armata* (Mart.) Burret, *Pterocarpus amazonicus* Huber, *V. surinamensis* (Rol ex Rottb.) Warb.

A riqueza das espécies pode estar sendo influenciada pelo ambiente encharcado, a altura de inundação, a erosão do solo, a colmatagem, o nível de lençol freático, o teor de matéria orgânica e da salinidade (ALMEIDA et al., 2004; CARIM et al., 2008; JARDIM et al., 2007; SANTOS; JARDIM, 2006).

### 3.4 DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTAS

Whitmore (1991) menciona que, a dinâmica de regeneração natural é caracterizada pelo ciclo de crescimento espaço-temporal das populações vegetais. Neste sentido, reconhece-se a restauração da biomassa e dos nutrientes de uma clareira, assim como, a reconstituição da diversidade florística e estrutural ao estado clímax de autoperpetuação do bioma.

Estudos de Gama et al. (2002); Higuchi et al. (1985) e Sousa et al. (2002), demonstraram que a regeneração natural decorre da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal. É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento. O estudo da regeneração natural permite a realização de

previsões sobre o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição na área.

Swaine e Whitmore (1988), citam que a dinâmica florestal ocorre através da contínua substituição das espécies no tempo e espaço, o que corresponde a uma substituição de diferentes grupos ecológicos ou classes sucessionais. Esta questão está intimamente relacionada com os fluxos energéticos das espécies presentes (COSTA et al., 2007; SANTOS; CARLESSO, 1998; SELLE, 2007), onde gradativamente mais energia é dedicada à manutenção das populações, na medida em que aumenta o acúmulo de biomassa na matéria orgânica viva e morta, além do aumento da complexidade da vegetação, com uma substituição de grupos de espécies vegetais (RESSEL et al., 2004; SELLE, 2007; SOUSA et al., 2002).

Tais grupos sucessionais são à base do processo de dinâmica florestal, sendo diferenciados através de suas formas de adaptação e estratégias de crescimento. Portanto, as espécies arbustivo-arbóreas podem ser classificadas em pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias (clímax) (RESSEL et al., 2004; LIMA, 2005).

As espécies pioneiras são aquelas dependentes de luz e que não se desenvolvem no sub-bosque, estabelecendo-se em clareiras ou bordas de florestas. As espécies secundárias iniciais ocorrem em condições de sombreamento médio, ocorrendo em clareiras pequenas, bordas de grandes clareiras ou no sub-bosque não densamente sombreado. Espécies secundárias tardias ou clímax se desenvolvem no sub-bosque em condições de sombra leve ou densa, onde podem permanecer durante grande parte de seu ciclo de vida ou crescer até alcançar o dossel, podendo ainda se destacar como emergentes (LIMA, 2005; RESSEL et al., 2004).

Portanto, através do estudo da regeneração natural são obtidas informações sobre autoecologia<sup>2</sup>, estágio sucessional<sup>3</sup> e efeitos da exploração florestal, entre

---

<sup>2</sup> A Auto-ecologia estuda os indivíduos, como representantes de uma espécie, e como estes reagem aos fatores bióticos e abióticos.

<sup>3</sup> Define-se por estágio sucessional a dinâmica florestal que ocorre através da contínua substituição das espécies no tempo e espaço, que corresponde a uma substituição de diferentes grupos ecológicos determinada principalmente pelo clima.

outras informações importantes, como por exemplo, as que norteiam as intervenções silviculturais<sup>4</sup> previstas nos planos de manejo (HIGUCHI et al., 1985; RIBEIRO; FELFILI, 2009).

Estudos relacionados às populações de plântulas são relativamente escassos apresentando um problema básico relacionado à definição da fase de desenvolvimento e as estruturas morfológicas que o pesquisador está considerando a plântula. O início do estágio de plântula pode ser definido como aquele que ocorre a partir da germinação da semente, porém o término desta fase é impreciso.

Pesquisas de Fenner (1987) definem que o final do estágio de plântula não pode ser considerado como aquele em que a planta se torna independente das reservas das sementes, já que a interrupção da transferência de nutrientes da semente para a planta não é abrupta e muito difícil de ser determinada no campo. Portanto muitos estudos, assim com este, apresentam sua própria definição para aquilo que estão considerando como plântula, por exemplo, indivíduos que lançaram duas ou três folhas (FENNER, 1987) ou então indivíduos com até 50 cm de altura.

A importância das fases iniciais do ciclo de vida vegetal, representadas pelo banco de sementes e subsequente período de desenvolvimento, reside no fato de ser a fase mais vulnerável a danos, com consequente alta taxa de mortalidade (LIMA, 2005). A sobrevivência a esta fase é fundamental para garantir a manutenção de uma população de plântulas, influenciando toda a dinâmica da regeneração e afetando a abundância e a distribuição dos indivíduos adultos de uma espécie, assim como na composição e estrutura da comunidade (LIMA, 2005).

Em virtude de sua importância, Swaine e Whitmore (1988) relatam que alguns trabalhos sobre ecologia de plântulas de espécies arbóreas tropicais têm sido realizados na tentativa de melhor compreender os mecanismos envolvidos na dinâmica florestal.

A limitação no recrutamento de plântulas é um dos mecanismos mais importantes que controlam a regeneração florestal, que pode ocorrer devido a uma

---

<sup>4</sup> Silvicultura é o estudo dos métodos naturais e artificiais que regeneram e melhoram os povoamentos florestais com o objetivo de satisfazer as necessidades do mercado, assim como a aplicação destes estudos para a manutenção, o aproveitamento e o uso racional das florestas.

série de fatores, como o pequeno número de sementes produzidas ou dispersas e processos pós-dispersão. Em ambientes florestais tropicais, o principal fator de influência na abundância e na riqueza de plântulas de espécies arbóreas é a disponibilidade de luz, seguido do padrão de produção e de dispersão de sementes, ação de predadores e incidência de danos físicos (AUGSPUGER; KITAJIMA, 1992; BROKAW, 1985; DENSLOW; GUZMAN, 2000; SCARIOT, 2000).

No processo de geração de novos indivíduos, durante a regeneração da floresta, os principais meios são os propágulos oriundos da dispersão, o banco de sementes ou de plântulas e a reprodução vegetativa (RODRIGUES et al., 2004). O balanço entre estes modos de regeneração influencia a dominância de cada espécie e a composição florística da comunidade (KENNARD et al., 2002).

A freqüência e a localização das plântulas são resultantes de interações complexas, como a probabilidade de chegada, determinada pela dispersão dos propágulos, e sobrevivência, dependente de atributos fisiológicos e interações entre as espécies, patógenos e predadores (SCHUPP et al., 1989).

As inúmeras e complexas interações existentes entre a fauna e a flora em ambientes florestais, as alterações na comunidade de dispersores, predadores e herbívoros também afetam diretamente a regeneração florestal (CORDEIRO; HOWE, 2001; DIRZO; MIRANDA, 1990; SILVA; TABARELLI, 2000; TABARELLI; PERES, 2002). A alteração na densidade de predadores de sementes ou herbívoros terrestres pode reduzir o recrutamento de plântulas (SORK, 1987; TERBORGH et al., 2001), enquanto a defaunação pode reduzir os níveis de mortalidade de sementes e de plântulas (ALVES-COSTA, 2004).

Mudanças nas condições abióticas de florestas secundárias, como o aumento da temperatura, da incidência luminosa e da taxa de danos mecânicos e a diminuição da umidade do solo, ocasionada pela baixa densidade de árvores de grande porte e conseqüente redução da cobertura do dossel, cria situações impróprias à germinação e ao estabelecimento de plântulas de espécies características do interior da floresta (BROWN; LUGO, 1990; GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; TABARELLI; MANTOVANI, 1999).

Assim, as condições abióticas e bióticas alteradas em florestas secundárias modificam o balanço natural entre os fatores promotores do recrutamento e os causadores de mortalidade em plântulas, com forte influência na abundância de espécies e na diversidade da comunidade (BROWN; LUGO, 1990).

### **3.4.1 Influências de fatores bióticos e abióticos no estabelecimento da população de plântulas**

Pesquisas de Alencar (1994); Hall e Lamont (2003); Jardim e Kageyama (1994); Sousa e Jardim (2007a,b,c); Talora e Morellato (2000), enfatizam a compreensão da relação existente entre a vegetação e a atmosfera, assim como, o entendimento dos processos bióticos e abióticos que ocorrem nas florestas.

Os fatores que afetam a sobrevivência e o crescimento inicial das plântulas podem ter origem biótica ou abiótica. A importância relativa de cada um desses fatores é variável de acordo com a região, com as características ecológicas e fisiológicas próprias de cada espécie vegetal e a estação do ano (MEDINA, 1998; WHITMORE, 1998).

Em ambientes como a floresta de várzea, a mortalidade tende a ser originada prioritariamente por fatores abióticos (FENNER, 1987). As características ecológicas das espécies também influenciam na variabilidade de fatores bióticos ou abióticos responsáveis pela mortalidade de plântulas, como por exemplo, espécies não-pioneiras ou clímax são afetadas mais frequentemente por fatores bióticos, sendo a predação, quando presente, o fator mais importante que a luminosidade na sua sobrevivência (MOLOFSKY; FISHER, 1993).

Cabe destacar que cada espécie apresenta, evidentemente, diferentes suscetibilidades à predação e herbivoria, relacionadas com suas características, como tamanho das sementes, área foliar, presença de metabólitos secundários para defesa, entre outras (MOLOFSKY; FISHER, 1993).

A densidade e a dispersão de indivíduos adultos de determinadas espécies são fatores importantes que devem ser considerados na composição do estrato de

regeneração. Outras espécies apresentam distribuição em manchas ou restritas a alguns trechos (SCUDELLER et al., 2001). Portanto os diferentes padrões de distribuição de indivíduos adultos podem interferir diretamente na dispersão de propágulos e, conseqüentemente, no recrutamento de suas plântulas e na formação do banco de plântulas (ALVES; METZGER, 2006; AUGSPURGER; KITAJIMA, 1992).

A manutenção do banco de plântulas é uma estratégia encontrada nas florestas tropicais, onde a espécie mantém plântulas e/ou jovens no sub-bosque em condições de baixa luminosidade e alta competição, estando preparada para o desenvolvimento quando as condições se tornarem mais propícias (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002).

Com relação ao fator sazonalidade anual de recrutamento de plântulas arbóreas tropicais, a sua descrição ainda é pouco definida (LIMA et al., 2007). Santos e Válio, (2002) consideram que os picos de recrutamento refletem padrões fenológicos como o de maturação dos frutos e dispersão das sementes. Outros trabalhos consideram que as condições ambientais, tais como a interação entre a disponibilidade de água e luminosidade, representem os principais fatores na variação anual do estabelecimento das populações de plântulas (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; DUZ et al., 2004; RIBEIRO; FELFILI, 2009; BRAZ; ROSSETTO, 2009).

Viani e Rogrigues (2008) citando Lierberman (1996), afirmam que outro fator influente sobre os padrões espaciais e temporais relacionados ao estabelecimento de plântulas é a reprodução supra-anual, freqüente em espécies arbóreas tropicais. Algumas espécies produzem plântulas quase que de forma contínua, enquanto outras esporadicamente, ou ainda em longos intervalos de tempo.

A compreensão do processo de regeneração auxilia na tomada de decisões referentes às questões relacionadas aos estádios sucessionais, contribuindo no entendimento dos processos de fragmentação de habitats. Admite-se que há uma rede de interações entre os fatores de influência sobre o recrutamento de plântulas, a citar, os climáticos, a dispersão, a competição, a floresta circundante, a herbivoria e os patógenos (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; DUZ et al., 2004; FENNER, 1987; MOLOFSKY; FISHER, 1993; RIBEIRO; FELFILI, 2009; BRAZ; ROSSETTO, 2009).



Sobre os fatores abióticos mencionados anteriormente, autores como Araujo e Deminicis (2009); Maciel et al. (2002), Pezzopane et al. (2003), Reboita et al. (2010) e Ressel et al., (2004), ressaltam que a relação entre a radiação solar, a precipitação, a temperatura do ar e a umidade com a floresta, são os elementos meteorológicos que influenciam de forma significativa na sobrevivência ou mortalidade de plântulas conforme descritos a seguir:

a - Radiação Solar:

A luz do sol é fonte essencial e direta de energia para o desenvolvimento de todos os vegetais, desempenhando importante papel no funcionamento, na estrutura e na sobrevivência de qualquer ecossistema (MACIEL et al., 2002).

A distribuição das espécies vegetais é o processo pelo qual as plantas ocupam em uma comunidade florestal, e está fortemente influenciada pelas diferenças na disponibilidade de luz, que condiciona direta ou indiretamente grande parte dos processos de crescimento das plantas (RESSEL et al., 2004).

Os principais fatores que afetam o regime de luz no interior de uma floresta são a posição do sol, as condições atmosféricas e a estrutura da vegetação. A complexa interação desses fatores produz um padrão heterogêneo de microclima luminoso que influencia o caráter dinâmico da vegetação. Grande parte da luz que atinge a camada mais baixa da floresta sob a forma de alguns raios de sol, penetra através de espaços no dossel da vegetação - os *sunflecks*<sup>5</sup>, os quais são importante fonte de iluminação para o sub-bosque (MACIEL et al., 2002).

Maciel et al. (2002) citando Evans (1965), citam que os *sunflecks* produzem, no solo da floresta, imagens do sol, efetivamente, com a mesma composição espectral da luz solar direta, porém com reduzida intensidade. Através dessas numerosas “nesgas” no dossel, a radiação solar direta chega ao solo da floresta e as condições podem facilmente mudar onde, à medida que o dossel torna-se mais

---

<sup>5</sup> *Sunflecks* são pequenos espaços na estrutura do dossel da floresta por onde ocorre a passagem da luz do sol. Na maioria das florestas, a folhagem do dossel é arranjada de tal forma para permitir a passagem da luz diretamente até a vegetação que se encontra no sub-bosque ou junto ao solo da floresta (EVANS, 1965).

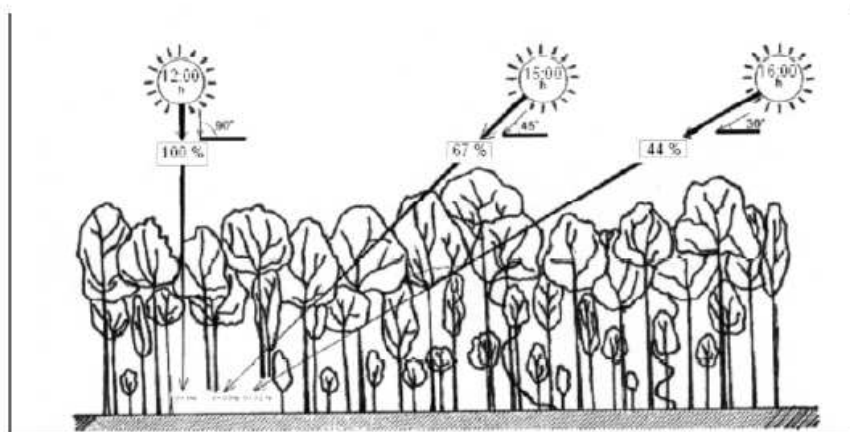
denso em relação à luz transmitida, a fração da radiação total que chega ao solo diminui, devido à redução dos *sunflecks*.

Conforme Percy (1990) e Pezzopane et al. (2003), os *sunflecks* contribuem fortemente para o microclima luminoso que existe no interior da floresta. As condições de luminosidade no interior de uma floresta são muito diferentes das de um ambiente aberto.

No solo da floresta, existem espécies germinando, crescendo e se reproduzindo; portanto, a luz é um fator essencial para que esses processos ocorram. É necessário que, no interior da floresta, haja qualidade e quantidade suficiente de luz para ativar tais atividades fisiológicas, e as espécies que ali se encontram, devem ser capazes de absorvê-la (CHAZDON; FETCHER, 1984; JANUÁRIO et al., 1992).

A quantidade de luz sobre o solo da floresta depende da estrutura do dossel e da posição do sol em relação à superfície (fig. 2). O ângulo de incidência no início da manhã e final da tarde aumenta o percurso da radiação através do dossel. A intensidade relativa no solo é reduzida, quando os raios oblíquos são obstruídos por estruturas vegetais, e quando ocorrem períodos nublados removendo o componente *sunfleck* (PEZZOPANE et al., 2003).

Figura 2 - Radiação solar incidente na superfície do sub-bosque da floresta dependendo do grau de abertura do dossel e o ângulo de elevação do sol.



Fonte: Maciel et al. (2002).

#### b - Precipitação e Umidade:

A região que compreende a área metropolitana de Belém e demais localidades próximas a esta região, apresenta os máximos pluviométricos no primeiro semestre do ano, com precipitação superior a 2000 mm/ano. O sistema de tempo mais importante na Amazônia que contribui para este fato é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (KOUSKY, 1980; SOUZA et al., 2004; REBOITA et al., 2010).

Os máximos pluviométricos que são registrados no primeiro semestre de cada ano são decorrentes da migração da ZCIT para o Hemisfério Sul. A ZCIT no oceano Atlântico no verão e outono, localiza-se em aproximadamente 4°S e no inverno em aproximadamente 10°N (HASTENRATH, 1991). Além da ZCIT, outro processo importante para a precipitação é o aquecimento radiativo diferencial da superfície (terra-mar). A atividade convectiva local pode também contribuir para o desenvolvimento das linhas de instabilidades e dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) tropicais, que causam intensa precipitação (COHEN et al., 1995; REBOITA et al., 2010).

Como a região abrange uma grande zona litorânea, nota-se a atuação de brisa marítima. Este sistema transporta umidade para o interior do continente contribuindo para a precipitação (REBOITA et al., 2010). A convecção induzida pela brisa marítima e a interação dos alísios com a circulação de brisa geram linhas de instabilidade tropical que adentram o continente (MARENGO; NOBRE, 2009; SILVA DIAS, 1987). Segundo Cohen et al. (1989) as linhas de instabilidade contribuem com 45% da precipitação durante o período chuvoso no leste do estado do Pará.

Esta água que precipita sobre a floresta é fundamental para a manutenção da fenologia vegetal, assim como para as atividades fisiológicas mais fundamentais, como a fotossíntese, a germinação das sementes e conseqüente emergência de plântulas (LARCHER, 2000; PEREIRA et al., 2008; NUNES et al., 2008).

#### c - Temperatura do ar:

Nas plantas, a ação da temperatura do ar está diretamente relacionada à atividade fotossintética. As reações fisiológicas vegetais são realizadas por enzimas que aceleram a obtenção de produtos, e tais enzimas atuam numa determinada faixa de temperatura ótima para cumprirem sua função biológica. A perda da atividade de algumas destas enzimas, está associada à intolerância das plantas ao calor (ARAUJO; DEMINICIS, 2009).

Pesquisas sobre a influência da temperatura sobre a fenologia do cafeeiro da espécie *Coffea arabica*, mostraram que as temperaturas médias anuais ótimas situam-se entre 18° C e 22° C. A ocorrência freqüente de temperaturas máximas superiores a 34°C causa o abortamento de flores e, conseqüentemente, perda de produtividade (SEDIYAMA et al., 2001). Temperaturas entre 28°C e 33°C provocam uma redução na produção de folhas, comprometendo a atividade fotossintética da espécie (ASSAD et al., 2004).

Estudos de Nazário e Ferreira (2010), sobre a emergência de plântulas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. May.) em função da temperatura, demonstraram que a embebição da semente em água favoreceu a emergência de plântulas de *A. aculeatum*, nas temperaturas de 25°C, 30°C, 35°C e 40°C, no período (2, 4 e 6 dias) utilizados.

Silva et al. (2006), pesquisando a germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart., a bacabinha, verificaram que estas apresentavam protrusão de raiz primária, formação de botão germinativo e formação de plântula normal em uma temperatura ótima em torno de 30°C, sob um substrato de areia e vermiculita, considerado o mais adequado. Nestas condições a temperatura propiciou a máxima germinação em menor período de tempo.

Pesquisas de Luz et al. (2008), relacionadas ao efeito da temperatura na germinação de sementes de *Dypsis decaryi* (Jum.) Beentje & J. Dransf. (Arecaceae), palmeiras utilizadas com fins ornamentais, demonstraram que a germinação ocorreu quando as sementes foram colocadas para germinar em areia num intervalo de temperatura 25-35°C. Tais pesquisas, analisando a influência da temperatura na fisiologia de sementes ratificam que existe uma faixa de temperatura ótima para a germinação das sementes de palmeiras e conseqüente emergência da plântula, que apesar de variável para cada espécie, está em torno de 20°C a 30°C.

Outros estudos relacionados com a temperatura do ar foram desenvolvidos por Sousa e Jardim (2007 a,c) no nordeste do estado paraense, onde verificaram o crescimento em diâmetro e comprimento do caulículo e a relação da sobrevivência e mortalidade de plântulas de açaí da espécie (*E. oleracea* Mart.). Estes autores perceberam que as baixas temperaturas associadas à disponibilidade de água no solo no período de janeiro a julho, condicionaram o crescimento em diâmetro e comprimento do caulículo, assim como a sobrevivência das plântulas. O maior número de mortalidade do açaí, foi registrado no período de menor precipitação e maior temperatura do ar (SOUSA; JARDIM, 2007c).

### 3.5 ASPECTOS ECONÔMICOS E ECOLÓGICOS DO AÇAIZEIRO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira que ocorre com elevada freqüência na Amazônia oriental, sendo encontrado principalmente nos estados do Pará, Amazonas, Maranhão e Amapá, (NOGUEIRA, 2006; CALBO; MORAES, 2000; HOMMA; SANTANA, 2009), onde se estabelece naturalmente em solos alagados e várzeas úmidas (JARDIM; KAGEYAMA, 1994). Na América do Sul, é encontrado também na Colômbia, Equador, nas Guianas e Venezuela (NOGUEIRA, 2006).

A espécie *Euterpe oleracea* Mart., é considerada uma palmeira cespitosa, ou seja, que cresce em touceiras podendo atingir 25 a 30 metros de altura. O caule é um estipe de cor gris claro, liso, delgado e encurvado que possui aproximadamente de 15 a 25 cm de diâmetro, formando no ápice um capitel que sustenta de 12 a 14 folhas pinadas (MARTINS et al., 2005; ROGEZ, 2000).

O açaí destaca-se, entre os diversos recursos vegetais, pela sua abundância e por produzir importantes alimentos para as populações locais, além de se constituir na principal fonte de matéria-prima para a agroindústria de palmito no Brasil (HOMMA; SANTANA, 2009; JARDIM; KAGEYAMA, 1994).

Pesquisadores, como Homma e Santana (2009) e Nogueira (2006), ressaltam que os produtos derivados do extrativismo dos açaizeiros ocupam lugar de destaque na economia do Estado do Pará, pela já citada produção de frutos somados também a produção de palmito. Os dois subprodutos juntos mobilizaram,

durante a década de 80 recursos da ordem de 200 milhões de dólares, sendo 10% desse valor proveniente da exportação de palmito para outros países. Dentre as principais exportações paraenses realizadas durante o ano de 1996, por exemplo, o palmito atingiu 14,2 milhões de dólares, sendo superado apenas pelos produtos madeireiros, pelo óleo de dendê (*Elaeis guineensis*) e pela pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) (NOGUEIRA; HOMMA, 1998).

Da extração do fruto do açazeiro é obtida a polpa que, com adição de água, prensado manualmente, ou em máquinas batedoras elétricas, obtêm-se o suco ou vinho do açaí, que é uma típica bebida de consumo do amazônida. Com o suco também são fabricados sorvetes, geléias, néctares e licores. A partir da década de 1980, a cultura do consumo do suco do açaí pelo amazônida ganha uma elevada conotação ocorrendo sua expansão comercial, onde o vinho do açaí passou a ser consumido também pelas populações de outros estados brasileiros, assim como no exterior (HOMMA; SANTANA, 2009; NOGUEIRA; HOMMA, 1998).

O fator luminosidade é um dos elementos meteorológicos mais marcantes para se entender a ecologia das populações de (*E. oleracea* Mart.) (SAMPAIO, 2003; SOUSA; JARDIM, 2007c). Outro elemento que influencia as populações de açaí nos diferentes ecossistemas amazônicos é a disponibilidade de água no solo, que está ligado à atividade fisiológica do vegetal (CALBO; MORAES, 2000).

Pesquisas de Scariot (2001) demonstram que as palmeiras têm capacidade de adaptação em diferentes ambientes como a várzea, o igapó e a terra firme, devido sua habilidade de alocação de recursos para as folhas e raízes. A produção foliar do açazeiro está diretamente relacionada com a disponibilidade de luz e água no ambiente, com a fertilidade do solo e com a capacidade fotossintética da planta, assim como a produção e distribuição dos fotoassimilados para as diversas estruturas vegetais. Contudo, dependendo das condições ambientais onde o vegetal está se desenvolvendo, a produção e o desenvolvimento da planta podem variar (SOUSA; JARDIM, 2007b).

A eficiência das folhas para captação de energia luminosa, e a capacidade destas em converter a luz solar em carboidratos, assim como a realização do transporte e o metabolismo nas diversas partes dos vegetais, são fatores que

influenciam no crescimento e sobrevivência das palmeiras quando se estabelecem em locais adversos (SCARIOT, 2001).

Plantas localizadas em ambientes com baixa disponibilidade de luz têm o seu crescimento afetado, assim como sua sobrevivência, em função da quantidade de energia luminosa interceptada pelas folhas. O crescimento satisfatório de algumas espécies em ambientes com diferentes disponibilidades luminosa pode ser atribuído à capacidade de ajustar rapidamente seu comportamento fisiológico para maximizar a aquisição de recursos nesses ambientes (DIAS-FILHO, 1997).

Segundo Scalon e Alvarenga (1993), as plantas nativas geralmente possuem respostas diferentes à luminosidade, principalmente quanto ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e a sobrevivência das plântulas. Por isso, a eficiência do crescimento da planta pode ser relacionada com a habilidade de adaptação às condições luminosas do ambiente.

Em ambiente de várzea o açazeiro se desenvolve no sub-bosque com pouca luminosidade, contudo, as plantas têm respostas fisiológicas (fotossíntese) e morfológicas (crescimento) diferentes dependendo do nível de luz a que são submetidas (GAMA et al., 2003).

Nos estudos de Sampaio (2003) sobre o efeito da irradiância no crescimento inicial de plantas jovens de açazeiro (*E. oleracea* Mart.) em sistema agroflorestais no município de Piracicaba-São Paulo, observou grande plasticidade no crescimento e na eficiência do uso da radiação disponível em função da intensidade de irradiância. A autora verificou que a adaptação da faixa de irradiância vai do intenso sombreamento a intensidade alta de irradiância, constatando que o crescimento aumentou com a disponibilidade de luz até um máximo de 80% e que a adaptabilidade aumentou em função da idade dos açazeiros.

Tsukamoto Filho et al. (2001) estudaram os aspectos fisiológicos e estruturais de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes tipos de consórcios e observaram que a luminosidade e o déficit hídrico foram os principais fatores limitantes ao crescimento e que as respostas das plantas aos fatores externos variaram de acordo com a sua fase de desenvolvimento. No mesmo estudo, observaram que aos seis meses de idade, os açazeiros plantados em pleno sol, apresentaram crescimento

em altura maior que os plantados em consórcio. Esses valores foram inferiores aos do plantio em consórcio quando mensurados aos dezoito e trinta meses.

Ohashi e Kageyama (2004) estudaram a variabilidade genética de nove populações de açaizeiro (*E.oleracea* Mart.) na região do estuário amazônico e observaram que o crescimento das plantas (altura e diâmetro do colo) foi influenciado pelas condições ambientais, não sendo possível selecionar populações como superiores ou mais produtivas com base nesses parâmetros e pela distribuição geográfica. Contudo, Bovi et al.(1990) estudando as correlações fenotípicas entre caracteres avaliados nos estádios juvenil e adulto de açaizeiro em Ubatuba-SP observaram que o crescimento do açaizeiro foi influenciado pelo número de perfilhos até o 4º ano após o plantio e que o desbaste das plantas inferiores com base em mensuração da circunferência acelerou o processo de florescimento e frutificação.

A disponibilidade de água no solo é outro fator que favorece o crescimento do açaizeiro. Calbo e Moraes (2000) relataram que déficit hídrico provocou diminuição nas atividades fisiológicas do açaizeiro (fotossíntese, condutância estomática e transpiração); Tsukamoto Filho et al. (2001) observaram que (*E.edulis* Mart.) plantado em florestas secundárias em pleno sol apresentou menor produção de biomassa em virtude do estresse hídrico ocorrido nas parcelas.

Carvalho et al. (1998) citam que o açaizeiro é adaptado a ambientes com alagamento periódico do sistema radicular ocasionado pelo efeito das marés, não afetando a absorção de água pelas raízes; já no período de seca onde a maré alta não cobre parte da vegetação, a absorção de água é mantida em níveis suficiente para suprimir e demandar de transpiração.

Como citado anteriormente, estudos de Sousa e Jardim (2007a) analisando o incremento de plantas de açaizeiro (*E.oleracea* Mart.) em área de vegetação secundária no nordeste paraense, verificaram que a disponibilidade de água no solo no período de janeiro a julho, associada às baixas temperaturas condicionaram o crescimento em diâmetro e comprimento do caulículo. Contudo, a redução da precipitação e o aumento da temperatura do ar a partir de agosto, podem ter ocasionado déficit hídrico no solo em função da elevada evaporação. Esta alteração climática culminou na redução do diâmetro e no menor crescimento do caulículo, em



virtude da dificuldade da absorção de água pelas plantas, ocasionando perda de turgescência das células e desidratação.

Sousa e Jardim (2007c) neste mesmo ambiente, agora analisando a sobrevivência e mortalidade de plântulas de açaí cultivadas em capoeira, verificaram que a sobrevivência das plantas foi maior no período de março a setembro, equivalente a 87,21%. Em outubro ocorreu redução para 52,81% referente a 281 plantas vivas, diminuindo em novembro para 15,22%, com 81 plantas e em dezembro com 3,39% de sobrevivência e 18 plantas vivas.

Com relação à mortalidade, observou-se que no período de março a setembro apenas 68 plantas haviam morrido, representando 12,78% de mortalidade. Em outubro e novembro morreram 183 e 200 plantas, representando 47,19 e 84,78% de mortalidade respectivamente, e no mês de dezembro a mortalidade atingiu valores de 96,61% com 514 plantas mortas (SOUSA; JARDIM, 2007c).

A intensidade luminosa também influenciou na sobrevivência e mortalidade das palmeiras, conforme citado por Tonetti e Negrelle (2001) e Bovi et al. (1988) que registraram 60% e 40% de mortalidade de (*E. edulis* Mart.). Este fator foi o responsável por 100% de mortalidade de (*E. oleracea* Mart.) nas várzeas do Mato Grosso e em Campinas – SP. No entanto, Bovi et al. (1988) observaram maior sobrevivência de (*E. oleracea* Mart.) comparado com *E. edulis* Mart. quando expostos às altas luminosidades. Por conseguinte, a alta mortalidade encontrada por Sousa e Jardim (2007c) ocasionado pelo déficit hídrico e elevadas temperaturas na capoeira de Bragança, confirmam os dados dos autores citados anteriormente.

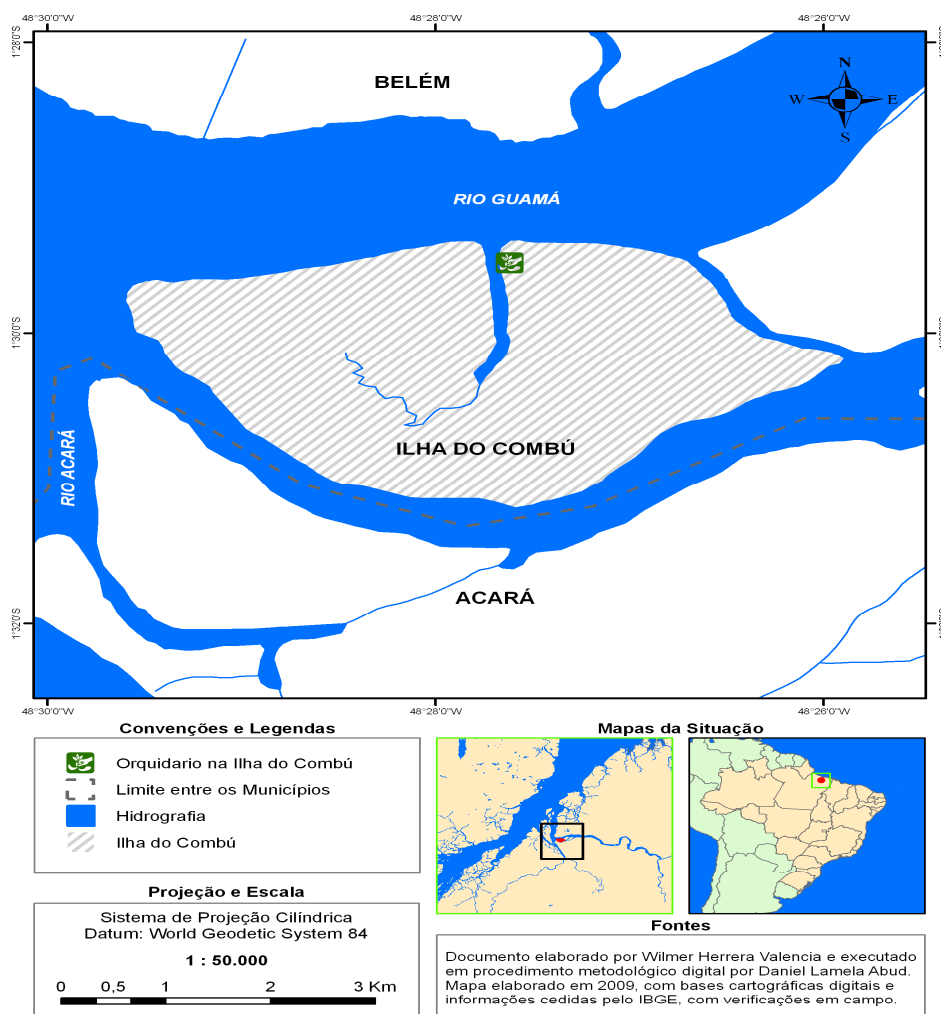
Sousa e Jardim (2007c) observaram que apenas as funções agroecológicas da vegetação secundária (produção de biomassa, proteção e retenção de água no solo, manutenção da microfauna do solo e etc.), não foram suficientes para garantir um bom desenvolvimento e estabelecimento das plantas, tendo em vista que os fatores abióticos como a pluviosidade, a temperatura e o solo, influenciaram no crescimento e mortalidade das plantas de açaizeiros.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental (APA) da Ilha do Combu, município de Belém, Estado do Pará, sob as coordenadas 01° 25' 31" S e 48° 25' 37" W (Figura 3) que possui cerca de 15 km<sup>2</sup>, distante 1,5 km por via fluvial da cidade de Belém. Esta ilha está caracterizada apenas por floresta de várzea, com diversificada composição florística (JARDIM et al., 2007).

Figura 3 - Localização geográfica da APA Ilha do Combu, Belém, Pará.



Fonte: Valencia (2009)

O clima é do tipo Am<sup>6</sup>, segundo a classificação de Koppen, a precipitação média anual é de 2.500mm, com temperatura média anual de 27°C (JARDIM, 2000). O solo resulta do acúmulo de sedimentos imperfeitos a mal drenados, com um horizonte de forte gleização, de coloração acinzentada ou neutra (composto reduzidos de ferro). Este se apresenta por vezes mosqueado de vermelho-amarelado, como consequência da oscilação do lençol freático. São geralmente argilosos, com elevado teor de limo na composição granulométrica e com pH de 7,5 – 8,0 e com valor médio de fósforo inorgânico de 0,10 mg, fósforo orgânico 0,07 mg e carbono 83 ± 27 mg C/g (SILVA; SAMPAIO, 1998).

Quanto à vegetação, a ilha abrange uma área de floresta natural composta de cipós, árvores, arbustos, lianas e espécies de sub-bosque. A composição florística é variada, incluindo floresta primária e secundária (RODRIGUES et al., 2006). As influências sedimentares e topográficas causam efeitos importantes na estrutura da vegetação condicionando a formação de dois ambientes topográficos - a várzea alta e a várzea baixa, por conseguinte determinando diversidade florística diferente (JARDIM, op.cit.). Segundo Martins et al. (2005), a composição florística da várzea baixa é menos diversificada quando comparada com a várzea alta, com expressiva concentração de espécies de palmeiras, principalmente do açazeiro *E. oleracea* Mart. que é a mais abundante em relação às outras espécies. A ocorrência de *Montrichardia arborescens* Schott. (aninga), é frequente neste ambiente. Entre as espécies de árvores dominantes são encontradas: *Pseudobombax munguba* Dugand., *Quararibea guianensis* Aubl., *Hura crepitans* L. e *Matisia paraensis* Huber.

Dentre a diversidade vegetal existente na ilha, foi objeto de estudo o açai por ser uma das 180 espécies de palmeiras de grande importância da flora amazônica, com agregado valor econômico para a região. A espécie habita preferencialmente ambientes alagados e está distribuída em todos os extratos da várzea, desde a várzea alta até a várzea baixa, assim como no igapó. O mesmo apresenta maior densidade populacional nas áreas de influência das marés (CARVALHO et al., 1998; MENEZES NETO, 1994; PELACANI et al., 1995).

---

<sup>6</sup> Clima tropical úmido ou subúmido. É uma transição entre o tipo climático Af e Aw. Caracteriza-se por apresentar temperatura média do mês mais frio sempre superior a 18°C apresentando uma estação seca de pequena duração que é compensada pelos totais elevados de precipitação.

## 4.2 EXPERIMENTO DE CAMPO

Para a coleta dos dados meteorológicos foi instalada uma estação meteorológica automática na ilha do Combu, (marca Intelimet Advantage, modelo COM-210), latitude  $-1.4980^{\circ}\text{S}$  e longitude  $-48.4484^{\circ}\text{W}$ , cujas variáveis atmosféricas foram obtidas a partir dos sensores que coletam a radiação solar incidente em  $\text{W}/\text{m}^2$ , a temperatura do ar ( $T_{\text{ar}}$ ) em  $^{\circ}\text{C}$ , a umidade relativa (UR) em valores percentuais e a precipitação (mm/h).

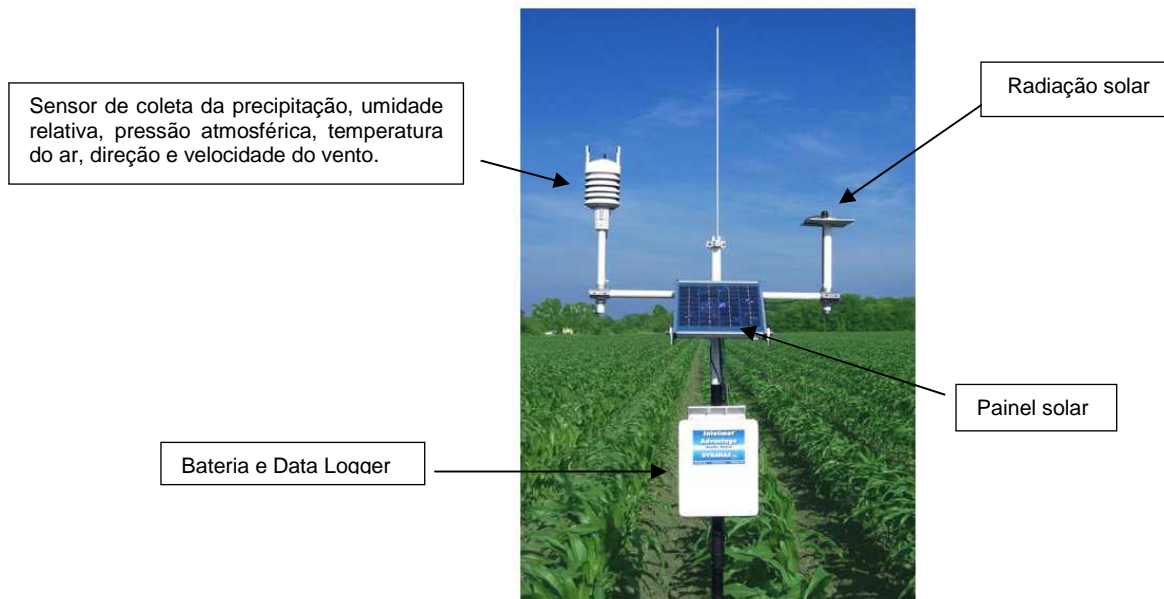
Os dados de radiação solar incidente, registrados em  $\text{W}/\text{m}^2$ , pelo sensor da estação, foram transformados para Mega Joule/dia ( $\text{MJ}.\text{dia}^{-1}.\text{m}^{-2}$ ), para uma melhor compreensão da quantidade e qualidade de energia que chegou no solo do sub-bosque da várzea.

Outra informação com relação à radiação é que esta foi considerada como radiação solar difusa (RSD), para os dados coletados pelo radiômetro da estação no sub-bosque, devido os valores registrados nesta pesquisa, estarem nos mesmos padrões observados por Januário et al. (1992), quando fizeram coletas como estas no interior de uma floresta de terra firme no município de Tucuruí, estado do Pará.

Tais dados foram armazenados em um *Data Logger* (CR200) na escala de tempo de 60 minutos durante o período de estudo que correspondeu aos meses de abril de 2010 a janeiro de 2011, compreendendo o período de transição da estação chuvosa para a estação menos chuvosa da região (abril e maio), o período menos chuvoso (de junho a novembro de 2010) e o início da estação chuvosa (dezembro de 2010 e janeiro de 2011).

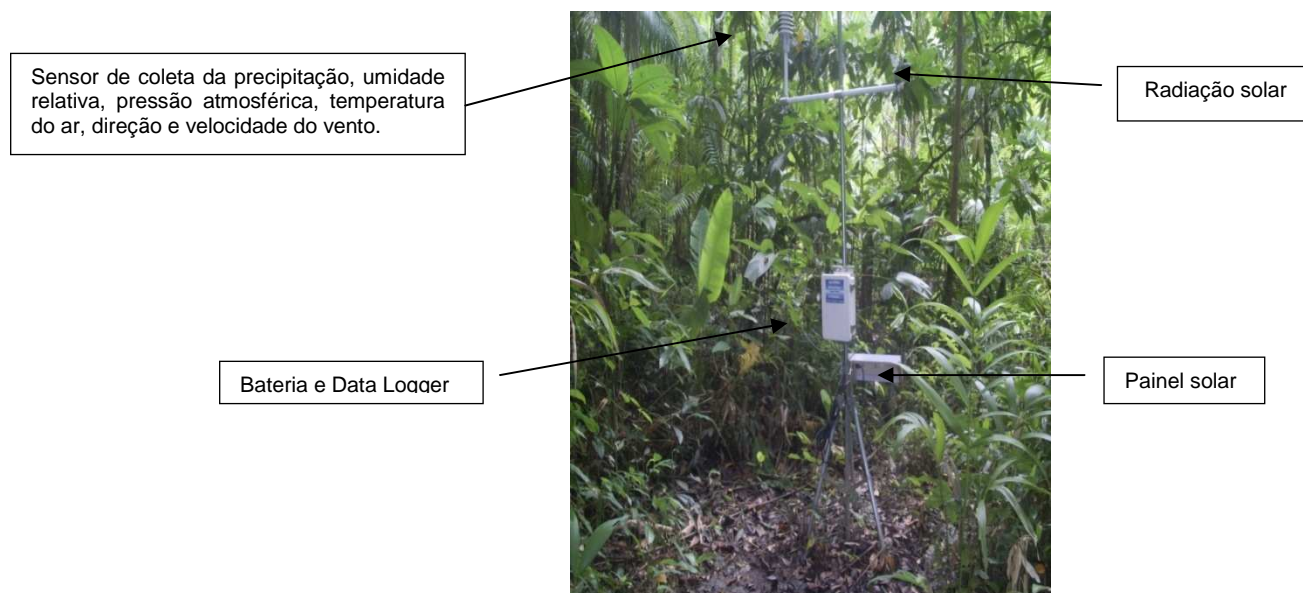
A Figura 4 mostra de forma ilustrativa a estrutura física de uma estação meteorológica automática que consiste de um conjunto de sensores, um painel solar para fonte de energia que alimenta a bateria para o registro e armazenamento dos dados. Na figura 5 é demonstrada a estação meteorológica em ambiente natural de várzea na ilha do Combu.

Figura 4 - Demonstração ilustrativa da estação meteorológica automática para coleta de informações meteorológica em uma cultura de milho.



Fonte: Manual da estação

Figura 5 - Estação meteorológica automática para coleta dos elementos climáticos na área do experimento localizada na floresta de várzea da ilha do Combu, Belém, Pará.

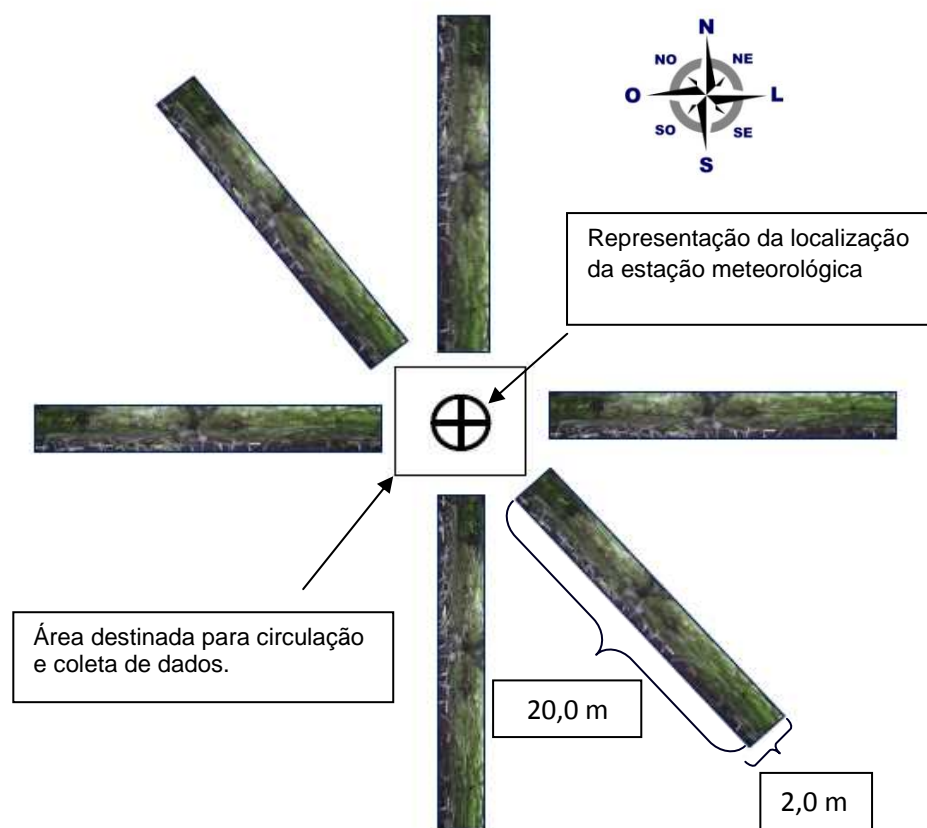


Fonte: Autor

A posição geográfica da estação foi definida levando em consideração à expressividade do número de plantas de açaí e a incidência da radiação difusa através dos *sunflecks* do dossel sobre o painel solar para funcionamento da estação.

A partir da instalação da estação meteorológica, foi definida a demarcação de dois transectos no sentido norte (N) - sul (S) e leste (L) - oeste (O). A estação foi posicionada no ponto de interseção dos transectos N-S e L-O (Figura 6), onde foi desconsiderado dezesseis metros quadrados ao redor da mesma, devido ser uma área destinada para circulação e coleta de dados do *data-logger*.

Figura 6 - Representação gráfica da localização da estação meteorológica (no centro), com as respectivas parcelas demarcadas nos sentidos (N-S;L-O) e as outras duas ao redor.



Fonte: Autor

Sob cada segmento dos transectos (N-S; L-O) foram alocadas as quatro primeiras parcelas sendo a primeira na direção norte, a segunda na direção sul, a terceira à leste e a quarta parcela à oeste. As outras duas parcelas foram definidas de forma aleatória nas proximidades da estação, buscando-se a expressividade da ocorrência das plântulas.

Todas as parcelas tinham limitação quanto à influência da radiação solar devido à boa cobertura do dossel da floresta; a quarta parcela, voltada para a direção oeste, estava sob forte influência da maré, devido sua proximidade a um afluente do igarapé Combu. A área de cada parcela foi de 2,0 m de largura por 20 m de comprimento, divididas em 10 sub-parcelas de 2m x 2m.

Dentro de cada parcela foi identificado e quantificado o número de plântulas de açaí com altura entre 10 cm e 2 m. Com este critério, foram registradas e monitoradas 1072 plântulas de açaí dentro das seis parcelas no período de abril de 2010 a janeiro de 2011. Tais dados foram registrados em uma planilha de campo (Apêndice A), assim como foi feita a identificação das plantas de açaí com uma etiqueta plástica colada a uma haste de madeira que ficou ao lado de cada indivíduo vegetal com base no método utilizado por Sousa e Jardim (2007 a,b e c).

O monitoramento das plântulas foi realizado em média a cada quinze dias (Apêndice B) com a contagem do número de indivíduos por parcela, para verificar a quantidade de indivíduos sobreviventes, mortos e ingressos. A cada visita quinzenal ao campo foram também coletados os dados atmosféricos armazenados no *Data Logger* para um computador pessoal, a fim de analisar a variabilidade da média temporal de 60 minutos, das variáveis meteorológicas de RSD incidente, T\_ar, UR e precipitação durante o período de estudo.

#### 4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Após o período de coleta dos dados atmosféricos, de sobrevivência, mortalidade<sup>7</sup> e ingresso de plântulas de açaí, os mesmos foram correlacionados estatisticamente com a variação temporal entre o total de plântulas monitorados nas parcelas, e os parâmetros meteorológicos. O cálculo da correlação foi obtido através do coeficiente de correlação de Pearson ( $\rho$ ), dado pela equação 2, conforme também usado por Braz e Rossetto (2009), quando avaliaram a qualidade das sementes de girassol correlacionadas a emergência das plântulas:

---

<sup>7</sup> Mortalidade: Por mortalidade das plântulas, considerou-se a perda da capacidade em manter a posição vertical por motivos diversos (incapacidade em resistir às cheias da maré, comprometimento da estrutura foliar pela ação da radiação etc.), contudo tais fatos não foram objetos de investigação.

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{cov(X,Y)}{\sqrt{var(X) \cdot var(Y)}} \quad (2)$$

onde  $x_1, x_2, \dots, x_n$  e  $y_1, y_2, \dots, y_n$  são os valores obtidos de ambas as variáveis (açai e atmosfera).  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  são as médias aritméticas das variáveis (equações 3 e 4).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i \quad (4)$$

A interpretação do coeficiente de correlação ( $\rho_{xy}$ ) foi feita considerando um número puro que varia de  $-1$  a  $+1$  e sua interpretação dependeu do valor numérico e do sinal, como segue:

$\rho_{xy} = -1$  correlação perfeita negativa;       $\rho_{xy} = 1$  correlação perfeita positiva;

$-1 < \rho_{xy} < 0$  correlação negativa;       $0 < \rho_{xy} < 1$  correlação positiva

$\rho_{xy} = 0$  correlação nula;       $0,2 < \rho_{xy} < 0,4$  correlação fraca\*<sup>8</sup>

$0,4 < \rho_{xy} < 0,7$  correlação moderada\*;       $0,7 < \rho_{xy} < 0,9$  correlação forte\*

Os dados meteorológicos de alta resolução das médias horárias foram transformados em médias quinzenais para as seguintes variáveis: RSD, T\_ar e UR. Para a variável precipitação, foi feito a somatória do total de chuva acumulado no período, para fins de comparação com os dados de sobrevivência, mortalidade e natalidade das plântulas. Em seguida, foram efetuadas as combinações temporais entre as informações atmosféricas e o açai, sendo que para algumas situações observadas em campo, foram feitas correlações com defasagem temporal de duas e quatro quinzenas, com a finalidade de avaliar alguns efeitos pontuais para os períodos de elevada mortalidade e de natalidade.

---

<sup>8</sup> \*possui o mesmo significado para os casos negativos ou positivos.



Para a análise das variáveis atmosféricas e biológicas (espaço-temporal) dos meses de abril de 2010 a janeiro de 2011, associada às observações coletadas para a espécie objeto de estudo, foram utilizados o conjunto de dados de reanálises, para a temperatura do ar do National Center for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR), e de Radiação de Onda Longa (ROL) da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) para o período de 1980 a 2010 (LIEBMANN; SMITH, 1996; KALNAY et al., 1996).

Tais dados foram utilizados para a obtenção da climatologia e da anomalia da atmosfera local (Ilha do Combu) e em áreas adjacentes das variáveis de radiação de onda longa (ROL) e temperatura do ar ( $T_{ar}$ ), a fim de verificar a variabilidade atmosférica nas escalas de tempo e clima da área de estudo.

Para o ciclo diurno da atmosfera local, foi feita a média horária para a radiação solar incidente, temperatura do ar e a precipitação incidente no sub-bosque. A partir dos resultados das médias obtidas, geraram-se os gráficos para tais variáveis.

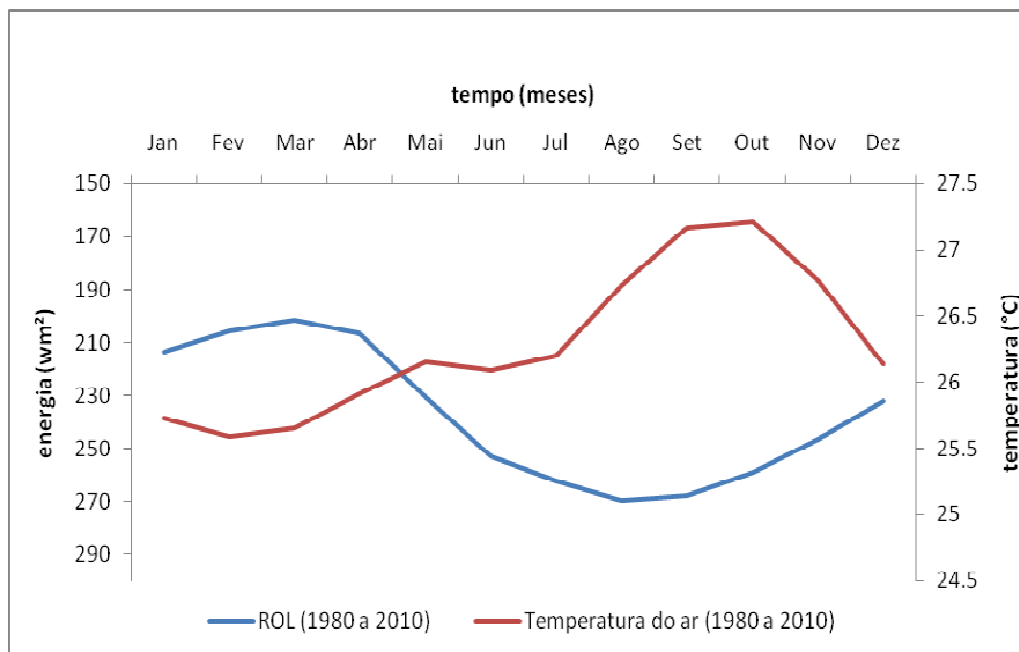
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os resultados e discussões, a partir das análises da climatologia e da variação atmosférica diurna para a ilha do Combu, seguido da determinação da relação entre os elementos meteorológicos em escala local, associados à sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí no ambiente de sub-bosque deste ecossistema.

### 5.1 CLIMATOLOGIA DA ATMOSFERA LOCAL

Utilizando a metodologia desenvolvida por Liebmann e Smith (1996) e Kalnay et al. (1996), gerou-se os gráficos temporais para a climatologia e as anomalias de ROL e T\_ar (figuras 7 e 8) mês a mês para uma série temporal de 30 anos. A Figura 7 mostra a variação temporal anual da atividade convectiva, através da ROL e da T\_ar, indicando duas estações bem definidas, uma chuvosa (janeiro a abril) e outra menos chuvosa (maio a dezembro), conforme citado por Figueroa e Nobre (1990). A T\_ar segue comportamento análogo a ROL, quanto menor ROL menor temperatura.

Figura 7 - Climatologia de ROL e da temperatura do ar para a série temporal de 30 anos (1980 a 2010) para a Ilha do Combu.



Fonte: Autor

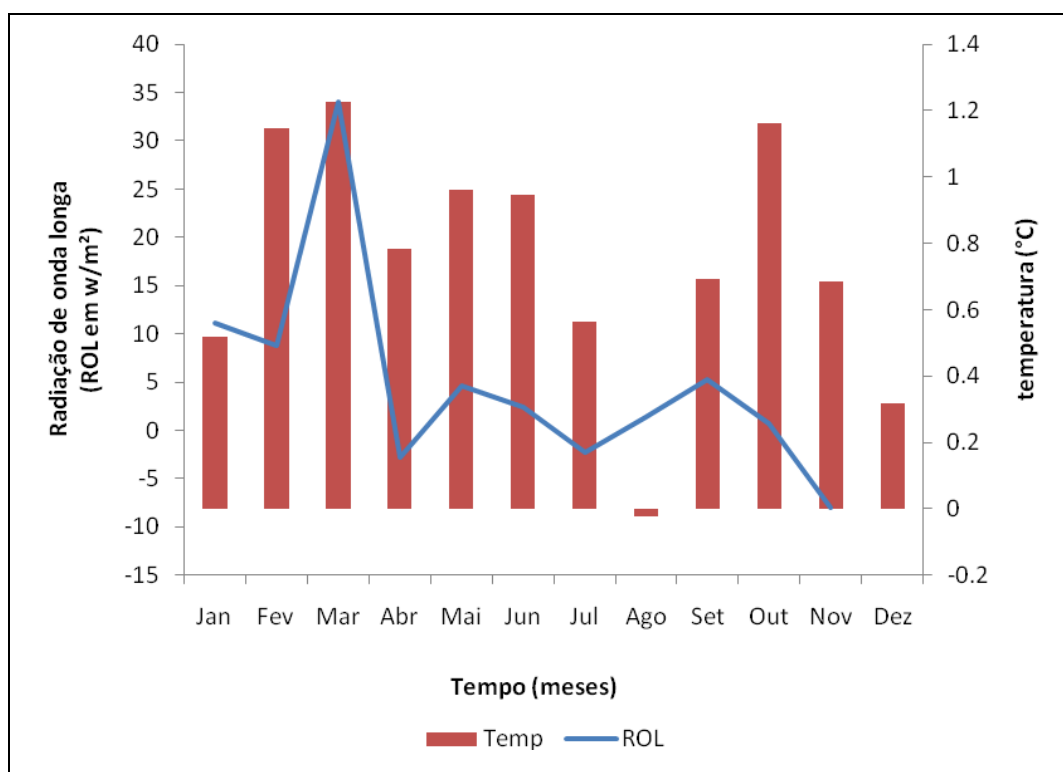
Além disso, observa-se para dezembro valores de 232 W/m<sup>2</sup> para ROL; de janeiro a abril os valores variaram de 206 a 213 W/m<sup>2</sup>. Tais dados ratificam a intensa atividade convectiva deste período, considerado como período chuvoso da região. Estes indicam maior formação de nuvens, ocasionando elevados valores pluviométricos da região, tal qual descrito por Liebmann e Smith (1996), que afirmam que valores de ROL abaixo de 240 W/m<sup>2</sup>, favorecem a formação de nuvens e conseqüente precipitação. Em contrapartida, a T\_ar para o mesmo período, mostra os menores valores da série, em torno de 25,6 °C. Tais dados complementam o que foi apresentado anteriormente, devido à maior cobertura de nuvens no período chuvoso, menos radiação solar atinge o solo, provocando menores temperaturas.

Nos meses restantes da série, (maio a novembro) a climatologia de ROL mostrou decréscimo na curva do gráfico, representando os maiores valores de radiação, com pouca nebulosidade. A ausência de nuvem propicia a entrada de grande quantidade de radiação solar, causando elevação na T\_ar.

A figura 8 demonstra as anomalias para o ano de 2010 representando, quanto de ROL e T\_ar estão acima (anomalia positiva) ou abaixo (anomalia negativa) da média climatológica de 30 anos para o Combu. Vale ressaltar, que o período chuvoso e de transição de 2010, esteve sobre efeito do El Niño, conforme observações e simulações feitas por Souza et al. (2009). Este fenômeno por sua vez, causa redução na precipitação no leste da Amazônia e nordeste do Brasil.

Na análise da figura 8 para o primeiro trimestre do ano de 2010, verifica-se a ocorrência de anomalia positiva de ROL, sendo os maiores valores anômalos em janeiro, com 11,07 W/m<sup>2</sup> (224,74 W/m<sup>2</sup>) e março com 33,99 W/m<sup>2</sup> (235,58 W/m<sup>2</sup>). Ressalta-se que este valor de março foi o maior do ano. Isto significa que para este trimestre houve um excedente de radiação emitida pela superfície, representando menos nebulosidade e menos precipitação do que o esperado para a região.

Figura 8 - Anomalia mensal de ROL e da temperatura do ar para 2010, para a Ilha do Combu.



Fonte: Autor

Para os meses de transição abril e maio, ocorreu anomalia negativa em abril com ROL  $-2,8 W/m^2$  e positiva em maio com  $4,5 W/m^2$ . Estes dados mostram intensa atividade convectiva em abril, com dados de ROL de  $203,63 W/m^2$ , demonstrando convecção nos padrões semelhantes à estação chuvosa. Para o mês de maio, há inversão na anomalia, com valores positivos de  $4,5 W/m^2$ .

A análise da temperatura do ar mostrou um ano inteiro de anomalias positivas, com exceção no mês de agosto ( $-0,02^{\circ}C$ ). Ressalta-se que os meses de fevereiro, março e outubro tiveram os maiores valores anômalos com  $1,14^{\circ}C$ ,  $1,22^{\circ}C$  e  $1,16^{\circ}C$  respectivamente (figura 8).

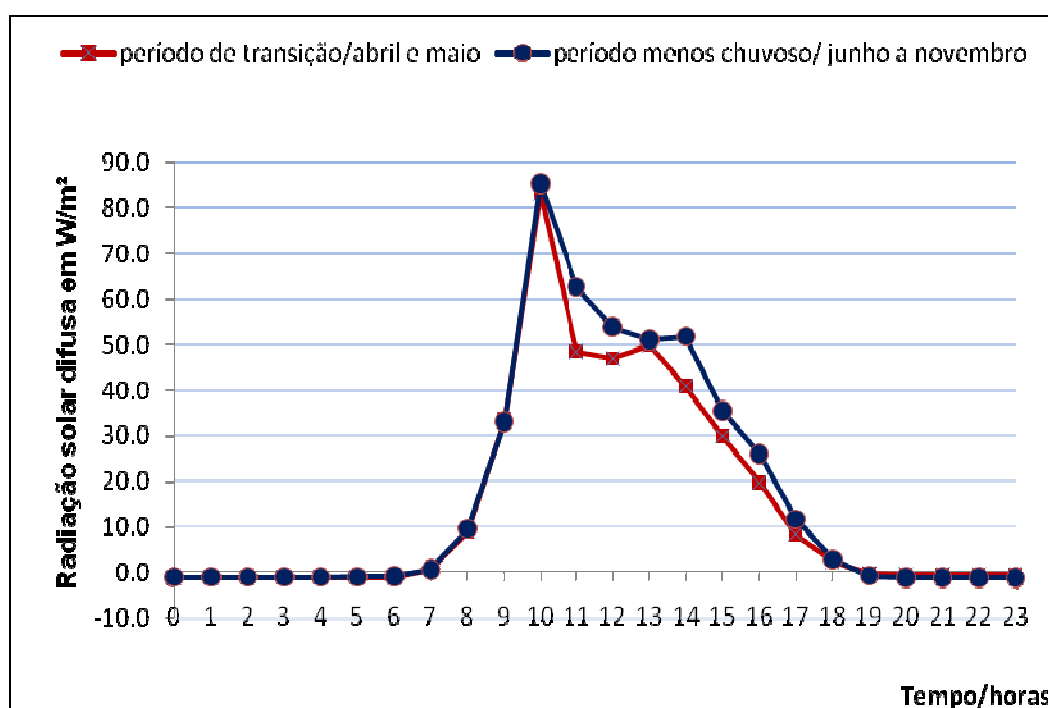
## 5.2 VARIABILIDADE DIURNA DA ATMOSFERA LOCAL

Sobre os dados meteorológicos registrados pela estação automática, para o mesmo período em que as plântulas de açaí foram monitoradas, foram analisadas as variações das médias horárias da radiação solar difusa (RSD) incidente no sub-bosque, da temperatura do ar e da precipitação que chegou ao solo da floresta.

A partir de tais dados foram construídos os gráficos (figuras 9, 10 e 11), que descrevem o comportamento do ciclo diurno destas variáveis.

O ciclo diurno da RSD mostra que o horário de maior incidência da radiação no interior da floresta de várzea é às 10 horas da manhã (figura 9), momento em que o ângulo zenital médio do sol em relação ao *sunfleck* do dossel é de 118,50 graus<sup>9</sup>. Tal fato é observado tanto no período de transição (abril e maio), como em todo período menos chuvoso, com valores médios horários de radiação de 83,10 W/m<sup>2</sup> no período de transição e 85,32 W/m<sup>2</sup> na estação menos chuvosa. Um segundo máximo de radiação, para ambos os períodos, são às 14 horas, com o sol a 61,65° do *sunfleck* e fluxo de radiação de 50,98 W/m<sup>2</sup> para ambos os períodos (figura 9).

Figura 9 - Ciclo diurno da RSD para a Ilha do Combu no período de transição da estação chuvosa para a seca (abril e maio) e a estação menos chuvosa (junho a novembro).



Fonte: Autor

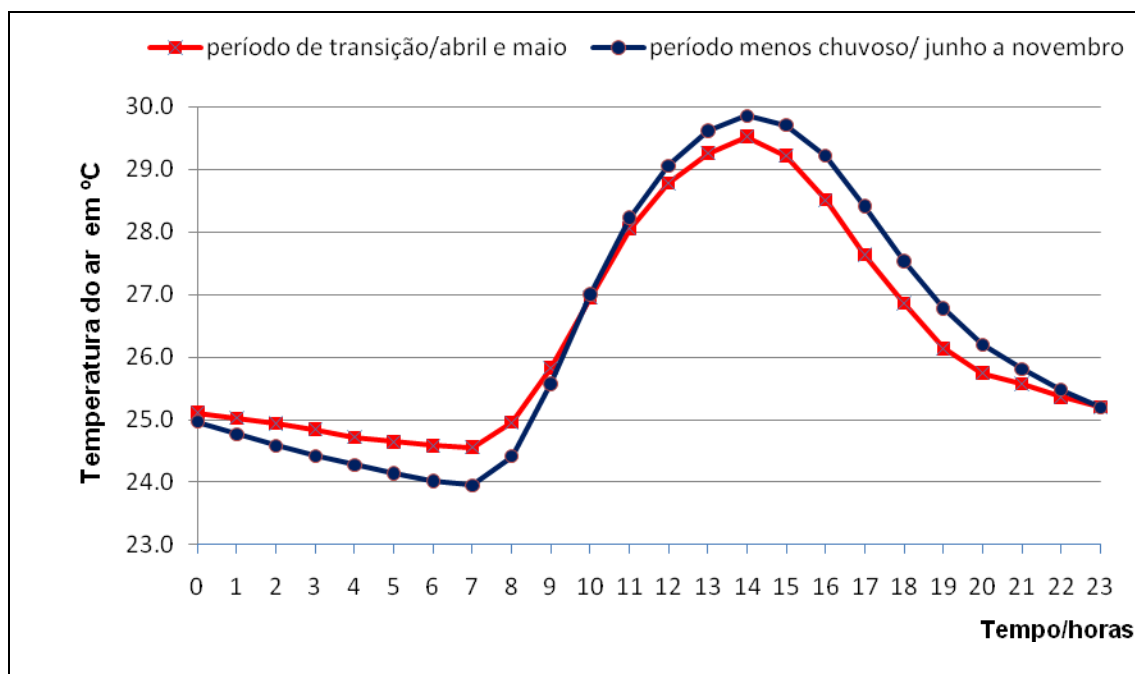
Com relação à temperatura do ar no interior do sub-bosque, esta esteve relacionada aos maiores valores às 14 horas, com 29,5 °C para o período de

<sup>9</sup> O valor do ângulo para as 10 e 14 horas, representa a média dos valores diários (para estes dois horários) do ângulo zenital, considerando todo o período de estudo, segundo método descrito em *Radiation and Cloud Processes in the Atmosphere*, Liou (1992).

transição; e 29,9 °C para o período menos chuvoso. Vilani et al. (2006) observaram este padrão de pico na temperatura no interior de uma floresta de transição Amazônia Cerrado, a 50 Km de Sinop, Mato Grosso, onde a temperatura máxima do ar era atingida às 13 e 14 horas, em consequência da máxima entrada de radiação solar difusa pelo dossel entre às 11 e 13 horas.

Nota-se ainda no gráfico da figura 10, que no intervalo da 0 hora às 9 horas da manhã, a temperatura do ar no sub-bosque é maior no período de transição do que no período menos chuvoso. A partir das 10 horas até as 22 horas, ocorre uma inversão dos valores de temperatura, sendo o período menos chuvoso mais quente que os meses de transição. Este comportamento da madrugada e início da manhã pode estar associado com a capacidade que a floresta tem em armazenar energia. No entanto, à tarde e a noite, períodos de maior ocorrência de precipitação local, a nebulosidade dos meses de transição, reduzem a temperatura do ar em relação ao período menos chuvoso.

Figura 10 - Ciclo diurno da T\_ar para a Ilha do Combu no período de transição da estação chuvosa para a seca (abril e maio) e a estação menos chuvosa (junho a novembro).

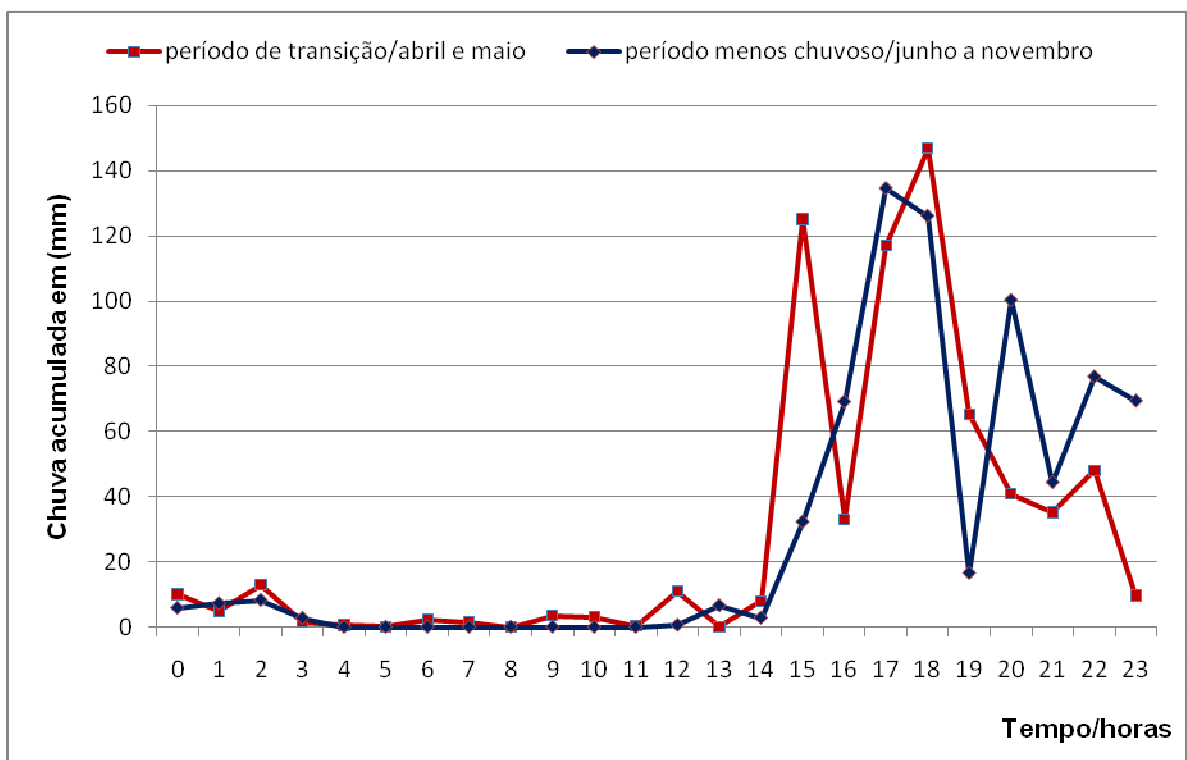


Fonte: Autor

A variação diurna da precipitação para a ilha mostra comportamento temporal semelhante ao observado em Belém, tal qual descrito por Kousky (1980),

com os maiores volumes de chuva no período da tarde, entre as 14 e 18 horas, com ocorrência de chuva também à noite (figura 11). Pereira Filho et al. (2010), descrevem que o efeito da ZCIT parece ser limitado para a Amazônia oriental, onde a brisa do mar desempenha um papel desencadeador, para a formação de uma linha de instabilidade que se desloca para o oeste da região. Segundo os boletins climáticos do RPCH (2010) nos meses de transição a ZCIT se manteve acima do equador, favorecendo apenas o deslocamento de nebulosidade do oceano para o continente que ocasionou precipitação. No período menos chuvoso, os efeitos locais (brisa marítima) contribuíram para a formação de nebulosidade a tarde e noite, provocando chuva de pouca intensidade.

Figura 11 - Ciclo diurno da precipitação para a Ilha do Combu no período de transição da estação chuvosa para a menos chuvosa (abril e maio) e para a estação menos chuvosa (junho a novembro).



Fonte: Autor

### 5.3 ANÁLISE DO MONITORAMENTO DAS PLÂNTULAS

No período de estudo de abril de 2010 a janeiro de 2011, em que foi monitorada a sobrevivência e mortalidade das plântulas de açaí *Euterpe oleracea* Mart., assim como o ingresso de novos indivíduos desta espécie, verificou-se que, do total de 1072 indivíduos inicialmente identificados, ocorreu à mortalidade de 308 plantas correspondendo a 29% do total inicial. A sobrevivência das plântulas teve um significativo resultado, com a permanência de 764 indivíduos no ambiente de sub-bosque de várzea, representando 71% de sobrevivência (tabela 1).

Tabela 1 - Total e percentual geral de plântulas de açaí monitoradas no período de março de 2010 a janeiro de 2011, demonstrando os valores de sobrevivência, mortalidade e ingresso de novos indivíduos.

| Período      | Sobrevivência | %   | Mortalidade | %  | Ingresso | %  |
|--------------|---------------|-----|-------------|----|----------|----|
| Abril/2010   | 1072          | 100 | 00          | 00 | 00       | 00 |
| Janeiro/2011 | 764           | 71  | 308         | 29 | 391      | 36 |

Fonte: Autor

Com relação ao ingresso de novas plantas de açaí no sub-bosque, foi observado que no período compreendido entre o início do mês de abril a 1ª quinzena de junho, o número de natalidade foi pouca expressiva. A partir da 2ª quinzena de junho até o final do monitoramento em janeiro de 2011, o ingresso de plântulas de açaí, ganhou uma alta representatividade, totalizando 391 novos indivíduos, que correspondeu a 36% das 1072 plântulas identificadas inicialmente (tabela 1).

Nota-se que a dinâmica de regeneração natural na várzea, tem uma elevada intensidade, onde se verificou a reposição de modo expressivo de novos indivíduos da população de plântulas de açaí, em substituição as 308 plantas que morreram no período de observação.

A partir das informações meteorológicas horárias registradas pela estação automática, foi calculada a média quinzenal para as variáveis: RSD incidente no solo do sub-bosque, a temperatura e UR do ar. Para a variável precipitação, foi feita a



somatória dos dados com registro de chuva, resultando em valores acumulados em milímetros para o mesmo período de observação. A partir das informações coletadas do *Data logger* e dos cálculos das médias, foi feita a tabulação dos dados (tabela 2).

Tabela 2 - Dados meteorológicos das médias quinzenais referente aos dezoito períodos de monitoramento da sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí.

| Monit. | Período <sup>10</sup> | M_Rad  | M_T   | M_UR  | ∑_Prec. | Sobv. | % Sobv. | Mort.    | % Mort. | Nat. | % Nat. |
|--------|-----------------------|--------|-------|-------|---------|-------|---------|----------|---------|------|--------|
| 1      | 15/abr/10             | 27,216 | 26,0  | 89,66 | 281,20  | 1072  | 100     | 0        | 0       | 0    | 0      |
| 2      | 05/mai/10             | 27,480 | 26,11 | 89,08 | 343,97  | 1072  | 100     | 0        | 0       | 2    | 0,18   |
| 3      | 20/mai/10             | 37,624 | 26,51 | 87,59 | 161,69  | 1056  | 98,5    | 16 (16)  | 1,5     | 1    | 0,09   |
| 4      | 04/jun/10             | 36,399 | 26,35 | 88,70 | 185,76  | 1006  | 93,84   | 50 (66)  | 4,66    | 3    | 0,27   |
| 5      | 19 /jun/10            | 50,016 | 26,19 | 86,37 | 94,27   | 990   | 92,35   | 16 (82)  | 1,49    | 50   | 4,6    |
| 6      | 04/jul/10             | 49,319 | 25,87 | 86,28 | 113,46  | 974   | 90,8    | 16 (98)  | 1,49    | 274  | 25,5   |
| 7      | 19/jul/10             | 51,931 | 26,09 | 83,92 | 85,28   | 960   | 89,5    | 14 (112) | 1,3     | 274  | 25,5   |
| 8      | 06/ago/10             | 42,498 | 26,08 | 82,76 | 95,75   | 902   | 84,14   | 58 (170) | 5,4     | 472  | 44     |
| 9      | 24/ago/10             | 33,517 | 26,32 | 82,09 | 58,34   | 884   | 82,46   | 18 (188) | 1,6     | 416  | 38,8   |
| 10     | 08/set/10             | 30,249 | 26,45 | 85,95 | 34,18   | 876   | 81,71   | 8 (196)  | 0,74    | 464  | 43,28  |
| 11     | 23/set/10             | 29,166 | 26,63 | 83,92 | 45,88   | 856   | 79,8    | 20 (216) | 1,86    | 410  | 38,24  |
| 12     | 08/out/10             | 29,790 | 26,70 | 80,59 | 8,70    | 840   | 78,3    | 16 (232) | 1,5     | 398  | 37,12  |
| 13     | 22/out/10             | 28,724 | 26,54 | 83,10 | 21,12   | 816   | 76,1    | 24 (256) | 2,23    | 373  | 34,8   |
| 14     | 05/nov/10             | 28,423 | 26,79 | 82,51 | 6,23    | 806   | 75,1    | 10 (266) | 0,93    | 345  | 32,18  |
| 15     | 19/Nov/10             | 30,389 | 26,67 | 83,57 | 38,40   | 802   | 74,8    | 4 (270)  | 0,3     | 338  | 31,5   |
| 16     | 15/dez/10             | 30,062 | 26,37 | 85,42 | 86,23   | 778   | 72,57   | 24 (294) | 2,23    | 352  | 32,8   |
| 17     | 29/dez/10             | 25,136 | 25,73 | 86,83 | 69,82   | 776   | 72,38   | 02 (296) | 0,18    | 361  | 33,67  |
| 18     | 17/jan/11             | 23,376 | 25,25 | 85,08 | 136,15  | 764   | 71,26   | 12 (308) | 1,12    | 391  | 36,47  |

M\_ Rad: média da radiação solar incidente em MJ. m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>; M\_T: média da temperatura do ar no sub-bosque em °C; M\_UR:média da umidade relativa em %; ∑\_Prec.: soma da precipitação acumulada; Sobv.:sobrevivência; % Sobv.: Percentual de sobrevivência; Mort.:mortalidade do período e acumulado; % Mort.:Percentual de mortalidade; Nat: Natalidade ou total de ingressos no período; % Nat.: Percentual de ingressos.

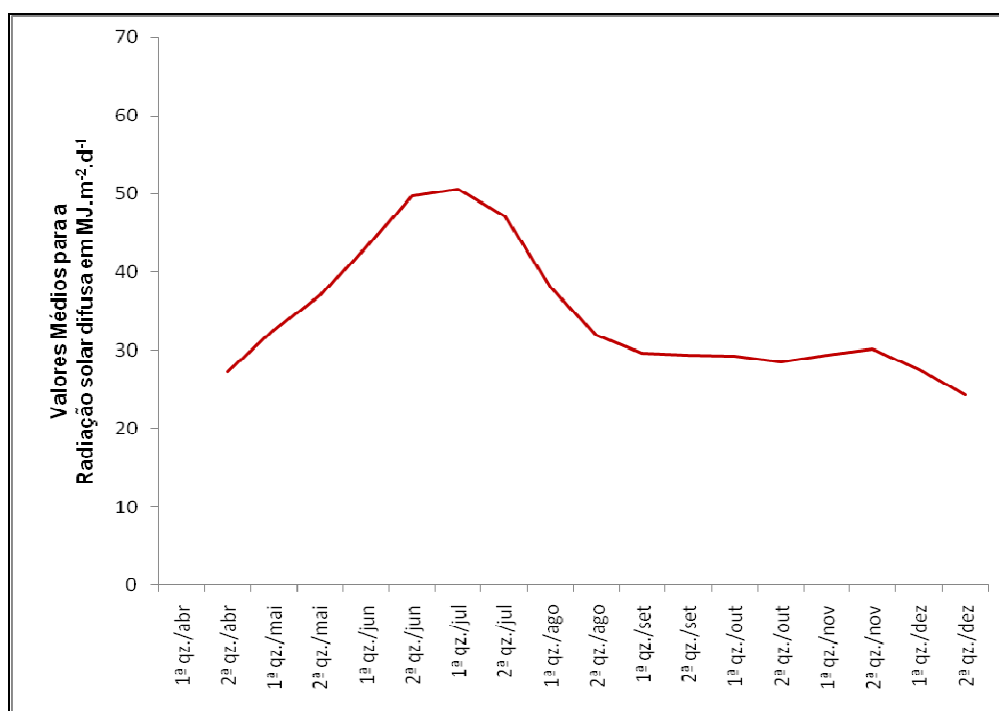
<sup>10</sup> Período: Intervalo temporal (em média 15 dias), que foram considerados para obtenção das médias das variáveis meteorológicas coletadas pela estação. O último dia de cada período foi a ocasião em que se realizou o monitoramento em campo das plântulas de açaí (conforme citado na tabela acima e planilhado no apêndice B).

## 5.4 CORRELAÇÃO ESTATÍSTICA DE PEARSON (CE $\rho$ ) DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS COM AS PLÂNTULAS DE AÇAÍ

### 5.4.1 Correlação da radiação solar com as plântulas de açaí

Para a radiação solar difusa incidente no solo do sub-bosque, constatou-se que a média quinzenal dos dados, descreve uma curva de tendência (figura 12), com valores de maior incidência da radiação durante os meses de junho e julho. Os menores valores são verificados no período de transição e na estação menos chuvosa devido o albedo das nuvens, a atenuação da radiação pelo dossel da floresta e a sazonalidade, nos mesmos padrões descritos por Aguiar et al. (2006), Hernandez et al. (2004) e Sousa Filho et al. (2006). Estudos de Januário et al. (1992) e Hernandez et al. (2004), demonstraram que a radiação difusa que atinge o solo da floresta está entre 4,7 e 5,5% do valor da radiação global que atinge o dossel da floresta, sendo a maior parte da energia absorvida pelas folhas da copa das árvores.

Figura 12 - Linha de tendência da média quinzenal da radiação solar difusa incidente no sub-bosque, no período de abril de 2010 a janeiro de 2011.



Fonte: Autor

A análise da CE  $\rho$  entre a RSD, com a sobrevivência das plântulas de açai durante todo o período de estudo, mostrou uma tendência de moderada correlação positiva de 0,42, (tabela 3) revelando a influência da luz do sol na dinâmica de estabelecimento de plântulas no sub-bosque da várzea ao longo do ano.

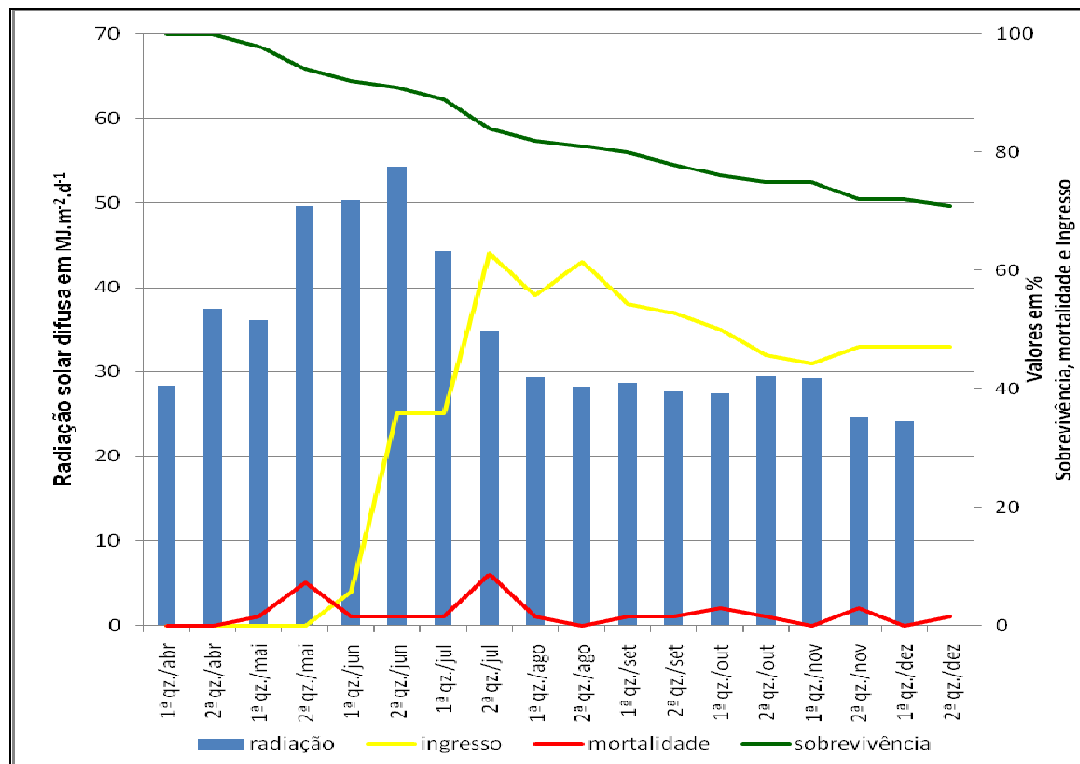
Tabela 3 - Matriz de correlação da Radiação solar difusa com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açai, considerando todo o período de estudo.

|   | <b>R. Solar</b>                            |                      |                    |                 |
|---|--|----------------------|--------------------|-----------------|
|   | <b>(MJ. m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>)</b> | <b>Sobrevivência</b> | <b>Mortalidade</b> | <b>Ingresso</b> |
| <b>R. Solar (MJ. m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>)</b> | 1  |                      |                    |                 |
| <b>Sobrevivência</b>                                | 0.42                                       | 1                    |                    |                 |
| <b>Mortalidade</b>                                  | 0.35                                       |                      | 1                  |                 |
| <b>Ingresso</b>                                     | -0.18                                      |                      |                    | 1               |

Fonte: Autor

Para os meses de abril e maio, o número de plântulas sobreviventes foi de 94% (figura 13 e tabela 2), para uma frequência média da atividade radiativa de 32,17 MJ. m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>. Apesar da tendência de subida da curva de radiação e decréscimo da sobrevivência, em direção ao período menos chuvoso, os valores médios da radiação ainda se ajustam muito bem nestes dois meses de transição (abril e maio), a atividade fisiológica do açai, devido às características sazonais deste período (cobertura de nuvens), favorecendo a tendência de sobrevivência das plantas.

Figura 13 - Dados percentuais de sobrevivência, mortalidade e ingresso de plântulas de açaí em função da média quinzenal da radiação solar difusa.



Fonte: Autor

A CE  $\rho$  da RSD com a mortalidade para o período de estudo foi de 0,35 (tabela 3); ainda que tenha sido uma fraca correlação positiva para o período de estudo, observações de campo mostram que, a elevação da radiação em alguns meses desencadeia um maior número de mortalidade (figura 13).

A análise dos picos de mortalidade, como a ocorrida no mês de maio, mostra que neste mês aconteceu o segundo maior número do período de estudo (figura 13 e tabela 2), com a perda de 66 indivíduos (6% de mortalidade). Ao se verificar a média da radiação<sup>11</sup> que entrou no sub-bosque no mês de maio, somente no horário das 10 horas da manhã, esta apresentou valor de 9,26 MJ. m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, com registro das maiores incidências de radiação nos dias 15 e 22 de maio com valores de 14,72 MJ. m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup> e 16,18 MJ.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup> respectivamente.

<sup>11</sup> Análise da radiação feita com defasagem temporal de duas quinzenas.

Estas observações estão de acordo com Araújo e Deminicis (2009), onde relatam que, a exposição de plantas jovens à luz solar plena pode levar a queda do potencial hídrico das folhas, causada por alta demanda evaporativa provocada pela elevada radiação, sendo responsável pelo aumento da temperatura da mesma e pela restrição estomática à transpiração que, eventualmente, intensifica os efeitos da fotoinibição. Tais dados de mortalidade das plântulas de açaí em função da elevada radiação no sub-bosque da várzea, estão em concordância com os relatos destes autores, que afirmam que entre os fatores abióticos que limitam a produtividade das plantas, destacam-se os altos níveis de radiação solar incidente. O aumento excessivo da luz, acima da capacidade de utilização da planta para a fotossíntese pode resultar em uma condição de estresse luminoso denominada de fotoinibição ou solarização.

Gama et al. (2003), demonstraram que no ambiente de sub-bosque de várzea, com pouca luminosidade, o açazeiro tem um bom desenvolvimento, no entanto, as respostas fisiológicas e morfológicas que as plantas apresentarão, dependerão dos níveis de radiação a que estão submetidas. Conforto e Contin (2009) ratificam estas observações ao constatarem que *E. oleracea* Mart. se desenvolveram melhor com sombreamento de 50% em relação a radiação solar global. Estes autores observaram uma melhora na expansão da área foliar, o que maximizou a intercepção da claridade e o uso da luz de modo mais eficientemente; esse processo levou ao aumento do ganho do carbono em irradiações solares baixas.

A partir do mês de junho e especialmente no mês de julho, a irradiância atingiu os maiores valores do período de observação (figura 13 e tabela 2), sendo a média para estes dois meses<sup>12</sup> de  $48,44 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ; e, média da radiação para o bimestre às 10 horas de  $12,96 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ , com registros de picos de radiação de  $16,16 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  às 10 horas no dia 27 de junho e  $20,73 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  às 10 horas no dia 24 de julho.

---

<sup>12</sup> Considerando todos os horários em que ocorreu radiação solar difusa. Das 07horas da manhã às 18horas para o bimestre junho/julho.

Nota-se que durante, somente, nestes dois meses de intensa radiação solar, a mortalidade das plântulas de açaí se acentuou, com a perda de 104 indivíduos perfazendo 10,1% de mortalidade<sup>13</sup>, (defasagem temporal de 4 quinzenas), diferentemente das primeiras três quinzenas iniciais (1ª e 2ª de abril e 1ª de maio), onde ocorreu apenas 1% de perda.

Assim como no mês de maio, observa-se nestas quatro quinzenas, o mesmo efeito dos elevados valores de radiação difusa, associados a elevada mortalidade, provavelmente à fotoinibição do aparato fotossintético das folhas das plântulas. Tsukamoto Filho et al. (2001) pesquisando a introdução do açaí da espécie (*Euterpe edulis* Mart.) em diferentes tipos de consórcios agroflorestais no município de Lavras (MG), verificaram efeito negativo do plantio do açaí a pleno sol, afetando o crescimento longitudinal da planta. Nakazono et al. (2001), ratificaram estas observações ao estudarem o crescimento inicial de (*Euterpe edulis* Mart.) em diferentes regimes de luz, onde constataram que, o açaí plantado a luz solar plena, apresenta diminuição do crescimento, assim como redução da massa seca e intolerância a elevados teores de radiação.

Para o restante do período de estudo (agosto de 2010 a janeiro 2011), houve um comportamento médio da radiação em  $28,88 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ , favorecendo a sobrevivência das plântulas, com percentual de sobrevivência de 87,13% (de agosto/2010 a janeiro/2011) e conseqüente decréscimo da mortalidade, com 12,87% de mortalidade para o mesmo período (figura 13).

Sampaio (2003) estudando o efeito da irradiância no crescimento inicial de plantas jovens de açaí em sistema agroflorestais no município de Piracicaba (SP), ao longo de três períodos de observação (P1: novembro de 2001 a maio de 2002; P2: maio de 2002 a novembro de 2002 e P3: novembro de 2002 a maio de 2003), verificou que a melhor taxa de crescimento absoluto do açaí ocorreu nos sistemas sob o sombreamento de seringueiras, no P1 e P3, para mudas plantadas a 15,5m de distância das seringueiras.

O excesso de irradiância observado no P2 foi prejudicial para os açaizeiros plantados a 23,5m e 33,5m. Quando a autora analisou a eficiência de uso de

---

<sup>13</sup> Análise com defasagem temporal de quatro semanas (duas quinzenas de junho e duas de julho).

radiação disponível, verificou que as mudas que cresceram sob o dossel das árvores apresentaram a melhor eficiência do uso da radiação disponível no P1. Este padrão foi mantido nos demais períodos para as plantas sob seringueira que apresentaram os maiores valores, não diferindo a distância em que as plantas foram plantadas.

A CE  $\rho$  da radiação com o ingresso de novos indivíduos para todo o período de estudo foi negativamente fraca -0,18 (tabela 3). A baixa representatividade do cálculo da correlação, para todo o período de estudo em relação à natalidade, não se ajusta bem a sazonalidade da radiação. No entanto, observa-se que a elevada radiação da 2ª quinzena de junho e a 1ª de julho, sugere a potencialização da germinação da semente de *E. oleracea* Mart. no solo da várzea, pois a correlação deste período é perfeitamente positiva (1,0). O retorno da RSD para os padrões médios de  $28,88 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  nos meses seguintes provavelmente tenha possibilitado o conseqüente ingresso, de forma expressiva, das novas plântulas da espécie.

Contudo, devido à carência de trabalhos que demonstrem a ação da radiação solar na germinação de sementes, principalmente em ambientes naturais, a fundamentação desta relação (radiação solar e germinação) será feita através dos dados de temperatura do ar, visto que, através dos gráficos do ciclo diurno da radiação (figura 9) e da temperatura do ar (figura 10), verifica-se uma excelente relação destes dois parâmetros, com defasagem temporal de 4 horas.

#### **5.4.2 Correlação da precipitação com as plântulas de açaí**

Os dados de precipitação coletados no sub-bosque apresentaram valores acumulados em 1.180 mm (entre os meses de abril a junho) e 299 mm (de agosto a novembro). Tais dados se ajustam muito bem a climatologia desta variável para a Amazônia oriental, conforme descrito por Reboita et al. (2010) e Souza et al. (2009). Esses autores descrevem um volume de chuvas superiores a 2.000 mm/ano, decorrentes da intensa atividade convectiva, em associação aos padrões de circulação atmosférica quase-estacionários de grande escala, associados à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Sendo, a ZCIT, o principal sistema meteorológico indutor de chuva na Amazônia, durante o pico da estação chuvosa.

Dados observacionais da rede estadual de previsão climática e hidrometeorológica<sup>14</sup> (RPCH, 2010) para o trimestre de Marco, abril e maio de 2010, para o leste do estado do Pará, demonstraram a forte influência das anomalias positivas da temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico tropical; condição que influenciou mais ativamente a ocorrência de chuvas na faixa litorânea da Amazônia oriental. Na região do Oceano Atlântico tropical persistiu o forte aquecimento, especialmente na bacia norte, onde as temperaturas anômalas positivas de TSM alcançaram até 3°C acima da média. As águas quentes no Atlântico equatorial tropical contribuíram para a intensificação da atividade da ZCIT sobre o norte da região Amazônica e a formação de linhas de tempestade associadas à brisa marítima na faixa litorânea da Amazônia oriental.

A correlação dos dados de precipitação sobre a ilha do Combu com a sobrevivência das plântulas de açaí mostra uma CE  $\rho$  de 0,74 (tabela 4) representando uma forte correlação entre esta variável (com um volume de chuva acumulado para o período de estudo de 1.866,43 mm) e as atividades que possibilitaram a sobrevivência das plântulas.

Tabela 4 - Matriz de correlação da Precipitação em (mm) com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí.

|                      | <b>Precipitação</b> | <b>Sobrevivência</b> | <b>Mortalidade</b> | <b>Ingresso</b> |
|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-----------------|
| <b>Precipitação</b>  | 1                   |                      |                    |                 |
| <b>Sobrevivência</b> | 0.74                | 1                    |                    |                 |
| <b>Mortalidade</b>   | -0.12               |                      | 1                  |                 |
| <b>Ingresso</b>      | -0.77               |                      |                    | 1               |

Fonte: Autor

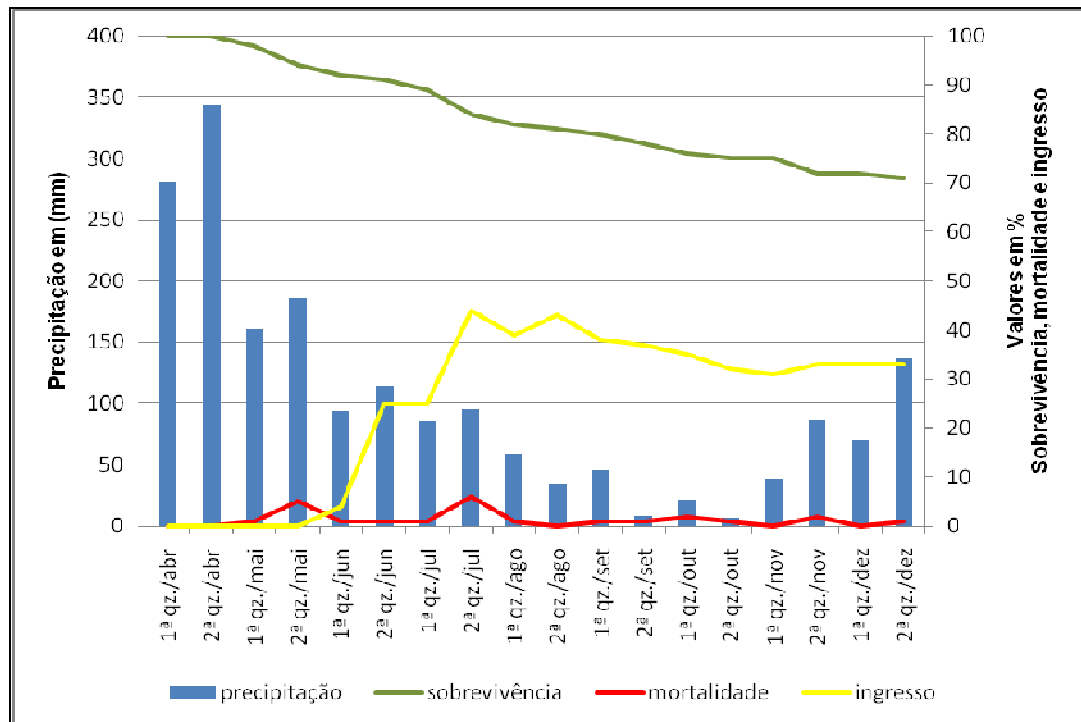
Nota-se que o período de maior sobrevivência correlacionado com os dados de precipitação, ocorreu de abril a junho de 2010 perfazendo 92% de sobrevivência, correspondendo a permanência de 990 indivíduos (figura 14 e tabela 2). Os dados

<sup>14</sup> REDE ESTADUAL DE PREVISÃO CLIMÁTICA E HIDROMETEOROLÓGICA-(RPCH). **Boletim de Análise e previsão climática**. Jan-dez./2010.



de chuva acumulados para este período são de 1.180,35 mm, ressaltando-se que o maior pico de chuva ocorreu na segunda quinzena de abril com 333,97 mm acumulados, e, menor precipitação na primeira quinzena de junho com 94,27 mm.

Figura 14 - Relação da sobrevivência, mortalidade e ingresso de plântulas de açai em função da precipitação acumulada quinzenalmente.



Fonte: Autor

A partir do mês de julho de 2010 até janeiro de 2011, a tendência de sobrevivência diminuiu de forma concomitante com a sazonalidade da chuva, onde o mês de julho termina com 90% de sobrevivência (960 indivíduos) e o final das observações em janeiro terminou com 764 plântulas, representando 71% de sobrevivência (figura 14 e tabela 2). Para este mesmo intervalo temporal, o acumulado de chuva foi de 686 mm, com maior valor na segunda quinzena de dezembro com 136,5 mm e o menor, na 2ª quinzena de outubro com 6,23 mm acumulados.

Na análise da mortalidade no período de estudo (abril de 2010 a janeiro de 2011), verifica-se que esta se acentua com a diminuição das chuvas sobre a região, sendo a CE  $\rho$  entre a precipitação e a mortalidade negativamente fraca -0,12 (tabela

4). Este indica que somente a diminuição nos volume de chuva não é fator suficiente para determinar a mortalidade das plantas. Associado a isto, existe também a interação da precipitação com outros fatores como a radiação solar, a temperatura e a umidade relativa do ar.

Dados similares a estes foram verificados por Sousa e Jardim (2007c) quando analisaram também a sobrevivência e mortalidade de plântulas de açaí *E.oleracea* Mart. em função da precipitação, cultivadas em área de vegetação secundária no nordeste paraense. Estes autores verificaram que a sobrevivência das plantas foi maior no período de março a setembro, equivalente a 87,21%. Em outubro ocorreu redução para 52,81% referente a 281 plantas vivas, diminuindo em novembro para 15,22%, com 81 plantas e em dezembro com 3,39% de sobrevivência e 18 plantas vivas.

Com relação à mortalidade das plântulas, Sousa e Jardim (2007c) observaram que no período de março a setembro apenas 68 plantas haviam morrido, representando 12,78% de mortalidade. Em outubro e novembro morreram 183 e 200 plantas, representando 47,19 e 84,78% de mortalidade respectivamente. No mês de dezembro a mortalidade atingiu valores de 96,61% com 514 plantas mortas. Eles ressaltam que a maior taxa de sobrevivência ocorreu no período de maior precipitação (janeiro a julho) e menor temperatura média (março a julho), diminuindo a sobrevivência a partir de setembro com a redução das chuvas e aumento da temperatura do ar.

Estudos de Calbo e Moraes (2000), analisando os efeitos da deficiência de água em plantas jovens de (*Euterpe oleracea* Mart.), submetidas a estresse hídrico, perceberam que o déficit hídrico provoca diminuição nas atividades fisiológicas do açaizeiro, com fotossíntese nula há 61 dias sem irrigação, assim como redução na condutância estomática e transpiração. Quando as plantas foram reidratadas, a recuperação da fotossíntese, a condutância estomática e a transpiração iniciaram um dia após a irrigação, sendo que a fotossíntese atingiu sua plena atividade no 14º dia de irrigação.

A correlação do ingresso de novos indivíduos com a chuva apresenta uma forte correlação negativa, com valor de -0,77 (tabela 4) representando que a

germinação ocorre preferencialmente na estação menos chuvosa. Os dados de precipitação para os meses de abril e maio mostraram que o excesso de água no solo, somados aos pulsos de maré, promovem uma situação desfavorável para a germinação e conseqüente emergência de plântulas. Tais fatos (germinação e emergência), só foram verificados a partir do mês de julho com a diminuição do volume de chuva, e como discutido anteriormente, aos dados elevados de RSD.

Situações de elevada precipitação, tal qual observada no mês de abril, coincidindo com as enchentes periódicas características da várzea, promovem o alagamento da área com submersão do banco de sementes, assim como de um considerado número de indivíduos da população de plântulas. Parolin (2009) descreve que o excesso de água no solo da várzea, ocasionados pelos pulsos periódicos de inundação, causam uma situação de hipóxia no solo, reduzindo drasticamente a germinação, impedindo a penetração do oxigênio na semente, e, diminuindo conseqüentemente todo o processo metabólico vegetal.

Nazário e Ferreira (2010) descrevendo a influência dos diferentes níveis de água na germinação de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. May.) e emergência de plântulas, constataram que o excesso de hidratação das sementes pode reduzir drasticamente a germinação, sendo que, a embebição da semente de tucumã em água favoreceu a emergência de plântulas, independente da temperatura (25°C, 30°C, 35°C e 40°C) no período 2, 4, e 6 dias de embebição.

Maurenza et al. (2009) estudando a sobrevivência de plântulas recém formadas de *Pouteria glomerata* (Sapotaceae) sob a condição de submersão total e parcial, verificaram que as plântulas se desenvolveram melhor nas condições não inundadas, e que a inundação total mostra-se claramente como a situação mais crítica. Em condições naturais, estes autores descrevem um somatório de diversas alterações de natureza física atuando durante a submersão, tais como: 1- a imediata interrupção na interface planta-atmosfera, e conseqüentemente, das condições para troca gasosa das folhas. Ou seja, a disponibilidade de oxigênio é extremamente baixa tanto para as raízes como para as outras partes da planta, conforme foi detectado no primeiro mês; 2 - o decréscimo da disponibilidade de luz de acordo com o aumento da profundidade. Para os rios da Amazônia, em particular os de água branca, este efeito é acentuado, devido à alta quantidade de sedimentos.

### 5.4.3 Correlação da temperatura do ar com as plântulas de açai

Os dados registrados para a temperatura do ar mostraram que os valores médios quinzenais no período de monitoramento para o sub-bosque do Combu, ficaram em torno de 26,25°C. A CE  $\rho$  entre a temperatura do ar com a sobrevivência, mortalidade e com a natalidade foi de -0,06; 0,14 e 0,11 respectivamente (tabela 5). Tais correlações são quase nulas, representando a baixa influência das médias de temperatura com a sobrevivência das plântulas de açai, devido ao comportamento quase linear desta variável ao longo do ano no sub-bosque da várzea.

Tabela 5 - Matriz de correlação da temperatura do ar com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açai.

|               | Temp._Ar (°C) | Sobrevivência | Mortalidade | Ingresso |
|---------------|---------------|---------------|-------------|----------|
| Temp._Ar (°C) | 1             |               |             |          |
| Sobrevivência | -0.06         | 1             |             |          |
| Mortalidade   | 0.14          |               | 1           |          |
| Ingresso      | 0.11          |               |             | 1        |

Fonte: Autor

Sousa e Jardim (2007c) fazendo observações como estas, no mesmo ambiente citado anteriormente no nordeste do estado do Pará, verificaram que a maior taxa de sobrevivência do açai (*E. oleracea* Mart.) ocorreu no período de menor temperatura média do ar (março a julho) associado à maior precipitação na região (janeiro a julho). A sobrevivência começou a diminuir a partir de setembro com elevação da temperatura e redução das chuvas na região. Conseqüentemente, o maior número de mortalidade foi registrado no período de maior temperatura do ar e menor precipitação. Tais observações feitas por estes autores, associadas à temperatura do ar, foi possível devido às características desse ecossistema, que diferem bastante da várzea.

Contudo quando se verifica os dados do ciclo diurno da radiação, cujo pico ocorre às 10 horas, com valor médio de (157,65 W/m<sup>2</sup>) para os meses de junho e julho, verifica-se que esta radiação desencadeia um efeito na elevação da

temperatura do ar no sub-bosque com pico às 14 horas e média de (29,46°C) para o mesmo bimestre. Tal temperatura média para este período, sob influência da radiação solar, sugere a compreensão da acentuada germinação do açaí neste bimestre e conseqüente emergência das plântulas.

Silva et al. (2006), pesquisando a germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart., a bacabinha, verificaram que estas apresentavam protrusão de raiz primária, formação de botão germinativo e formação de plântula normal em uma temperatura ótima em torno de 30°C, sob um substrato de areia e vermiculita, considerado o mais adequado. Nestas condições a temperatura propiciou a máxima germinação em menor período de tempo.

Pesquisas de Luz et al. (2008), sobre o efeito da temperatura do ar na germinação de sementes de *Dypsis decaryi* (Jum.) Beentje & J. Dransf. (Arecaceae), palmeiras utilizadas com fins ornamentais demonstraram que a germinação ocorreu quando as sementes foram colocadas para germinar em areia num intervalo de temperatura 25-35°C. Tais pesquisas, analisando a influência da temperatura na fisiologia de sementes ratificam que existe uma faixa de temperatura ótima para a germinação das sementes de palmeiras e conseqüente emergência da plântula, que apesar de variável para cada espécie, está em torno de 20°C a 30°C.

Nazário e Ferreira (2010), pesquisando a germinação de sementes de *Astrocaryum aculeatum*, (tucumã), submetidas a diferentes temperaturas e períodos de embebição em água, verificaram que a emergência das plântulas ocorreu numa faixa de temperatura entre 25 e 40°C, sendo o melhor resultado aos 30°C.

#### **5.4.4 Correlação da umidade relativa do ar com as plântulas de açaí**

A umidade relativa (UR) do ar, registrada em valores percentuais, revelou que esta variável meteorológica para período de estudo, ficou com valores médios próximos a 84,25%, exprimindo uma diminuição característica em agosto e setembro (média de 79,04%, para a estação menos chuvosa), tal qual Vilani et al. (2006) verificaram ao fazerem medidas micrometeorológicas em floresta tropical de transição, Amazônia-cerrado no estado de Mato Grosso.

Ressalta-se que houve vários dias no horário entre às 0 hora e 8 horas da manhã, na ilha do Combu, em que a UR esteve acima de 90%, tanto na estação chuvosa como na estação menos chuvosa. Tais dados revelam a magnitude do ciclo hidrológico na Amazônia, com intensa atividade evaporativa dos corpos d'água, a evapotranspiração da floresta e o transporte de umidade para a região, como constatado nas pesquisas de Correia et al. (2007) e Souza Filho et al. (2006).

A CE  $\rho$  entre esta variável com a sobrevivência, mortalidade e o ingresso do açaí mostram valores de 0,68; -0,08 e -0,76 respectivamente (tabela 6). Verifica-se que a CE  $\rho$  do açaí com a UR, é muito semelhante à correlação do vegetal com a precipitação. O fator água, ou na forma líquida (precipitante) ou na forma de vapor, parece contribuir fortemente para a sobrevivência das plântulas ao longo do ano, assim como, sugere inibir a germinação das sementes, quando os valores destas variáveis estão elevados.

Tabela 6 - Matriz de correlação da umidade relativa do ar com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí.

|                      | <b>UR do ar (%)</b> | <b>Sobrevivência</b> | <b>Mortalidade</b> | <b>Ingresso</b> |
|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-----------------|
| <b>UR do ar (%)</b>  | 1                   |                      |                    |                 |
| <b>Sobrevivência</b> | 0.68                | 1                    |                    |                 |
| <b>Mortalidade</b>   | -0.08               |                      | 1                  |                 |
| <b>Ingresso</b>      | -0.76               |                      |                    | 1               |

Fonte: Autor

Nota-se que para a natalidade, as sementes de açaí respondem positivamente quando ocorre o melhor momento para a germinação que coincide com a diminuição da chuva na região, queda na UR, elevação dos níveis de radiação no sub-bosque e da temperatura do ar. Tudo isto culmina nos meses de junho e julho.

#### 5.4.5 Correlação Múltipla das variáveis meteorológicas com o açaí

O cálculo da correlação múltipla das variáveis meteorológicas (RSD, T\_ar, UR e precipitação) com a sobrevivência, mortalidade e ingresso do açaí, mostra valores de 0,95; 0,39 e 0,91 respectivamente (tabela 7). Tais resultados demonstram uma forte correlação positiva, para a sobrevivência e a natalidade, representando que a dinâmica de regeneração natural da floresta de várzea, favorece o estabelecimento e a permanência da espécie *E. oleracea* Mart. neste ecossistema.

A correlação para estes dois parâmetros não é perfeitamente positiva (1), por não estarem sendo incluídas no cálculo, outros parâmetros abióticos que influenciam na dinâmica da várzea, como o solo, o fluxo de maré, a evapotranspiração, etc. Para a mortalidade, o cálculo mostra uma correlação moderada, representando que o efeito somado das variáveis meteorológicas, estão minimizados quando comparados com a sobrevivência e a natalidade.

Tabela 7 - Matriz de correlação Múltipla da Sobrevivência, Mortalidade e Ingresso do açaí com todas as variáveis meteorológicas.

| <b>Correlação Múltipla do açaí com as variáveis meteorológicas</b> |                      |                    |                 |
|--|----------------------|--------------------|-----------------|
|  | <b>Sobrevivência</b> | <b>Mortalidade</b> | <b>Ingresso</b> |
| <b>R. Solar (<math>\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}</math>)</b>      |                      |                    |                 |
| <b>Temp._Ar (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>                    | 0.95                 | 0.39               | 0.91            |
| <b>Precipitação</b>  |                      |                    |                 |
| <b>UR (%)</b>  |                      |                    |                 |

Fonte: Autor

A análise da regressão múltipla entre a sobrevivência e as variáveis RSD, precipitação, T\_ar e UR do ar, (Figura 15 a, b, c e d), mostra um bom ajuste entre os valores esperados e os observados. Ressalta-se que, para a precipitação e a UR, a regressão mostra um excelente ajuste, revelando a magnitude destas duas variáveis ao favorecer a sobrevivência da espécie, no ambiente de várzea.

Figura 15 - Regressão múltipla entre a sobrevivência e as seguintes variáveis: RSD (a); Precipitação (b); T\_ar (c) e UR (d).

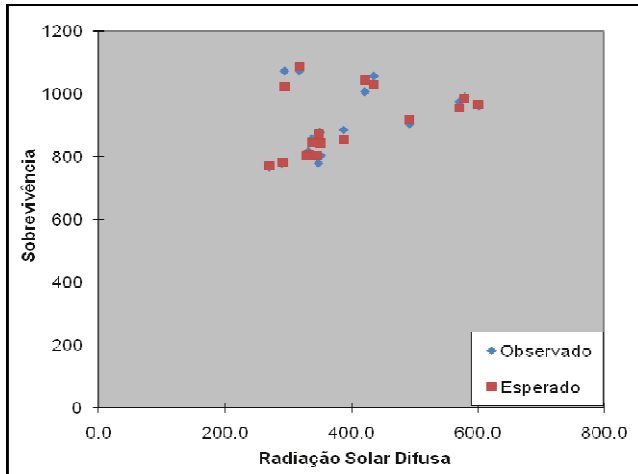


figura - a

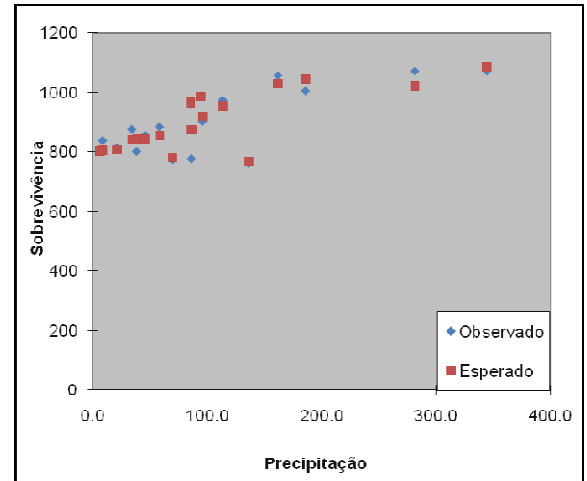


figura - b

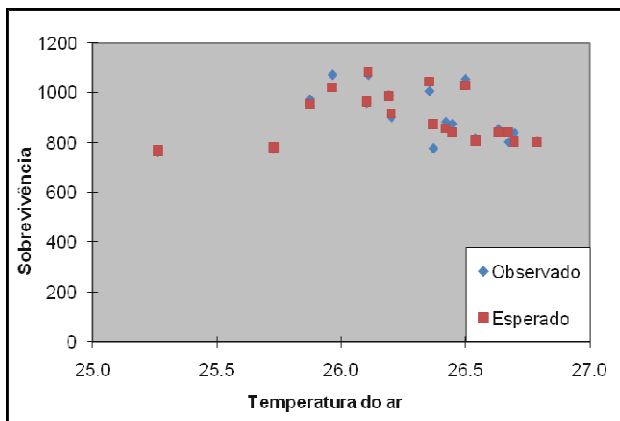


figura - c

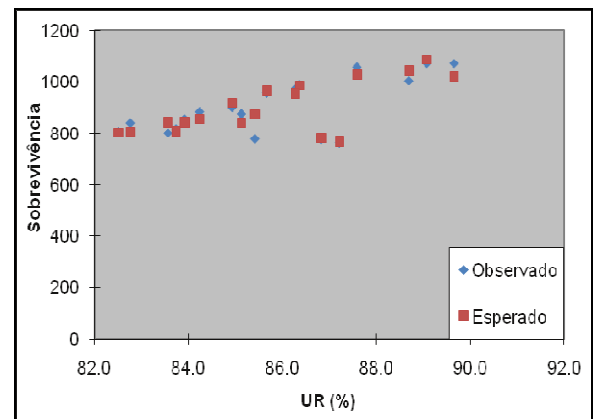


figura - d

Fonte: Autor



## 6 CONCLUSÃO

A climatologia da atividade convectiva mostrou a influencia do El Niño na região, com a redução da nebulosidade no período de transição. O ciclo diurno da RSD, da temperatura do ar e da precipitação horária mostrou concordância entre as variáveis, exceto para o armazenamento de energia realizado pela floresta no período da madrugada e início da manhã, durante a estação de transição.

Observou-se predomínio da sobrevivência em relação à mortalidade. Isto se justificou pela boa correlação entre as plântulas com a precipitação e a UR do ar.

A correlação simples das plântulas de açaí com a temperatura do ar não foi significativa, devido ao comportamento médio desta em torno de 26 °C. Entretanto, quando se realizou a correlação múltipla de todas as variáveis com a sobrevivência das plântulas, verificou-se a magnitude desta variável, influenciando o excelente resultado da correlação múltipla.

A correlação entre as variáveis meteorológicas com a mortalidade do açaí mostrou que o elemento climático que mais influenciou foi à RSD. Tais dados se confirmam pelo que foi monitorado em campo onde os maiores valores de mortalidade coincidem com os meses em que ocorreu a maior entrada de radiação solar difusa no sub-bosque do Combu.

A correlação simples, entre a precipitação e a UR do ar com o ingresso de novas plântulas de açaí, no sub-bosque mostrou que estas variáveis foram as que mais inibiram a germinação.

A melhor correlação com o ingresso de novas plântulas foi à radiação solar; quando esta variável assumiu valores maiores que a média para o período de estudo, mais precisamente em julho, provavelmente tenha maximizado o processo de germinação no solo da várzea.

A correlação múltipla das variáveis com a natalidade revelou a elevada capacidade de regeneração da espécie neste ecossistema.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalidade de dar continuidade as pesquisas já realizadas na análise das variáveis meteorológicas, assim como na regeneração natural nas áreas de florestas da Amazônia, recomendamos para futuras pesquisas:

- Avaliar de forma comparativa a quantidade de radiação de onda curta que chega à copa das árvores, quanto desta energia é armazenada no dossel na forma de radiação fotossinteticamente ativa e que quantidade (e qualidade) é disponibilizada para o sub-bosque na forma de radiação difusa, a fim de possibilitar a germinação das sementes e a dinâmica de estabelecimento de plântulas em comunidades vegetais;
- Realizar correlações, além destas variáveis que foram realizadas neste trabalho (radiação solar difusa, temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar) na dinâmica do estabelecimento das plântulas na várzea, considerando também, as características orgânicas e minerais do solo, a enchente do terreno promovida pelo pulso da maré, a evapotranspiração e a ação de fatores bióticos;
- Considerar a possibilidade de mensurar a taxa de abertura e fechamento do dossel, dentro de uma variabilidade espaço-temporal, com a finalidade de estimar a contribuição dos *sunflecks* na germinação e assimilação de biomassa pelas espécies de sub-bosque.

A partir do conhecimento gerado por trabalhos desta natureza, sobre a compreensão da interação biosfera-atmosfera e a ecologia das espécies vegetais amazônicas em seus ambientes naturais, possibilitarão aos tomadores de decisão ponderarem, quais são as melhores ações em relação aos ecossistemas da região e a potencialidade das populações vegetais.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**. São Paulo: USP, n. 45, 26p. 2002.
- AGUIAR, R. N. et al. Fluxos de massa e energia em uma floresta tropical no sudoeste da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3b, p.248-257. 2006.
- ALVES-COSTA, C.P. **Efeitos da defaunação de mamíferos herbívoros na comunidade vegetal**. 2004. 121f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- ALVES, L. F.; METZGER, J. P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v.6, n.2, p.1-26. 2006.
- ALENCAR, J.C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus, AM. **Revista Acta Amazônica**, v.24, p.161-182. 1994.
- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazonica**, v.34, n.4, p. 513-524. 2004.
- ARAÚJO, S. A. do C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da fotossíntese. **R. Bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 463-472, out./dez. 2009.
- ARYA, S. P. **Introduction to micrometeorology**. San Diego: Academic Press, 2001. 307 p.
- ARYA, S. P. Micrometeorology and atmospheric boundary layer. **Pure. Appl. Geophys.** V. 162, p. 1721-1745. 2005.
- ASSAD, E. D.; et al. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, nov. 2004.
- AUGSPURGER, C.K.; KITAJIMA, K. Experimental studies of seedling recruitment from contrasting seed distribution. **Ecology**, v. 73, p. 1270-1284. 1992.
- BASTOS, M. N. C.; SANTOS, J. U. M. Caracterização e composição florística de ecossistemas naturais. In: JARDIM, M.A.G.; ZOGHBI, M.G.B. (Org.). **A flora da Resex Chocoaré-Mato Grosso (PA): diversidade e usos**. Coleção Adolpho Ducke: MPEG, Belém, p. 9-24. 2008.

BENTES-GAMA, M. M. et al. Estrutura e valoração de uma floresta de várzea alta na Amazônia. **CERNE**, v.8, n. 1, p. 88-102. 2002.

BEZERRA, B. G.; DA SILVA, B. B.; FERREIRA, N. J. Estimativa da evapotranspiração real diária utilizando-se imagens digitais TM - LANDSAT 5 **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.3, 305-317. 2008.

BORGES, A. C.; MENDIONDO, E. M. Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.293–300. 2007.

BOVI, M. L. A. et al. Correlações fenotípicas entre caracteres avaliados nos estádios juvenil e adulto de açaizeiros. **Bragantia**, Campinas. V.49, n.2, p. 321-324. 1990.

BOVI, M.L.A.; GODOY JUNIOR, G.; SÁES, L.A. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agronômico de Campinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES DE PALMITO,1., 1988, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa – CNPF, 1988. p. 1-53.

BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo. **Ciência Rural**, v.39, n.7, out. 2009.

BROKAW, N.V.L. Gap phase regeneration in a tropical forest. **Ecology**, v. 66, p. 682-687.1985.

BROWN, S.; LUGO, A. E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, p. 1-32.1990.

BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasil. Bot.**, V.25, n.3, p.361-369, set. 2002.

CALBO, M. E. R.; DE MORAES, J. A. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai). **Revista brasil. Bot.**, São Paulo, v.23, n.3, p.225-230, set. 2000.

CANTO, O. **Várzea e varzeiros da Amazônia**. Belém: MPEG, 2007.

CARVALHO, C. J. R. et al. Relações hídricas do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart) em mata de várzea do estuário do Amazonas. **Revista Brasileira de Fisiologia vegetal**, v.10, n.3, p. 213-218. 1998.

CARIM, M. J. V.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. **Sci. For.**, v. 36, n.79, p. 191-201. 2008.

CHAZDON, R. L.; FETCHER, H. Photosynthetic light environments in a lowland tropical rain forest in costa rica. **Journal of Ecology**, n. 72, p.553-564. 1984.

COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A. F.; NOBRE, C. A. Aspectos climatológicos das linhas de instabilidade na Amazônia. **CLIMANÁLISE - Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 4, n. 11, p. 34-40.1989.

COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A. F.; NOBRE, C. A. Environmental conditions associated with amazonian squall lines: a case study. **Mon. Wea. Rev.** 123, 3163-3174. 1995.

CONFORTO, E. de C.; CONTIN, D. R. Desenvolvimento do açaizeiro de terra firme, cultivar pará, sob atenuação da radiação solar em fase de viveiro. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.979-983, 2009.

CORDEIRO, N.J.; HOWE, H.F. Low recruitment of trees dispersed by animals in African forest fragments. **Conservation Biology**, v. 15, n. 6, p. 1733-1741. 2001.

CORREIA, F. W. S.; MANZI, A. O.; CÂNDIDO, L. A.; DOS SANTOS, R. M. N.; PAULIQUEVIS, T. Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. **Ciência e Cultura**, v.59, n. 3, p.39-43. 2007.

COSTA, R. F. da et al. Transpiração em espécie de grande porte na Floresta Nacional de Caxiuana, Pará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.11, n.2, p.180-189.2007.

DENSLOW, J.S.; GUZMAN, S. Variation in stand structure, light and seedling abundance across a tropical moist forest chronosequence, Panama. **Journal of Vegetation Science**, v. 11, p. 201-212. 2000.

DIAS-FILHO, M. B. Physiological response of *solanum crinitum* lam. To contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 8, p. 789-796. 1997.

DIRZO, R.; MIRANDA, A. Contemporary Neotropical defaunation and forest structure, function, and diversity: a sequel to John Terborgh. **Conservation Biology**, v. 4, p. 444-447. 1990.

DUZ, S. R. et al. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasil. Bot.**, v.27, n.3, p.587-596, jul.-set. 2004.

FEARNSIDE, P. M. **Biodiversidade nas florestas amazônicas brasileiras**: riscos, valores e conservação. 2003. Disponível em:  
<[http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2003/Mudancas%20Globais/Cap-2-Biodivpg%20pf.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2003/Mudancas%20Globais/Cap-2-Biodivpg%20pf.pdf)> Acesso em: 25 nov. 2010.

FENNER, M. Seedlings. **The New Phytologist**, v.106, p. 35-47.1987.

FERREIRA, L. V. O uso e análise de lacunas e paisagens para a identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade no bioma amazônico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54; REUNIÃO AMAZÔNICA DE BOTÂNICA: **DESAFIOS DA BOTÂNICA BRASILEIRA NO NOVO MILÊNIO: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal**, 3., 2003, Belém: MPEG/UFRA/EMBRAPA, 2003. p. 143-144.

FIGUEROA, S.N.; NOBRE, C.A. Precipitation distribution over central and western tropical South America. **Climanálise**, v. 5, p. 36-45. 1990.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Clima da Amazonia. **Climanálise - Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, n. Especial 10 anos, p. 24-41, 1996.

FRISINA, V. de A.; ESCOBEDO, J. F. Balanço de radiação e energia da cultura de alface em estufa de polietileno. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.34, n.10, p.1775-1786, out. 1999.

GARSTANG, M.; FITZJARRALD, D. **Observations of surface to atmosphere interactions in the tropics**. New York: Oxford University Press, 1999. 405 p.

GOIS, A. Preço do açaí sobe 650% em 16 anos. **O Liberal**, Belém, p.10, 23 de jul. 2010.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. composição florista e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **R. árvore**, v. 26, n.5, p. 559-566. 2002.

GAMA, J. R. V. et al. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de Floresta de várzea alta no município de Afuá, estado do Pará. **Ciência Florest**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 71-82. 2003.

GAMA, J. R. V. et al. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do estado do Pará. **R. Árvore**, v. 29, n. 4, p. 607-616. 2005.

GROMBONE-GUARATINI, M.T.; RODRIGUES, R.R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**. v. 18, p. 759-774, 2002.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology Management**, v. 148, p. 185-206. 2001.

HALL, K.; LAMONT, N. Zoogeomorphology in the alpine: some observations on abiotic-biotic interactions. **Geomorphology**, n. 55, p. 219-239. 2003.

HARTMANN, D. L. **Global physical climatology**. Seattle, Washington: Editor, 1994. v.56, p. 18-49.

HASTENRATH, S. **Climate dynamics of the tropics**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991. 488 p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G. **Euterpe, prestoea, and Neonicholsonia (Palmae: Euterpeinae)**. New York: New York Botanical Garden, 1996. 90 p. (Flora Neotropical, 72)

HERNANDES, J. L. PEDRO Jr, M. J.; BARDIN, L. Variação estacional da radiação solar em ambiente externo e no Interior de floresta semidecídua. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.167-172, 2004.

HIGUCHI, N. et al. Bacia 3 - Inventário diagnóstico da regeneração natural. **Acta Amazonica**, v. 15, n. 1/2, p. 199-233. 1985.

HOMMA, A.K.O.; SANTANA, A.C. Perspectivas da fruticultura na Amazônia: uma análise macro. In: ENCONTRO DE FRUTAS NATIVAS DAS REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL; FRUTAS NATIVAS: NOVOS SABORES PARA O MUNDO, 1., 2008, São Luís, MA. **Anais....** São Luís, MA: Universidade Estadual do Maranhão, 2008. p.1-7.

HOMMA, A.K.O.; SANTANA, A.C. A Agroindústria na Região Norte. In: IBETTI, D.W.; BARROSO, L.A. **Agroindústria: uma análise no contexto socioeconômico e jurídico brasileiro**. SP: Livraria e Editora Universitária de Direito, 2009. p.19-43.

JANUÁRIO, M.; VISWANADHAM, Y.; SENNA, R. C. Radiação solar total dentro e fora de floresta tropical úmida de terra firme (Tucuruí-Pará). **Acta amazônica**, v.22, n. 3, p. 335-340. 1992.

JARDIM, M. A. G.; KAGEYAMA, P. Y. Fenologia de floração e frutificação em população natural de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário Amazônico. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, ser. Botânica**, v.10, n.1, p. 77-82. 1994.

JARDIM, M. A. G. **Morfologia e ecologia do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) e das etnovarietades espada e branco em ambiente de várzea do estuário amazônico**. 2000. 119f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2000.

JARDIM, M. A. G.; VIEIRA, I. C. G. Composição florística e estrutura de uma floresta de várzea do estuário amazônico, ilha do Combu, estado do Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, ser. Botânica**, v. 17, n. 2, p. 333-354. 2001.

JARDIM, M. A. G. et al. Diversidade e estrutura de palmeiras em floresta de várzea do estuário amazônico. **Amazônia: Ci & Desenv.**, v.2, n. 4, p. 67-84. 2007.

JARDIM, M. A. G. et al. A floresta de várzea: espécies arbóreas e usos. In: JARDIM, M.A.G.; ZOGHBI, M.G.B. (Org.). **A flora da Resex Chocoaré-Mato Grosso (PA): diversidade e usos**. Coleção Adolpho Ducke: MPEG, Belém, 2008. p. 25-36.

JUNK, W. J.; FURCH, K. a general review of tropical South American floodplains. **Wetlands ecology and management**, v. 2, n. 4, p.231-238.1993.

KALNAY, E. et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. **Bull.Amer. Meteor.Soc.**, n. 77, p. 437-471. 1996.

KENNARD, D.K.; GOULD, K.; PUTZ, F.E.; FREDERICKSEN, T.S.; MORALES, F. Effects of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, v. 162, n. 2, p. 197-208. 2002.

KOUSKY, E. V. Diurnal rainfall variation in northeast Brazil. **American Meteorological Society**. V. 108. P. 488-498. 1980

LACERDA, A. V. et al. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasileira.**, v. 19, n. 3, p. 647-656. 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.

LIEBMENN, B.; SMITH, C. A. Description of a Complete (interpolated) Outgoing Long wave Radiation Dataset. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, n. 77, p.1275-1277. 1996.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais de floresta ombrófila mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.2, p.375-391, abr.-jun. 2009.

LIMA, R. F. de. Estrutura e regeneração de clareiras em florestas pluviais tropicais. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.4. p. 651-670. out. a dez. 2005.

LIMA, E. N. de, et al. Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da caatinga. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 24, n. 1, jan/abr. 2007.

LIOU, K. N. **Radiation and Cloud Processes in the Atmosphere**. New York. Oxford University Press. 1992.487p.

LUZ, P. B. da et al. Germinação de sementes de *Dyopsis decaryi* (Jum.) Beentje & J. Dransf. (Arecaceae). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1461-1466, set./out., 2008.



MAIA, L. A.; CHALCO, F. P. Produção de frutos de espécies da floresta de várzea da Amazônia central importantes na alimentação de peixes. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 1, p. 45-54. 2002.

MACIEL, M. de N. M. et al. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 4, n. 1, jan/jun . 2002.

MARENGO, J.A. et al. Onset and end of the rainy season in the Brazilian Amazon basin. **Journal of Climate**, v. 14, p. 833-852. 2001.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Clima da região amazônica. In: CAVALCANTI, I. A.; FERREIRA, N. J.; DIAS, M. A. F.; JUSTI, M. G. A. (org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009. p. 197-210.

MARTINS, A. G. ROSÁRIO, D. L.; BARROS, M. N.; JARDIM, M. A. G. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais, alimentares e tóxicas da Ilha do Combu, Município de Belém, Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 86, n.1, p. 21-30. 2005.

MAURENZA, D.; MARENCO, R. A.; PIEDADE, M. T. F. Efeito da inundação de longa duração sob o crescimento de *Pouteria glomerata* (Sapotaceae), uma arbórea da várzea da Amazônia Central. . **Acta Amazonica**, v. 39. n.3, p. 519- 526, 2009.

MEDINA, E. Seedling establishment and endurance in tropical forests: Ecophysiology of stress during early stages of growth. Pp. 23-43. In: SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C. (Eds.). **Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics**. Séries Oecologia brasiliensis. Rio de Janeiro, Brasil: PPGE-UFRJ,1998. v. 4. p.23-43.

MENEZES NETO, M. A. **Influência da disponibilidade de oxigênio sobre a germinação, crescimento e atividade das enzimas álcool desidrogenase e lactato desidrogenase em açaí (*Euterpe oleracea mart* )**. 1994. 42f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

MOLION, L.C. Climatologia dinâmica da região amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.2, 107-117. 1987.

MOLOFSKY, J.; FISHER, B.L. Habitat and predation effects on seedling survival and growth in shade-tolerant tropical trees. **Ecology**, v. 74, p. 261-265. 1993.

NAKAZONO, E. M. et al. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revta Brasil. Bot.**, São Paulo, V.24, n.2, p.173-179, jun. 2001.

NASCIMENTO, M. J. M. **Mercado e comercialização de frutos de açaí**: relatório de pesquisa, Belém, FADESP, 1992. Tomo III.

NAZÁRIO, P.; FERREIRA, A. do N. Emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* G. May. em função da temperatura e do período de embebição das sementes. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 165-170. 2010.

NEVES, E. L. das; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da caatinga, semi-árido, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.1, p.155-166, jan.-mar. 2010.

NOGUEIRA, O. L.; HOMMA, A.K.O Importância do manejo de recursos extrativos em aumentar o carrying capacity: o caso de açazeiros (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico. **Poematropic**, Belém, n. 2, p.31-35, jul./dez. 1998.

NOGUEIRA, O. L. Sistemas de produção do açaí. **Embrapa Amazônia Oriental, Sistemas de Produção**, v.4, n.2, dez. 2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai\\_2ed/](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/)> Acesso em: 12. Dez. 2010.

NUNES, Y. R. F. et al. Aspectos ecológicos da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO - Anacardiaceae): fenologia e germinação de sementes. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.233-243. 2008.

OHASHI, S.T.; KAGEYAMA, P.Y. Variabilidade genética entre populações de açazeiros (*Euterpe oleracea* Mart.) do estuário amazônico. In: JARDIM, M.A.G.J.; MOURÃO, L.; GROSSMAM, M. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): possibilidades e limites Para o desenvolvimento sustentável no estuário Amazônico**. Belém: Coleção Adolfo Ducke, Museu Paraense Emílio Goeldi, 2004. p.11-26.

PAROLIN, P. Submerged in darkness: adaptations to prolonged submergence by woody species of the Amazonian floodplains. **Annals of Botany** 103: p. 359–376. 2009.

PEARCY, R. W. Sunflecks and photosynthesis in plant canopies. **Annu. Rev. Plant physiol. Mol. Biol.** v. 41. Pp.421-453. 1990.

PELACANI, C. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; SOARES, A. M. et al. Relações hídricas de algumas espécies florestais em substrato inundado. **R. Árvore**, v.19, n.19, p. 548-558. 1995.

PEREIRA FILHO, A. J. et al. Satellite rainfall estimates over south america possible applicability to the water management of large watersheds. **Journal of the American Water Resources Association**. v.46, n.2 p. 344-360. 2010.

PEREIRA, T. S. et al. Fenologia de espécies arbóreas em floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Lheringia**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 329-339, jul./dez. 2008.

PEZZOPANE, J. E. M. et al. Radiação luminosa e fotossíntese em quatro espécies lenhosas no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n.1, p.48 - 57, jan./jul. 2003.

PILLAR, V.D. **Clima e vegetação**. 1995. Disponível em: <<http://ecoqua.eologia.ufrgs.br>> Acesso em: 15 de março de 2010.

POLLAK, H.; MATTOS, M.; UHL, C. **O perfil da extração do palmito no estuário amazônico**. Belém: IMAZOM – Instituto do homem e meio ambiente da Amazônia. 1996. p.32.

QUERINO, C.A.S.; MOURA, M.A.L.; LYRA, R.F.DA F.; MARIANO, G.L. Avaliação ecomparação da radiação solar global e albedo com o ângulo zenital na região amazônica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21. n.3a, 42-49. 2006.

RASMUSSEN, E. M.; ARKIN, P.A. **Interannual climate variability associated with the El Niño/Southern oscillation**.Amsterdam, Coupled Ocean-Atmosphere Models, J.C.J.Nihoul, Ed., Elsevier, 1985. p. 289-302.

REBOITA, M. S. et al. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, 185 – 204. 2010.

REDE ESTADUAL DE PREVISÃO CLIMÁTICA E HIDROMETEOROLÓGICA-(RPCH). **Boletim de Análise e Previsão Climática**. Jan-dez./2010.

RESSEL, L. K. et al. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasil. Bot.**, v.27, n.2, p.311-323, abr.-jun. 2004.

RIBEIRO, G. H. P. de M.; FELFILI, J. M. Regeneração natural em diferentes ambientes da mata de galeria do capetinga, na fazenda água limpa-DF. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 1-9, jan./mar. 2009.

RIBEIRO. R. N. S.; TOURINHO, M. M.; SANTANA, A. C. Avaliação da sustentabilidade agroambiental de unidades produtivas agroflorestais em várzeas fluvio marinhas de Cameté – Pará. **Acta Amazonica**, v.34 , n.3, p. 359-374. 2004.

RODRIGUES, L. M. B.; LIRA, A. U. S.; SANTOS, F. A.; JARDIM, M. A. G. Composição florística e usos das espécies vegetais de dois ambientes de floresta de várzea. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 87.v.2: 45-48. 2006.

RODRIGUES, R.R.; TORRES, R.B.; MATTHES, L.A.F.; PENHA, A.S. Tree species sprouting from root buds in a semideciduous forest affected by fires. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 1, p. 127-133, 2004.

ROGEZ, H. **Açaí**: preparo, composição e melhoramento da conservação. Belém: UFPA, 2000.

SALOMÃO, R. P. et al. Manejo florestal na várzea: caracterização, restrições e oportunidades para a sua doação. In: JARDIM, M. A. G.; SALOMÃO, R.P; TEREZO, E. F. M. (Org.). **Manejo florestal nas várzeas: oportunidades e desafios**. Belém: MPEG, 2007. p.11-138. (Coleção Adolpho Ducke).

SAMPAIO, L.S. **Radiação e crescimento de plantas jovens de açaizeiro em sistemas agroflorestais**. 2003. 59f. Tese (Doutorado) - Escola Superior Luiz de Queiroz – ESALQ, 2003.

SANTOS, G. C.; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amaz.**, v.36, n. 4, p. 437-446. 2006.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e Fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294. 1998.

SANTOS, S.L.; VÁLIO, I.F.M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a Southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 1,p. 89-92. 2002.

SCALON, S.de P.Q.; ALVARENGA, A.A.de. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Platygyamus regnelli* Benth.). **R. Árvore**, v.17, n.3, p. 265-270.1993.

SCARIOT, A. Seedling mortality by litterfall in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 32, p. 662-669. 2000.

SCARIOT, A.O. Weedy and secondary palm species in Central Amazonian Florest fragments. **Acta Botânica Brasílica**, v.15, n.2. p. 271-280. 2001.

SCHUPP, E.W.; HOWE, H.F.; AUGSPURGER, C.K.; LEVEY, D.J. Arrival and survival in tropical treefall gaps. **Ecology**, v. 70, p. 562-564. 1989.

SCUDELLER, V.V.; MARTINS, F.R.; SHEPHERD, G.J. Distribution and abundance of arboreal species in the Atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 152, p. 185-199. 2001.

SELLE , G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 29-39, oct./dec. 2007.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JUNIOR, J.C.; SANTOS, A.R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M.H.; HAMAKAWA, P.J.; COSTA, J.M.N.; COSTA, L.C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.501-509, Número especial Zoneamento Agrícola, 2001.

SILVA, B. M. das S. et al. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (ARECACEAE). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 289-292, Agosto 2006.

SILVA DIAS, M. A. F. Sistemas de mesoescala e previsão de tempo a curto prazo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 2, p. 133-150. 1987.

SILVA DIAS, M. A. F.; COHEN, J. C. P.; GANDÚ, A. W. Interações entre nuvens, chuvas e a biosfera na Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n.2 p.215-222. 2005.

SILVA, C.A.R.; SAMPAIO, L.S. Speciation of phosphorus in a tidal floodplain Forest in the Amazon estuary. **Mangrove and salt Marshes**, n. 2, p.51-57. 1998.

SILVA, J.M.C.; TABARELLI., M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, v. 404, p. 72-74. 2000.

SORK, V.L. Effects of predation and light on seedling establishment in *Gustavia superba*. **Ecology**, v. 68, p. 1341-1350. 1987.

SOUSA et al. Dinâmica da regeneração natural em uma floresta ombrófila densa secundária, após corte de cipós, reserva natural da companhia vale do rio doce S.A. estado do Espírito Santo, Brasil. **R. árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.4, p.411-419. 2002.

SOUSA, L. A. S. de; JARDIM, M. A. G. Incremento vegetativo de plantas de Açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em área de vegetação secundária no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 222-224, jul. 2007a.

\_\_\_\_\_. Produção foliar de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) Cultivadas em área de vegetação secundária no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 225-227, jul. 2007b.

\_\_\_\_\_. Sobrevivência e mortalidade de plântulas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) Cultivadas em Capoeira no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 255-257, jul. 2007c.

SOUZA, E.B. de; AMBRIZZI, T. Pentad precipitation climatology over Brazil and the associated atmospheric mechanisms. **Climanálise**, v. 1, p. 1-20. 2003.

SOUZA, E. B. de et al. precipitação sazonal sobre a amazônia oriental no período chuvoso: observações e simulações regionais com o REGCM3. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.2, 111-124. 2009.

SOUZA, E.B. de; ROCHA, E.J.P. Diurnal variations of rainfall in Bragança-PA (eastern Amazon) during rainy season: mean characteristics and extreme events. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 3, p. 142-152. 2006.

SOUZA FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: Cenários morfológicos, mapeamento e quantificação sw áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 4, p. 427-435. 2005.

SOUZA FILHO, J. D. DA C. et al. Variação sazonal do balanço de radiação em uma floresta tropical no nordeste da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3b, 318-330, 2006.

SOUZA, E.B. de; KAYANO, M.T.; AMBRIZZI, T. The regional precipitation over the eastern Amazon/northeast Brazil modulated by tropical Pacific and Atlantic SST anomalies on weekly timescale. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 2, p. 113–122. 2004.

STULL, R. B. **An introction on boundary layer meteorology**. London: Kluwer Academic Publishers, 1988. 666p.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, p. 81-86. 1988.

TABARELLI, M.; PERES, C.A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v. 106, p. 165-176. 2002.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical Montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 239-250. 1999.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n.1, p. 13-26. 2000.

TERBORGH, J.; LOPEZ, L.; NUÑEZ, P.; RAO, M.; SHAHABUDDIN, G.; ORIHUELA, G.; RIVREOS, M.; ASCANIO, R.; ADLER, G. H.; LAMBERT, T. D.; BALBAS, L. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. **Science**, v. 294, p. 1923-1926. 2001.

TONETTI, E. L.; NEGRELLE, R. R. B. Dinâmica de banco de sementes de plântulas de palmitero em ambiente natural. **Scientia Agrária**, v. 2, n.1, p.1-7. 2001.

TSUKAMOTO FILHO, A. DE A. et al. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v.7, n.1, p.41-53. 2001.

VALENCIA, W. H. **Avaliação de substratos orgânicos no cultivo de orquídeas nativas da APA Ilha do Combu, Belém, Pará, Brasil**. 2009. 34f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará/NUMA, Belém, 2009.

VIEIRA, I. C. G.; DA SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, n.54, p.153-164. 2005.

VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R. Impacto da remoção de plântulas sobre a estrutura da comunidade regenerante de Floresta Estacional Semidecidual. **Acta bot. Bras.**, v.22, n.4, p. 1015-1026. 2008.

VILANI, M. T. et al. Sazonalidade da radiação, temperatura e umidade em uma floresta de transição amazônia cerrado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3b, 331-343, 2006.

VITORINO, M. I. **Análise das oscilações intrasazonais sobre a América do Sul e oceanos adjacentes utilizando a análise de ondeletas**. 2002. 334f. Tese (Doutorado em Meteorologia) - INPE, São Paulo, 2002 .

VON RANDOW, C., SÁ ABREU, L.D., PRASAD, G.S.S.D., MANZI, A.O., ARLINO, P.R.A., KUIJT. Scale Variability of Atmospheric Surface Layer of Energy and Carbon over a Tropical Rain Forest in Southwest Amazonia. Diurnal Conditions. **J. Geoph. Res.**, v.107, n. D 20, p.1-12, sep. 2002.

WHITMORE, T.C. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. In: GÓMEZ-POMPA, A., WHITMORE, T.C.; HADLEY, M. (Eds.). **Rain forest regeneration and management**. Paris, France: Unesco, 1991. (Man and the Biosphere Series; v. 6.).

WHITMORE, T.C. Potential impact of climatic change on tropical forest seedlings and forest regeneration. **Climatic Change**, n. 39, p. 429-438. 1998.

WEICKMANN, K.M.; LUSSKY, G.R., KUTZBACH, J.E. Intraseasonal (30-60 Day) Flutuactions of Outgoing Longwave Radiation and 250 mb Streamfunction During Northern Winter. **Amer. Meteor. Soc.**, n. 113, p.941-961. 1985.

## APÊNDICES



## APÊNDICE - A

**Monitoramento de Sobrevivência, mortalidade e ingresso de Plântulas  
de açaizeiro (*E. oleracea* Mart.) na APA Ilha do Combu, Belém, Pará**

**TRANSECTO ..... Coordenadas Geográficas:.....**

| Parcela | 20.04.10* | PN | 05.05.10 | PN | 20.05.10 | PN | 04.06.10 | PN |
|---------|-----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| 1       |           |    |          |    |          |    |          |    |
| 2       |           |    |          |    |          |    |          |    |
| 3       |           |    |          |    |          |    |          |    |
| 4       |           |    |          |    |          |    |          |    |
| 5       |           |    |          |    |          |    |          |    |
| 6       |           |    |          |    |          |    |          |    |
| 7       |           |    |          |    |          |    |          |    |
| 8       |           |    |          |    |          |    |          |    |
| 9       |           |    |          |    |          |    |          |    |
| 10      |           |    |          |    |          |    |          |    |

| Parcela | 03.08.10 | PN | 18.08.10 | PN | 02.09.10 | PN | 17.09.10 | PN |
|---------|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| 1       |          |    |          |    |          |    |          |    |
| 2       |          |    |          |    |          |    |          |    |
| 3       |          |    |          |    |          |    |          |    |
| 4       |          |    |          |    |          |    |          |    |
| 5       |          |    |          |    |          |    |          |    |
| 6       |          |    |          |    |          |    |          |    |
| 7       |          |    |          |    |          |    |          |    |
| 8       |          |    |          |    |          |    |          |    |
| 9       |          |    |          |    |          |    |          |    |
| 10      |          |    |          |    |          |    |          |    |

**\*As datas exemplificadas nesta planilha, são apenas algumas que foram trabalhadas em campo.**

**Parâmetro de Monitoramento – Plântulas com até 2 m de altura  
PN – Plântulas Novas (Natalidade)**

**Observações:**

## APÊNDICE - B

### Cronograma das atividades de campo<sup>15</sup>

| Período     | Início do período | Final do período | Atividade em campo | Intervalo temporal (dias) |
|-------------|-------------------|------------------|--------------------|---------------------------|
| 1º período  | 01/abr /10        | 15/abr/10        | 15/abr/10          | 15                        |
| 2º período  | 16/abr/10         | 05/mai/10        | 05/mai/10          | 20                        |
| 3º período  | 06/mai/10         | 20/mai/10        | 20/mai/10          | 15                        |
| 4º período  | 21/mai/10         | 04/jun/10        | 04/jun/10          | 15                        |
| 5º período  | 05/jun/10         | 19/jun/10        | 19/jun/10          | 15                        |
| 6º período  | 20/jun/10         | 04/jul/10        | 04/jul/10          | 15                        |
| 7º período  | 05/jul/10         | 19/jul/10        | 19/jul/10          | 15                        |
| 8º período  | 20/jul/10         | 06/ago/10        | 06/ago/10          | 18                        |
| 9º período  | 7/ago/10          | 24/ago/10        | 24/ago/10          | 18                        |
| 10º período | 25/ago/10         | 08/set/10        | 08/set/10          | 15                        |
| 11º período | 09/set/10         | 23/set/10        | 23/set/10          | 15                        |
| 12º período | 24/set/10         | 08/out/10        | 08/out/10          | 15                        |
| 13º período | 9/out/10          | 22/out/10        | 22/out/10          | 14                        |
| 14º período | 23/out/10         | 05/nov/10        | 05/nov/10          | 14                        |
| 15º período | 6/Nov/10          | 19/nov/10        | 19/nov/10          | 14                        |
| 16º período | 20/11/10          | 15/dez/10        | 15/dez/10          | 26                        |
| 17º período | 16/dez/10         | 29/dez/10        | 29/dez/10          | 14                        |
| 18º período | 30/dez/10         | 17/ jan/11       | 17/ jan/11         | 19                        |

<sup>15</sup> Este cronograma relaciona-se ao intervalo temporal em que foram consideradas as observações dos dados meteorológicos, correlacionados com a sobrevivência, mortalidade e ingresso das plântulas de açaí.

### APÊNDICE – C

Desvio Padrão das médias para os 18 períodos de observação para as variáveis: radiação solar difusa (RSD), temperatura (T\_ar) e umidade relativa do ar (UR\_ar).

| Período     | Média das variáveis, com os respectivos Desvios Padrão (DP) para a RSD, T_ar e UR_ar |        |        |         |         |          |
|-------------|--|--------|--------|---------|---------|----------|
|             | M/RSD  | DP/RSD | M/T_ar | DP/T_ar | M/UR_ar | DP/UR_ar |
| 1º período  | 27.216   | 19.13  | 26.0   | 1.62    | 89.66   | 6.16     |
| 2º período  | 27.480   | 23.47  | 26.11  | 1.80    | 89.08   | 5.39     |
| 3º período  | 37.624   | 33.53  | 26.51  | 2.04    | 87.59   | 7.18     |
| 4º período  | 36.399   | 35.76  | 26.35  | 1.97    | 88.70   | 5.86     |
| 5º período  | 50.016   | 44.55  | 26.19  | 2.19    | 86.37   | 7.22     |
| 6º período  | 49.319   | 43.92  | 25.87  | 2.16    | 86.28   | 7.70     |
| 7º período  | 51.931   | 49.68  | 26.09  | 2.28    | 83.92   | 7.78     |
| 8º período  | 42.498   | 41.56  | 26.08  | 2.26    | 82.76   | 7.79     |
| 9º período  | 33.517   | 25.79  | 26.32  | 2.22    | 82.09   | 10.02    |
| 10º período | 30.249   | 21.62  | 26.45  | 2.19    | 85.95   | 7.73     |
| 11º período | 29.166   | 18.48  | 26.63  | 2.12    | 83.92   | 21.48    |
| 12º período | 29.790   | 19.33  | 26.70  | 2.28    | 80.59   | 10.64    |
| 13º período | 28.724   | 17.68  | 26.54  | 2.27    | 83.10   | 9.06     |
| 14º período | 28.423   | 17.44  | 26.79  | 2.28    | 82.51   | 8.42     |
| 15º período | 30.389   | 20.58  | 26.67  | 2.23    | 83.57   | 7.96     |
| 16º período | 30.062   | 26.86  | 26.37  | 2.03    | 85.42   | 7.75     |
| 17º período | 25.136   | 20.29  | 25.73  | 1.85    | 86.83   | 6.91     |
| 18º período | 23.376   | 17.21  | 25.25  | 1.89    | 85.08   | 15.22    |