



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Meteorologia



Instituto de Geociências

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ADRIANA HELLEN FERREIRA CORDEIRO**

**ESTUDO DE CASO DO AMARELECIMENTO FATAL EM DENDEZEIROS E SUA  
CORRELAÇÃO COM OS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NA EMPRESA  
AGROPALMA NO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA/PA**

**Nº 299**

**BELÉM – PARÁ  
ABRIL- 2014**

ADRIANA HELLEN FERREIRA CORDEIRO

**ESTUDO DE CASO DO AMARELECIMENTO FATAL EM DENDEZEIROS E SUA  
CORRELAÇÃO COM OS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NA EMPRESA  
AGROPALMA NO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA/PA**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado a  
Faculdade de Meteorologia do Instituto de  
Geociências da Universidade Federal do Pará –  
UFPA, em cumprimento às exigências para  
obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.  
Orientador: Prof. Ms. Maria do Carmo Felipe de  
Oliveira.**

**BELÉM –PARA  
ABRIL - 2014**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

---

C794e Cordeiro, Adriana Hellen Ferreira

Estudo de caso do amarelecimento fatal em dendezeiros e sua correlação com os elementos meteorológicos no município de Tailândia/PA / Adriana Hellen Ferreira Cordeiro– 2014

43 f. : il

Orientadora: Maria do Carmo Felipe de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) – Faculdade de Meteorologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

1. Amarelecimento fatal. 2. Cultura do dendê. 3. Elementos meteorológicos. I. Oliveira, Maria do Carmo Felipe de, orient. II. Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências. III. Título.

CDD 22. ed.: 551.5098115

---

ADRIANA HELLEN FERREIRA CORDEIRO

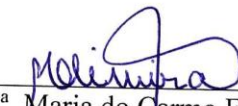
**ESTUDO DE CASO DO AMARELECIMENTO FATAL EM DENDEZEIROS E SUA  
CORRELAÇÃO COM OS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NA PLANTAÇÃO  
DE DENDEZEIROS NA EMPRESA AGROPALMA NO MUNICÍPIO DE  
TAILÂNDIA/PA**


Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

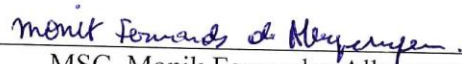
Data de aprovação:

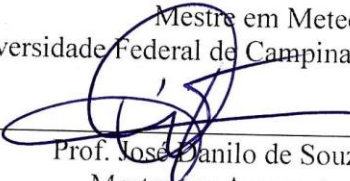
Conceito: EXC

Banca examinadora:

  
Prof.<sup>a</sup> Maria do Carmo Felipe de Oliveira  
Mestre em Agrometeorologia  
Universidade Federal do Pará

  
Prof. Dimitrie Nechet  
Especialista em Meteorologia Tropical  
Universidade Federal do Pará

  
MSC. Monik Fernandes Albuquerque  
Mestre em Meteorologia  
Universidade Federal de Campina Grande

  
Prof. José Danilo de Souza Filho  
Mestre em Agrometeorologia  
Universidade Federal do Pará

Dedico esta conquista ao meu  
esposo, meus pais e minhas  
irmãs,

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar meu caminho, ser a resposta de todas as coisas e confortar meu coração nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Eymard e Socorro pelo incentivo, pela educação maravilhosa e pelas batalhas vencidas.

As minhas irmãs, Alessandra, Amanda, Ana Flávia e Ana Clara que são minhas companheiras inseparáveis e me fazem rir até quando estou triste.

Ao meu esposo e amigo, Rodrigo que não mediu esforços pra me ajudar nessa reta final do curso e pela compreensão nos momentos de estresse.

Aos professores do curso de meteorologia da UFPA pelos conhecimentos repassados ao longo desses anos e pela amizade de todos, em especial a professora Maria do Carmo pela enorme ajuda, dedicação e paciência na hora de me orientar e ao Professor Dimitrie pelas sugestões importantíssimas ao final do trabalho.

Aos amigos que fiz ao longo de dois anos de estágio na EMBRAPA Amazônia Oriental: Dra. Nilza Pacheco pelo exemplo de luta e força de vontade e principalmente pela dedicação na hora de me orientar no estágio; Ao Reginaldo Frazão pela paciência de me ensinar na prática as funções de um observador meteorológico; Ao Kell pela amizade e horas de descontração no laboratório.

Ao tio Aldecy Moraes pela orientação na hora da escolha do assunto para este trabalho de conclusão.

Aos funcionários da Empresa AGROPALMA, em especial para Ricardo Tinoco, Sebastião Sinimbú e Hugo que me cederam os dados de doenças do AF e climatológicos de Tailândia-Pa e pela paciência em todos os momentos que esclareceram minhas dúvidas, por inúmeros e-mails.

Aos colegas que fiz no decorrer do curso, pela companhia e por fazerem parte de uma das melhores fases da minha vida.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”  
Charles Chaplin

## RESUMO

O Amarelecimento Fatal (AF) do dendezeiro é a enfermidade que mais afeta a cultura do dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq) no Brasil, por isso essa tem sido a maior preocupação de pesquisadores e produtores, que trabalham com esta palmeira. Apesar da realização de diversas pesquisas sobre a causa ou o agente causal do AF, ainda não foram obtidos resultados conclusivos, o que torna difícil a elaboração de medidas de controle. Esta pesquisa teve por objetivo fazer um estudo de casos de surtos endêmicos do amarelecimento fatal, erradicação e perda pela ação de raios, que ocorrem na área de plantações de dendezeiros, da AGROPALMA, no Município de Tailândia – Pará, num período de 4 anos, 2007 a 2010, e correlacionar com os elementos meteorológicos como: regime de temperatura do ar, de umidade relativa, de precipitação pluviométrica e insolação máxima. O Amarelecimento Fatal (AF) apresentou forte coeficiente de correlação, com a precipitação pluviométrica (0,71) e umidade relativa do ar (0,81) e fraco coeficiente de correlação com a temperatura do ar (0,32). O número de ocorrência de plantas infectadas, com o Amarelecimento Fatal foi de média anual de 2.047. Essas plantas infectadas vem aumentando durante os anos estudados, enquanto que, o número de plantas erradicadas, em média anual de 100 casos e as atingidas por raios, em média anual de 200 casos, vem diminuindo. Sugerimos, inspeções sanitárias intensivas, a fim de detectar rapidamente os sintomas iniciais da ocorrência do AF, para evitar grandes perdas, na qualidade, quantidade e rendimento na produção agrícola do dendezeiro.

Palavras – Chave: Amarelecimento Fatal. Cultura do Dendê. Elementos Meteorológicos.

## **ABSTRACT**

The Yellowing Fatal (AF) of oil palm is the disease that affects the culture of oil palm ( *Elaeis guineensis* , Jacq ) in Brazil , so this has been a major concern of researchers and producers who work with this palm . Despite research studies on the cause or the causal agent of AF were not yet conclusive results, which makes it difficult the development of control measures obtained. This research aimed to conduct a study of cases of endemic outbreaks of fatal yellowing , eradication and loss by the action of lightning, occurring in the area of oil palm plantations , the AGROPALMA , city of Thailand - Pará , in a period of 4 years , 2007-2010 , and correlate with meteorological elements such as temperature regime air , relative humidity, rainfall and maximum insolation . The Yellowing Fatal (AF) showed a strong correlation coefficient with rainfall (0.71) and relative humidity (0.81) and weak correlation coefficient with the air temperature (0.32). The number of occurrence of plants infected with the Yellowing Fatal annual average was 2,047. These infected plants has been increasing during an annual average of 100 cases and struck by lightning on average of 200 cases has been decreasing. We suggest, intensive health inspections in order to quickly detect the early symptoms of the occurrence of AF, to avoid large losses in quality, quantity and performance in the agricultural production of oil palm.

Key words: Yellowing Fatal, Culture Dende, Meteorological Elements.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Mapa de localização do município da Tailândia.....	23
Figura 02 Distribuição média mensal de temperatura do ar na AGROPALMA (2007 – 2010). Fonte: (Autor, 2014).....	27
Figura 03 – Distribuição média mensal de chuva na AGROPALMA (2007 – 2010). Fonte: (Autor, 2014).....	28
Figura 04 – Distribuição da umidade relativa média mensal na AGROPALMA (2007 – 2010). Fonte: (Autor, 2014).....	29
Figura 05 – Distribuição média mensal de brilho solar na AGROPALMA (2007 – 2010). Fonte: (Autor, 2014).....	30
Figura 06 – Balanço hídrico mensal na área da AGROPALMA (2007 – 2010). Fonte: (Autor 2014).....	32
Figura 07a – Perfil do Amarelecimento Fatal e temperatura média do ar na AGROPALMA (2007 – 2010). Fonte: Autor, (2014).....	33
Figura 07b – Perfil do Amarelecimento Fatal e umidade relativa na AGROPALMA (2007- 2010). Fonte: Autor, (2014).....	34
Figura 07c – Perfil do Amarelecimento Fatal e precipitação pluviométrica na AGROPALMA (2007 – 2010). Fonte: Autor, (2014).....	35
Figura 07d – Perfil do Amarelecimento Fatal e brilho solar na AGROPALMA (2007 – 2010) Fonte: Autor, (2014).....	36
Figura 08 – Número de plantas desinfectadas na área de plantação da AGROPALMA, no período de 2007 a 2010. Fonte: Autor, (2014).....	38

Figura 09 – Número de plantas erradicadas ou arrancadas na área da plantação da AGROPALMA, no período de 2007 a 2010.....38

Figura 10 – Número de plantas perdidas por conta de Raios na área da plantação da AGROPALMA, no período de 2007 a 2010. Fonte: Autor, (2014).....39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Balanço Hídrico na área da AGROPALMA, segundo Thornthwaite e Matter (1955).....	31
Tabela 02 – Valores do coeficiente de correlação (r) e determinação (r <sup>2</sup> ) das variáveis meteorológicas com o Amarelecimento Fatal na AGROPALMA, no período de 2007 a 2010 .....	37

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AF- Amarelecimento Fatal

DENPASA - Dendê do Pará S.A.

DEF – Déficit Hídrico

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETP – Evapotranspiração Potencial

ETR – Evapotranspiração Real

EXC – Excedente Hídrico

IAN – Instituto Agrônômico do Norte

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INB - Intensity and Nutrients Balance

PRP – Precipitação

r – Coeficiente de Correlação Linear Simples

$r^2$  - Coeficiente de Regressão Linear Simples

RDR – Rede de Detecção de Raios

SEAGRI - SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA

SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia

UFPA – Universidade Federal do Pará

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	16
2	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	18
2.1	A DOENÇA DO AMARELECIMENTO FATAL	19
2.1.1	<b>Epidemiologia</b>	19
2.1.2	<b>Sinais e sintomas, fisiopatologia</b>	20
2.1.3	<b>Controle</b>	20
2.2	IMPORTÂNCIA DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA	21
2.3	EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS DA CULTURA DO DENDÊ	22
2.4	RELAÇÃO ENTRE RAIOS, CHUVAS E COBERTURA VEGETAL	22
2.5	CLIMATOLOGIA DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PA	23
2.6	CLIMATOLOGIA NA ÁREA DE PLANTAÇÃO DE DENDEZEIROS NA EMPRESA AGROPALMA, NO PERÍODO DE 2007 A 2010	23
3	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	25
3.1	ESPECIFICAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO	25
3.2	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	25
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	27
4.1	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PARÁ	27
4.2	BALANÇO HÍDRICO	30
4.3	CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS	32
4.4	VARIAÇÃO MÉDIA MENSAL DA DOENÇA DO AMARELECIMENTO FATAL DA CULTURA DO DENDÊ X ELEMENTOS METEOROLÓGICOS	32
4.5	PLANTAS DESINFECTADAS, ERRADICADAS E PERDIDAS POR RAIOS	37

5	<b>CONCLUSÃO</b>	40
	<b>REFERÊNCIAS</b>	41

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura dendezeiro (*Elaeis guineensis Jacq.*) é uma planta perene originária da África. No Brasil, foi introduzido no século XVII pelos escravos e adaptou-se bem ao clima tropical úmido (TRINDADE et al., 2005) . Essa palmeira é uma oleaginosa de maior produtividade conhecida no mundo, onde os principais produtos extraídos do dendezeiro é o óleo de palma (extraído do mesocarpo) e o de palmiste (extraído da amêndoa do fruto). Esses óleos são utilizados há muito tempo na indústria alimentícia, medicinal e cosmética, (BOARI, 2008). Outra vantagem do cultivo do dendê é na questão ambiental, uma vez que pode ser plantado em áreas degradadas.

A cultura do dendezeiro tem recebido ainda mais destaque, nos últimos anos, com a crescente demanda por biocombustíveis. Essa palmeira é uma fonte potencialmente importante de biodiesel, visto que, é a palmeira oleaginosa de maior produtividade conhecida em todo o mundo, permitindo a extração de 4 a 5 toneladas de óleo de palma por hectare (BOARI, 2008).

Porém, seu crescimento e desenvolvimento vêm sendo atingido pela ocorrência de diversas doenças. Entre as enfermidades mais importantes que afetam o dendezeiro em nossa região está o Amarelecimento Fatal, sendo responsável por milhares de mortes de plantas e considerada a doença mais preocupante do dendê, por não se conhecer sua etiologia, dificultando a elaboração de medidas de controle.

Estudos a respeito do Amarelecimento Fatal da cultura do dendezeiro, utilizando-se técnicas estatísticas de correlação e relacionando clima e tempo com a doença, torna-se justificável na atualidade, dada a importância e a gravidade que a doença possui, fornecendo aos cultivadores do dendê, informações da influência do clima sobre a incidência da doença. As condições climáticas e suas flutuações influenciam desde a germinação das sementes até a colheita, bem como, a propagação de doenças, fungos e bactérias, como a morte de plantas associadas com anomalias climáticas, principalmente as relacionadas com a distribuição das chuvas e as necessidades hídricas das culturas.

Este trabalho teve como objetivo estudar a doença do amarelecimento fatal na cultura do dendê, bem como, a correlação das variáveis meteorológicas sobre a incidência da doença, no município de Tailândia – Pará, no período de 2007 a 2010, utilizando técnicas estatísticas para avaliar os efeitos da variabilidade climática sobre a incidência da doença, pois estes resultados serão de grande utilidade, para o monitoramento e controle prévio da doença, buscando entender o comportamento ao longo o tempo, a fim de conhecer, detectar ou prever alguma mudança, que possa ocorrer nos fatores condicionantes, como nos processos entre clima – saúde das plantas – doenças.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na Região Amazônica a introdução da cultura do dendezeiro se deu no início da década de 50, no Estado do Pará, por meio do Instituto Agrônomo do Norte (IAN), precursor da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Amazônia Oriental), que importou algumas linhagens do continente africano, com o objetivo de levantar informações básicas, para avaliar suas possibilidades de cultivo na Amazônia (PANDOLFO, 1981).

Contudo, essa cultura vem sendo ameaçada pela ocorrência de diversas doenças. As enfermidades descritas que afetam o dendezeiro são antracnose, mancha foliar de viveiro, mancha de cercospora, necrose foliar de corticum, fusariose do dendezeiro, anel vermelho do dendezeiro, marchitez sorpressiva, mancha de pestalotia, mancha de *Cylindrocladium*, estrias bronzeadas, mancha circular, podridão seca do coração, arcada foliar, podridão do tronco e raiz e amarelecimento fatal (TRINDADE; POLTRONIERI, 2005).

Entre as enfermidades que mais afetam o dendezeiro em nossa região, está o amarelecimento fatal, conhecido como podridão de flecha, guia podre ou simplesmente AF. Esta doença é responsável por milhares de mortes de plantas e considerado a doença mais preocupante do dendê, por não conhecer sua etiologia, o que dificulta a elaboração de medidas de controle. Porém, as pesquisas com o amarelecimento fatal do dendezeiro, inicialmente se concentraram na área de entomologia, em razão da semelhança sintomatológica com o amarelecimento letal dos coqueiros na Flórida, uma doença causada por um organismo do tipo fitoplasma e transmitido por um inseto vetor, identificado como *Myndus crudus* (*Hemiptera: cixiidae*), (EMBRAPA, 1998). Sua ocorrência teve seu registro inicial na Amazônia em 1974 no município de Santa Bárbara do Pará. A partir daí também ocorreram casos nos Estados do Amazonas e Amapá (TRINDADE; POLTRONIERI, 2005).

## 2.1 A DOENÇA DO AMARELECIMENTO FATAL

### 2.1.1 Epidemiologia

Vários testes epidemiológicos, com intuito de verificar, se a disseminação do Amarelecimento Fatal (AF) era de natureza linear ou exponencial, de uma doença infecciosa ou não infecciosa e sua causa, foram feitos por Bergamin et al.,(1998) e Laranjeira et al.,(1998).

Através do estudo do progresso espacial do AF em uma lavoura no Município de Benevides-PA, Laranjeira et al., (1998), a partir de dados fornecidos pela DENPASA, concluíram que o AF é de natureza abiótica, pois verificaram que não houve um padrão definido, tanto para o aparecimento, quanto para, o crescimento de focos. Além disso, não verificaram uma direção preferencial de disseminação e observaram uma tendência de plantas sintomáticas se concentrarem às margens dos riachos. Também a partir de dados fornecidos pela Denpasa, Bergamin Filho et al.,(1998), chegaram a mesma conclusão, após a análise temporal do AF em lavouras no mesmo município, onde o progresso mensal do AF foi linear, no período de 1985 e 1992, igualmente como acontece com problemas abióticos de outras plantas perenes, além de terem sido observadas, curvas anuais com taxa mais-que-exponencial entre os anos de 1992 a 1997, o que não se observa com fatores bióticas. Bergamin et al.,(1995), sugeriu que o AF poderia ser causado por estresse, provocado por fatores como pouca ou muita água, alta ou baixa temperatura, alto conteúdo de sais solúveis no solo, pH do solo inadequado ao dendezeiro, deficiências ou excessos nutricionais, presença de compostos orgânicos tóxicos e compara o AF com o declínio dos citros, causado pelo Intensity and Nutrients Balance (INB), associado ao excesso e deficiência de água, e sugeriu estudos, visando a fatores abióticos para explicar a causa do AF.

Segundo Van de Lande e Zadocks, (1999), após avaliação epidemiológica espacial de dendezeiros com sintomas semelhantes ao do AF no Suriname, concluíram que, a doença era causada por algum fitopatógeno e disseminada pelo vento. Van Slobbe, (1991), observou que as maiores taxas de plantas afetadas pelo AF, ocorriam nos períodos mais chuvosos.

Venturieri et al., (2009), afirmou que, a má drenagem do solo em determinada época do ano, pode induzir fragilidade das plantas. Desta forma, fatores abióticos, como encharcamento do solo, podem ser facilitadores ou até mesmo fatores essenciais, para fragilizar o dendezeiro e deixá-lo susceptível ao AF.

### **2.1.2 Sinais e sintomas, fisiopatologia.**

Os primeiros indícios da doença são dados por um amarelecimento (clorose) dos folíolos basais nas folhas mais jovens, próxima ao centro da coroa, o que é visto com dificuldade. Em seguida, começa a ocorrer a necrose, a partir da base dos folíolos cloróticos, que secam em seguida. Nas partes basais dos pecíolos e ráquis das folhas mais jovens são observados facilmente, os sintomas característicos da doença, pois se observa lesões necróticas de cor marrom-escura, na maioria das vezes com inúmeras rachaduras, podendo provocar quebra na base.

Em alguns casos, foi reportada a necrose das folhas e da flecha, sendo que em outros casos, pode atingir o ápice meristemático, provocando seu apodrecimento. Em estágio mais avançado, e principalmente em épocas mais chuvosas é comum a existência de um odor fétido e presença de larvas de insetos. Em relação aos cachos mais jovens, os mesmos não completam seu desenvolvimento, secando completamente. Segundo Trindade e Poltronieri, (2005), as plantas podem apresentar os sintomas em qualquer fase de desenvolvimento. A evolução deste quadro sintomatológico é bem mais uniforme em plantas mais velhas, já que é comum uma grande variação dos sintomas.

### **2.1.3 Controle.**

Até o presente não existe nenhum tratamento, que possa recuperar uma planta de dendê afetada pelo AF, em virtude do total desconhecimento do agente causal.

Porém, tornam-se necessárias, inspeções sanitárias mensais a fim de detectar sintomas iniciais da doença e controlar a formação de focos, para o restante das plantações. Quando a planta é detectada com a doença do AF, a mesma é ligeiramente eliminada, cortando as folhas

que apresentam os sintomas, para evitar, contaminação total do dendezeiro, ou ser erradicadas (arrancadas).

## 2.2 IMPORTÂNCIA DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA, EM GERAL.

- A insolação e a radiação solar incidente, como influência nos processos da fotossíntese, transpiração, floração e maturação estão associadas, a produtividade agrícola, e tem sido em geral, avaliado em associação com, a temperatura do ar e disponibilidade de água (DOORENBOS e KASSAN, 1979).
- A temperatura do ar afeta a maioria dos processos físicos e químicos das plantas e, portanto, cada espécie, exige uma temperatura ótima, máxima e mínima, para que possam se desenvolver satisfatoriamente, pois temperaturas elevadas aceleram a floração e a maturação, e quando associadas com deficiência hídrica, reduz o porte da planta e quando associado com umidade do ar elevada, causa prejuízo na qualidade das sementes (PASCALE, 1969 e RIEDER, 1985).
- A importância da umidade relativa do ar e do vento no desenvolvimento e produção dos cultivos está relacionada, pela influência na demanda evaporativa da atmosfera, na transpiração das plantas e, portanto nas necessidades hídricas das plantas. Umidade muito baixa (abaixo de 60%) pode ser prejudicial ao desenvolvimento das plantas, pois aumenta a taxa de transpiração e quando a umidade é muito elevada (acima de 90%) reduz a absorção de nutrientes, devido a redução da transpiração, além de favorecer a propagação de doenças fungicidas (BASTOS e DINIZ, 1980).
- O vento tem papel importante na produtividade agrícola, como na disseminação do pólen e fecundação das flores, propagação de doenças e prática com quebra - vento (Oliveira, 2005). Ventos fracos e moderados favorecem o desenvolvimento da maioria das culturas, pois aumentam a transpiração e conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes pelas raízes, enquanto que, os ventos fortes muito frequentemente, são prejudiciais aos cultivos, por causar danos mecânicos e por afetar o processo fisiológico (ORTOLONI, 1986).

### 2.3 EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS DA CULTURA DO DENDEZEIRO

A cultura do dendezeiro requer temperatura média entre 25 e 27°C e limites mínimos e máximos de 24° e 32°C, sem ocorrência de temperaturas mínimas abaixo de 19°C, por períodos prolongados, pois a temperatura do ar, tem efeito sobre o número de folhas produzidas, números de cachos e teor de óleo nos frutos; as chuvas devem proporcionar precipitações mensais mínimas acima de 100 mm (150 mm ideais) e total anual de 2.000 mm ou mais, pois a disponibilidade de água no solo, como quantidade e distribuição, determina produções elevadas de cachos de dendê; a luminosidade deve ser pelo menos, 1.800 horas/luz/ano, com mínimo de 5 horas/luz solar/dia e a umidade relativa do ar em torno de 80% é ideal para a planta. Plantios em regiões com déficit hídrico prolongado devem ter suprimento com irrigação artificial (SEAGRI, 2011).

### 2.4 RELAÇÃO ENTRE RAIOS, CHUVAS E COBERTURA VEGETAL

A relação entre as ocorrências de raios e precipitação pluviométrica, em um determinado local sobre a terra, depende das características do clima, da cobertura da superfície vegetada e usos do solo, bem como, sobre a topografia do local e condutividade elétrica do solo.

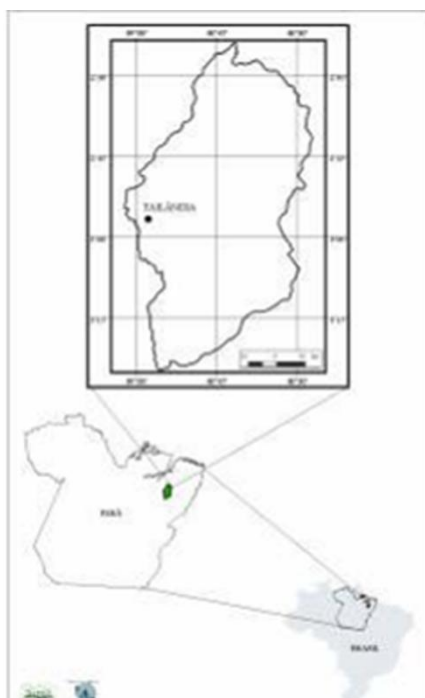
Estudos mostram que a Região Amazônica, apresenta um dos maiores índices de raios do mundo, em decorrência da formação frequente de nuvens cumulonimbus, sobre toda a região, que apresenta elevados índices pluviométricos, (SOUZA et al., 2003).

Recentemente pesquisadores da UFPA, iniciaram um programa de monitoramento de raios na Amazônia, utilizando dados provenientes da Rede de Detecção de Raios (RDR) do SIPAM, para definir as características e as ocorrências de raios e sua associação com sistemas produtores de chuvas e as características fisiográficas da superfície na região.

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PA

O município de Tailândia, localizado no Estado do Pará (Figura 1), pertence à Mesorregião Nordeste Paraense e à Microrregião homogênea de Tomé-Açu. Limitando-se ao norte com o município de Acará, a leste com Tomé-Açu, ao sul com Ipixuna do Pará e a oeste com Moju. Regionalmente, o relevo do município está inserido no Planalto Rebaixado da Amazônia, Baixo Amazonas (PARÁ, 2011a). Possui 79.297 habitantes e área territorial de 4.430 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

**Figura 01:** Mapa de localização do município da Tailândia (Fonte: IBGE, 2010)



## 2.6 CLIMATOLOGIA NA ÁREA DE PLANTAÇÃO DE DENDEZEIROS NA EMPRESA AGROPALMA, NO PERÍODO DE 2007 A 2010

Na área de plantação de dendzeiros, a temperatura média anual de temperatura máxima foi de 31,4°C e temperatura média mínima de 22,4°C. Considera-se a área na faixa equatorial,

apresentando o clima do tipo Afi, na classificação de Köppen, correspondente ao clima tropical úmido; chuvas nas duas estações, mais chuvosa (regionalmente, chamada de Inverno) e menos chuvosa (regionalmente chamada de Verão), precipitação sempre acima de 60 mm mensais, e com totais anuais de 2.837 mm oscilando entre 2.000 e 3.000 mm anuais, com maior concentração de chuva entre janeiro a junho. Na classificação de Thornthwaite, o clima foi do tipo B3 r A' a' correspondendo ao clima quente e úmido, com pequena ou nenhuma deficiência de água, megatérmico e com uma concentração no período de verão da evapotranspiração potencial igual a 23%. Dados obtidos da Estação da AGROPALMA localizada na área da plantação com Lat. 01° 59' 31''S e Long. 048° 36'24''W.

Em terra firme na área, os tipos de solos predominantes são o Latossolo Amarelo de textura argilosa e o Argiloso Amarelo de textura de média a argilosa.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ESPECIFICAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO.

A área na qual foi realizado o estudo pertence ao Grupo Agropalma, localizada no município de Tailândia – Pará..

Na AGROPALMA, a área do plantio do dendezeiro totaliza 40.000 ha, onde a plantação é feita na forma de um triângulo equilátero, com espaçamento tradicional de 9 metros, e é fonte importante de biodiesel, visto que essa palmeira oleaginosa de maior produtividade produz a extração de 320 toneladas/dia de óleo de palma.

#### 3.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.

Foram utilizados dados mensais de temperatura do ar, de precipitação pluviométrica, de umidade relativa e de brilho solar (insolação) para o período de 2007 a 2010, obtidos na estação automática da AGROPALMA, citada acima, além de dados mensais de registros de casos da doença de Amarelecimento Fatal, erradicação de plantas, perdas de plantas pela ação dos raios que ocorrem na região, dados estes, também, obtidos na AGROPALMA.

Considerando que na região a precipitação pluviométrica é o elemento meteorológico que apresenta maior efeito na produção agrícola, pois é o elemento determinante da disponibilidade de água no solo para o uso das plantas, calculou-se o balanço hídrico, considerando-se as médias mensais de temperatura do ar e precipitação pluviométrica pelo método de Thornthwaite e Mather, (1955), onde a capacidade do campo utilizada foi de 150 mm.

Para analisar e verificar o aumento/redução da ocorrência do AF, utilizou-se a distribuição bilateral, para verificar a faixa de variação, entre os elementos meteorológicos e os casos de Amarelecimento Fatal do dendezeiro.

Foi determinado o coeficiente de correlação linear simples ( $r$ ), para saber se as variáveis meteorológicas estão significativamente correlacionadas com os casos da doença, ou seja, se é fraca ou forte o grau de relação entre as duas variáveis.

Foi determinado também, o coeficiente de regressão linear simples ( $r^2$ ), para determinarmos, o grau que as variáveis meteorológicas explicam o AF em questão, caso essa relação exista.

O nível de confiança utilizado para todos os dados foi de 95%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

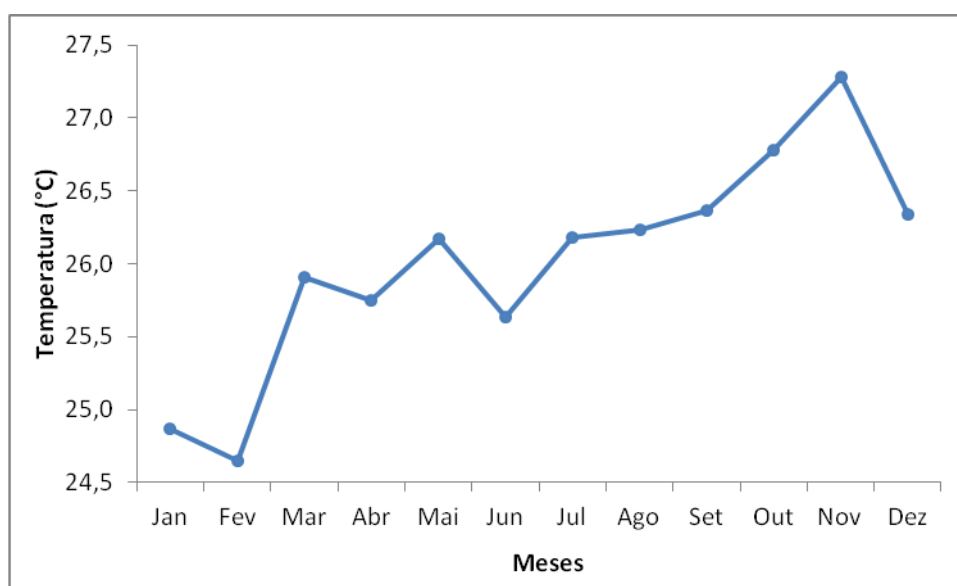
### 4.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PARÁ.

A Figura 02 mostra a temperatura média mensal do ar, e verifica-se pouca variabilidade térmica, todavia, o período de ocorrência das temperaturas mais elevadas, durante o ano é observado nos meses de setembro a novembro.

Observa-se que as temperaturas médias nos meses de janeiro a junho, ficaram abaixo da média anual ( $26,0^{\circ}\text{C}$ ), enquanto que, nos meses de julho a dezembro, as temperaturas foram mais elevadas e ficaram acima da média.

As temperaturas sempre elevadas na região são explicadas, pela proximidade do equador e pela baixa latitude. As pequenas flutuações térmicas registradas estão associadas, com o padrão das chuvas, visto que as temperaturas menos acentuadas ocorrem por ocasião do período mais chuvoso (dezembro a maio), enquanto que, as mais elevadas coincidem com o período menos chuvoso (junho a novembro).

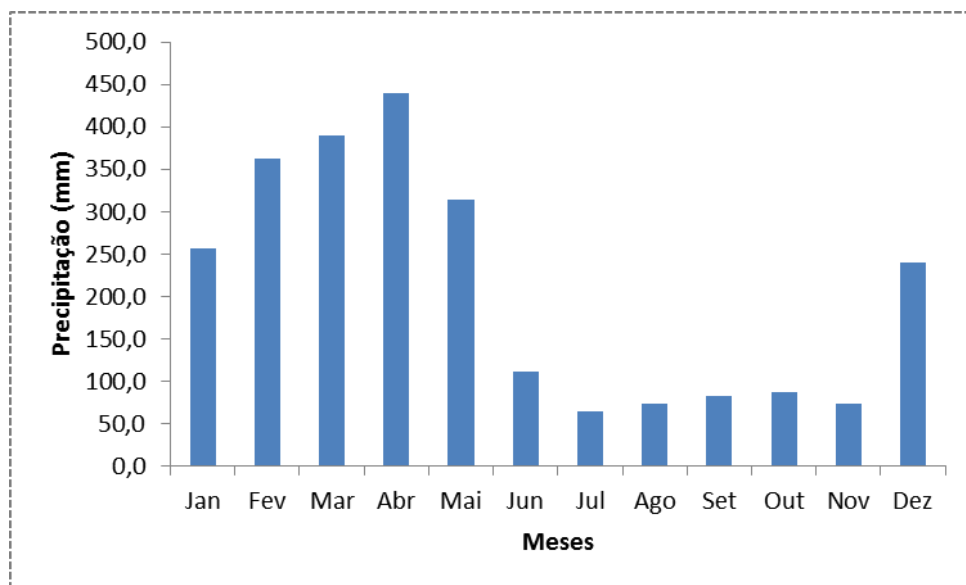
**Figura 02** – Distribuição média mensal de temperatura do ar na AGROPALMA (2007 – 2010).



Fonte: Autor, (2014)

Na Figura 03, da distribuição média mensal de chuvas, onde podemos observar que a maior pluviosidade ocorre entre os meses de março e abril, enquanto a menor pluviosidade ocorre entre os meses de junho a novembro. O total anual de precipitação pluviométrica foi de 2.493,0 mm. Pode-se afirmar que, na AGROPALMA (Tailândia – PA), as fortes chuvas que ocorrem na área no período mais chuvoso, são influenciadas pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), e no período menos chuvoso, a precipitação é devido principalmente aos efeitos locais e de mesoescala.

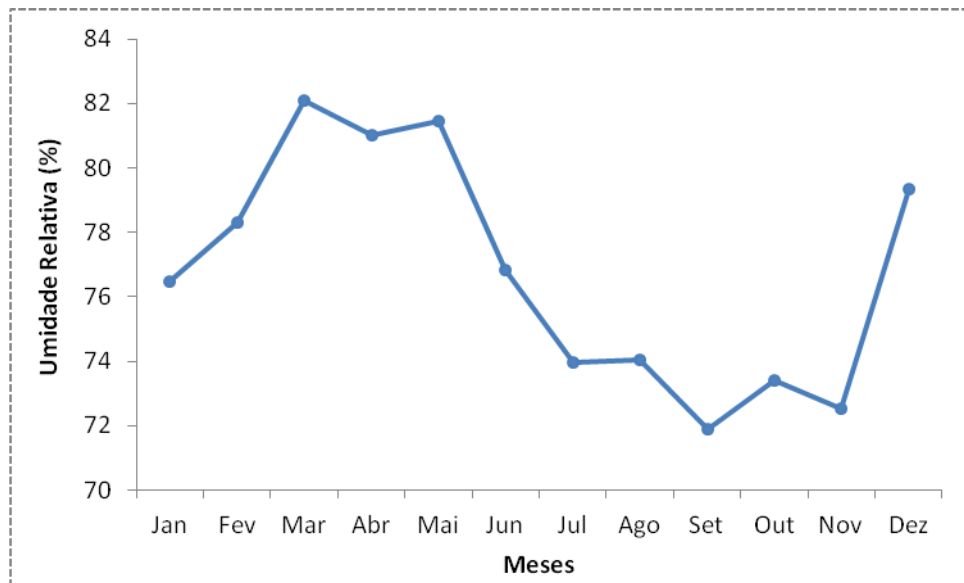
**Figura 03** – Distribuição média mensal de chuva na AGROPALMA (2007 – 2010).



Fonte: Autor, (2014)

Localizada na região equatorial e sob condição de alta pluviosidade, pode-se dizer que, na área da plantação, apresenta umidade relativa média anual de 77%, e como observado na Figura 04, os valores mais elevados ocorrem nos meses mais chuvosos (dezembro a maio) e de maneira inversa a temperatura do ar no período de junho a novembro.

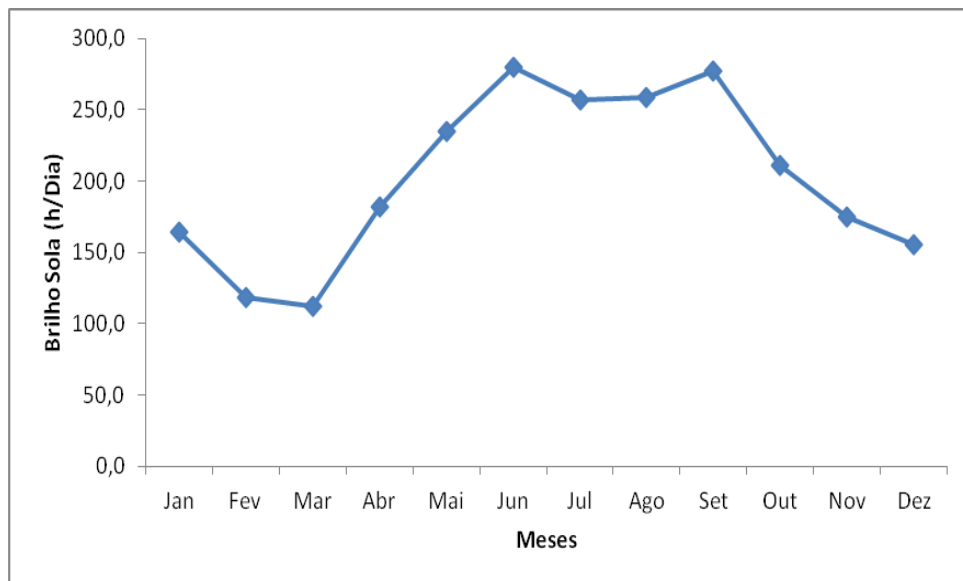
**Figura 04** – Distribuição da umidade relativa média mensal na AGROPALMA, (2007 – 2010).



Fonte: Autor, (2014)

Dada à condição de baixa latitude de Tailândia, a duração do dia astronômico está em geral, em torno de 12 horas/dia. Esse período de luz é conhecido também como foto-período ou tempo em que existe luz e corresponde ao número máximo possível ou horas de brilho solar, se não existirem nuvens. A Figura 05 mostra a distribuição média mensal de brilho solar na área da plantação, observa-se que, os meses de dezembro a maio apresentaram considerável concentração de nuvens, reduzindo o potencial de horas de brilho solar. Assim nos meses mais chuvosos o total de horas de brilho solar, variou de 112,6 a 234,9 horas, valores abaixo do total registrado nos meses menos chuvosos, de junho a novembro, que foi de 174,9 a 280,1 horas.

**Figura 05** – Distribuição média mensal de brilho solar na AGROPALMA (2007 – 2010).



Fonte: Autor, (2014)

## 4.2 BALANÇO HÍDRICO

A água é um fator fundamental no desenvolvimento de uma cultura, pois a falta ou excesso pode influenciar na produção agrícola de uma determinada cultura.

A energia recebida proporcionou, em termos anuais, uma demanda evaporativa menor que a chuva.

De acordo com a Tabela 01, resultante dos cálculos do balanço hídrico, segundo Thorntwaite e Matter (1955), encontrou-se um valor total anual, de 2497 mm de precipitação pluviométrica (PRP), de 1593 mm de evapotranspiração potencial (ETP), de 1398 mm, referente à evapotranspiração real (ETR), um déficit hídrico (DEF) de 196 mm e um excedente hídrico (EXC) de 1100 mm.

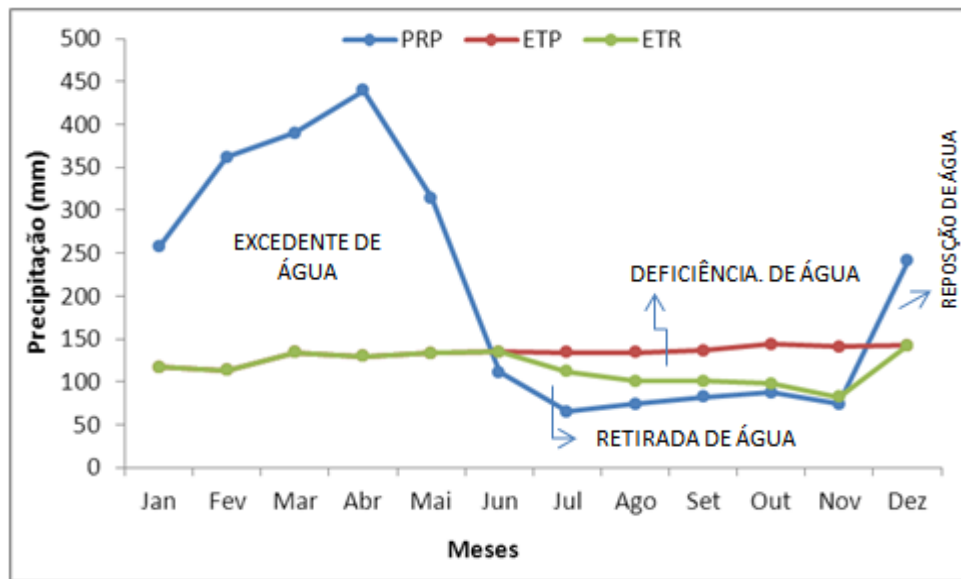
**Tabela 01** – Balanço Hídrico na área da AGROPALMA, segundo Thornthwaite e Matter (1955).

Meses	PRP	ETP	ETR	DEF	EXC
Jan	257	117	117	0	104
Fev	362	113	113	0	249
Mar	390	134	134	0	256
Abr	440	130	130	0	310
Mai	314	133	133	0	181
Jun	111	135	135	1	0
Jul	65	134	112	22	0
Ago	74	134	101	33	0
Set	82	136	101	35	0
Out	87	144	98	46	0
Nov	74	141	82	59	0
Dez	241	142	142	0	0
— X ; Σ	2497	1593	1398	196	1100

Fonte: Autor (2014)

A Figura 06 mostra o balanço hídrico para a área da AGROPALMA e observa-se que, de dezembro a maio, o total de precipitação pluviométrica foi de 2004 mm, excedendo a evapotranspiração potencial, que foi de 911 mm, proporcionando reposição de água no solo, nos meses de dezembro a janeiro, o excedente de água no solo, ocorreu, nos meses de fevereiro a maio, sendo de 1100 mm. De junho a novembro, o total de chuvas é de 493 mm, menor que, a evapotranspiração potencial, que é de 824 mm, resultando em deficiência de água no solo, de 196 mm, seguida de retirada de água no solo.

**Figura 06** – Balanço hídrico mensal na área da AGROPALMA (2007 – 2010).



Fonte: Autor, (2014)

#### 4.3 CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS.

De maneira geral, pode-se dizer que o ambiente climático, durante o período de tempo analisado, é favorável ao desenvolvimento da cultura do dendê, no município de Tailândia-PA, onde a temperatura média do ar é de 26,0 °C, a precipitação total média anual é de 2.497,0 mm, a umidade relativa do ar é de 77%, a luminosidade é de 2.469 horas/luz/ano, com média de 7 horas/luz solar/dia e apresenta água facilmente disponível no solo, nos meses de dezembro a junho.

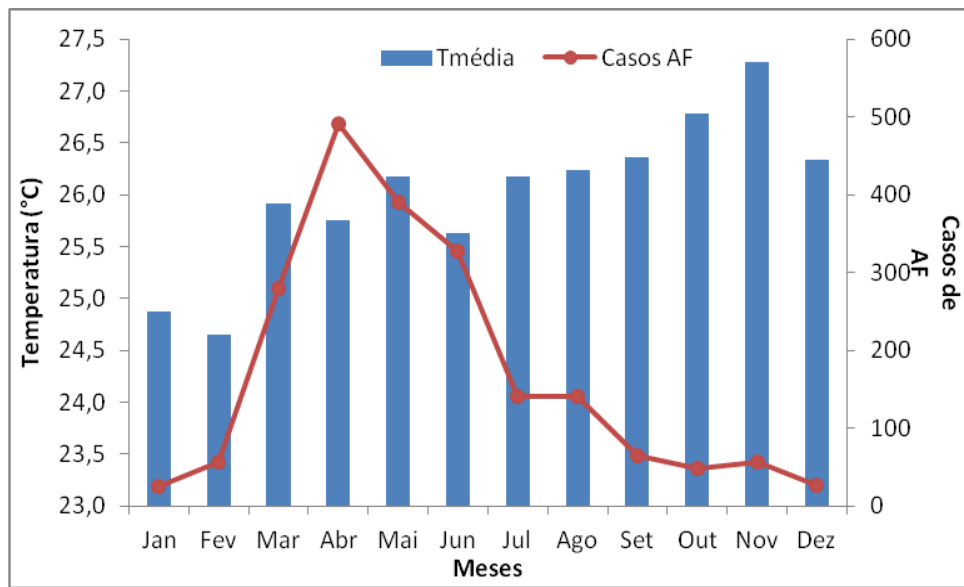
#### 4.4 VARIAÇÃO MÉDIA MENSAL DA DOENÇA DO AMARELECIMENTO FATAL DA CULTURA DO DENDÊ X ELEMENTOS METEOROLÓGICOS.

As figuras 07a, 07b, 07c e 07d mostram o perfil do Amarelecimento Fatal e das variáveis meteorológicas na área da plantação da AGROPALMA em médias mensais para o período de 2007 a 2010.

A figura 07a mostra a relação da média anual do número de casos do AF e a média da temperatura do ar e observa-se que o AF, apresenta comportamento inverso com a temperatura do ar. No geral, nota-se que, em épocas com temperaturas mais elevadas, os

casos de ocorrência da doença são menores e em épocas, com temperaturas mais baixas, os casos de ocorrência da doença são maiores.

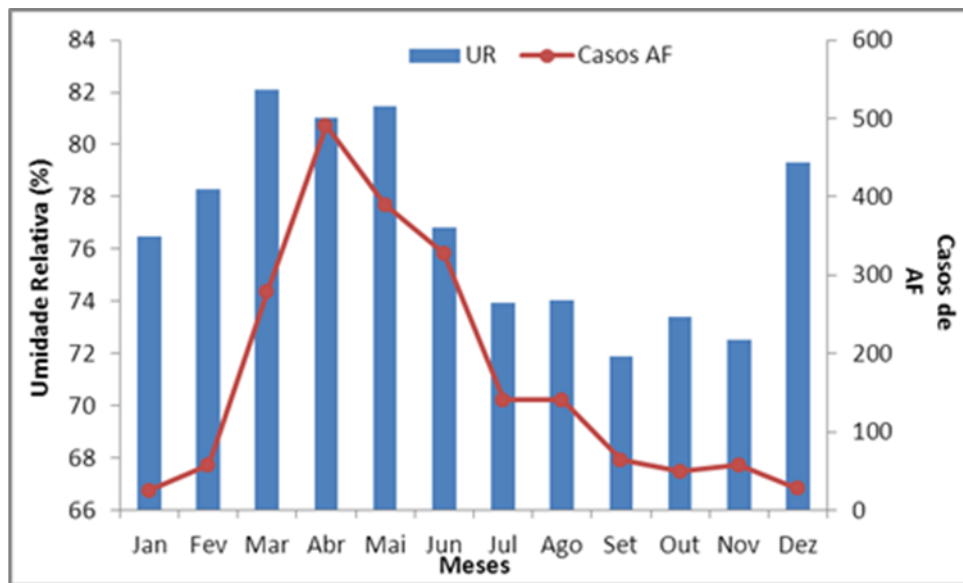
**Figura 07a** – Perfil do Amarelecimento Fatal e temperatura média do ar na AGROPALMA (2007 – 2010).



Fonte: Autor, (2014)

Na figura 07b que apresenta o perfil do Amarelecimento Fatal com a umidade relativa, mostra relação direta, ou seja, quando os valores de umidade relativa do ar são mais elevados, de dezembro a junho, maiores são os índices de ocorrência da doença do AF e vice-versa.

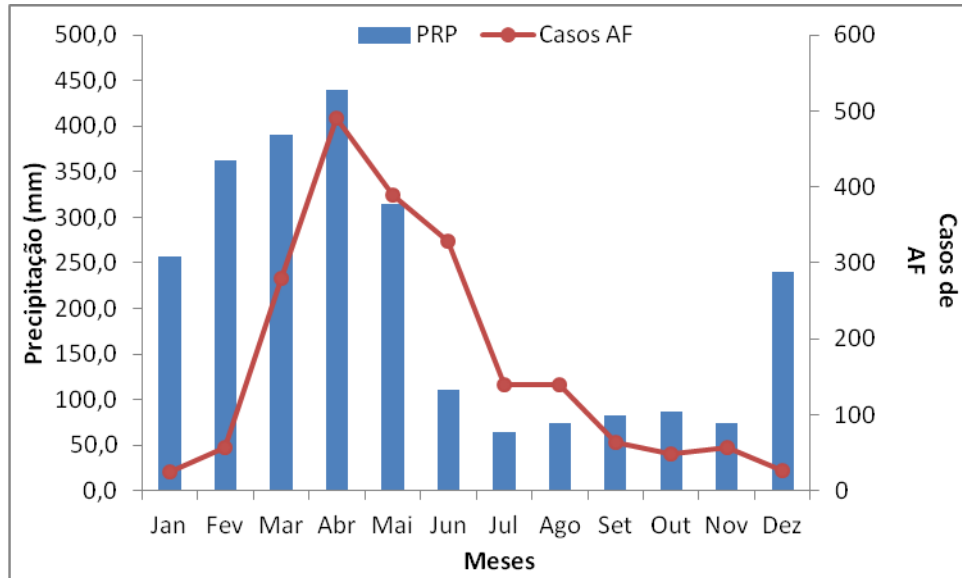
**Figura 07b** – Perfil do Amarelecimento Fatal e umidade relativa na AGROPALMA (2007 – 2010).



Fonte: Autor, (2014)

Relacionando o perfil da doença do AF com a precipitação pluviométrica (Figura 07c), observa-se relação direta entre elas, onde os maiores casos da doença, predominaram no período mais chuvoso na região. Sendo que no mês de abril, aconteceu o maior índice da endemia e o maior valor de precipitação pluviométrica.

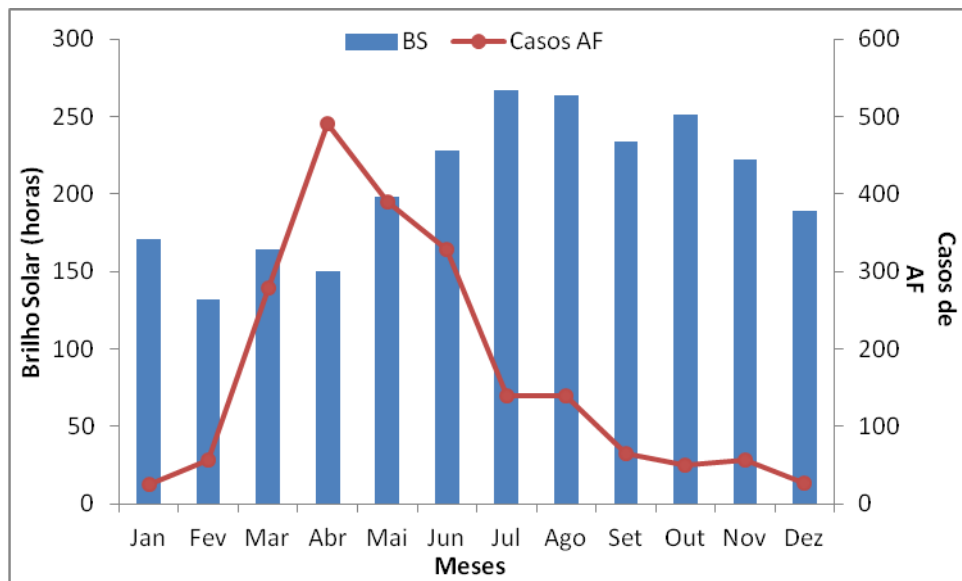
**Figura 07c** – Perfil do Amarelecimento Fatal e precipitação pluviométrica na AGROPALMA (2007 – 2010).



Fonte: Autor, (2014)

Na figura 07d, mostra a relação entre a incidência da doença do AF com o total de brilho solar, mostrando relação inversa, ou seja, quanto maior o total de horas de brilho solar, menor a ocorrência da doença do AF nos dendezeiros, e vice-versa.

**Figura 07d** – Perfil do Amarelecimento Fatal e brilho solar na AGROPALMA (2007 – 2010).



Fonte: Autor, (2014)

A Tabela 02 contém os coeficientes de correlação ( $r$ ) e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) dos elementos meteorológicos, considerados neste estudo, com relação a doença do Amarelecimento Fatal, no período de 2007 a 2010 e observa-se forte correlação positiva com a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar, com a ocorrência da doença, com  $r=0,71$  para a precipitação e  $r=0,81$  para a umidade relativa do ar, sugerindo que estas variáveis meteorológicas, estão bem correlacionadas com os casos da doença (diretamente proporcionais), ou seja, quanto mais elevada for a quantidade de chuvas, maior será a umidade relativa e maior incidência de ocorrência da doença do AF. Ao contrário, com a temperatura do ar, que apresentou correlação positiva, porém com valor baixo, de  $r=0,32$  e proporcionalmente inversa a incidência da doença.

Observando o coeficiente de determinação ( $r^2$ ), para as variáveis meteorológicas, precipitação e umidade relativa, onde os valores foram de  $r^2=0,50$  e  $r^2=0,66$ , sugerindo que 50% e 66% dos casos de incidência da doença do AF, podem ser explicados pela influência dessas variáveis, índice considerado bom, no entanto a variável, temperatura do ar, apresentou  $r^2=0,10$ , ou seja, representando que apenas 10% dos casos da incidência da doença do AF, na área da plantação de dendzeiros, pode ser explicada, pela influência da temperatura do ar, índice este considerado fraco.

**Tabela 02** – Valores do coeficiente de correlação (r) e determinação (r<sup>2</sup>) das variáveis meteorológicas com o Amarelecimento Fatal na AGROPALMA, no período de 2007 a 2010.

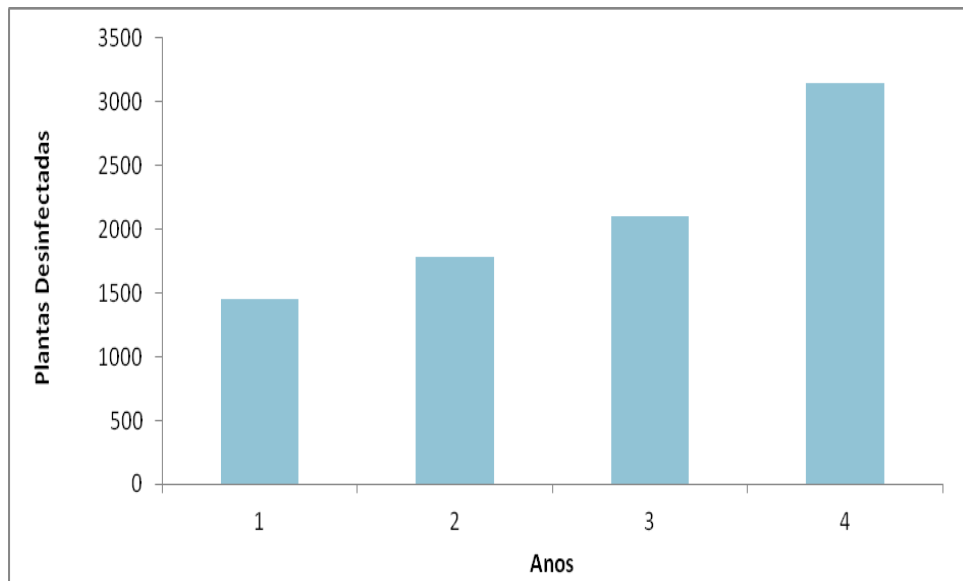
<b>Patologia</b>	<b>Variáveis Meteorológicas</b>	<b>(r) Coeficiente de Correlação</b>	<b>(r<sup>2</sup>) Coeficiente de Determinação</b>
<b>Amarelecimento Fatal</b>	<b>Temperatura do ar</b>	<b>0,32</b>	<b>0,10</b>
	<b>Precipitação</b>	<b>0,71</b>	<b>0,50</b>
	<b>Umidade relativa</b>	<b>0,81</b>	<b>0,66</b>

#### 4.5 PLANTAS DESINFECTADAS, ERRADICADAS E PERDIDAS POR RAIOS.

Todos os casos, de plantas infectadas pelo Amarelecimento Fatal foram desinfectadas e observa-se o crescimento da ocorrência desse AF com os anos (Figura 08), enquanto que, as plantas que vem sendo erradicadas (arrancadas) vêm diminuindo com o tempo (Figura 09). A perda de plantas pela ação dos raios que ocorrem na região, também vem diminuindo, (Figura 10). Nestes quatro anos estudados, ocorreram no total 8.486 casos da doença que foram desinfectadas, 693 plantas foram erradicadas, ou arrancadas e 1.742 plantas foram perdidas, por ação dos raios na região.

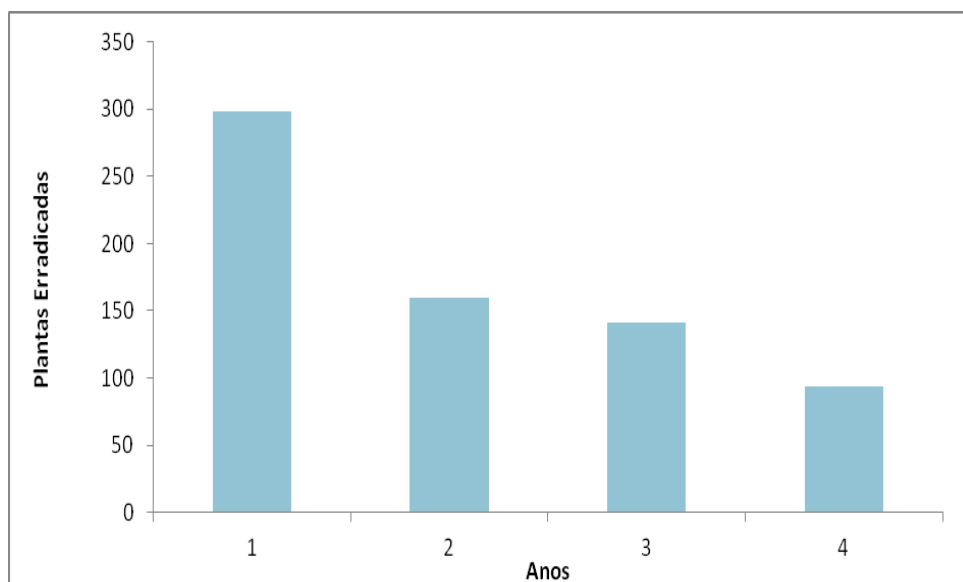
O ciclo de precipitação pluviométrica e a ocorrência de raios na região estão ligados em função do aquecimento convectivo da superfície, associado a disponibilidade de umidade do ar, atuação de sistemas de mesoescala, como linhas de instabilidade e brisas, que durante o período chuvoso, ambos os sistemas, interagem com a Zona de Convergência Intertropical, entre outros, tais como, efeitos da circulação local.

**Figura 08** – Número de plantas desinfectadas na área de plantação da AGROPALMA, no período de 2007 a 2010.



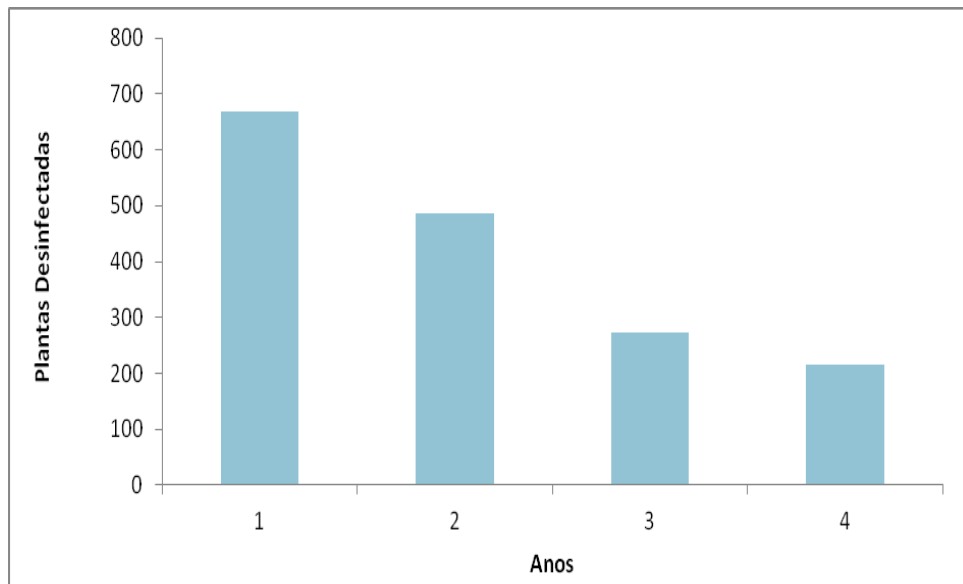
Fonte: Autor, (2014)

**Figura 09** – Número de plantas erradicadas ou arrancadas na área da plantação da AGROPALMA, no período de 2007 a 2010.



Fonte: Autor, (2014)

**Figura 10** – Número de plantas perdidas por conta de Raios na área da plantação da AGROPALMA, no período de 2007 a 2010.



Fonte: Autor, (2014)

## 5 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos neste trabalho, observamos que, a temperatura do ar, apresenta pequena variabilidade térmica, com média de 26,0°C, devido estar próximo da Linha do Equador e pela baixa latitude. A precipitação pluviométrica total anual é de 2.497 mm, apresentando dois períodos distintos, um mais chuvoso, de dezembro a maio, com 80% das chuvas, e outro, menos chuvoso, de junho a novembro, com 20% das chuvas, que ocorrem na região. O período mais chuvoso é influenciado pela ZCIT e o menos chuvoso, devido principalmente, aos efeitos locais. A umidade relativa média do ar é de 77%, e a insolação média mensal, é de 205 horas/mês, e ambos os elementos, apresentam relação direta com a precipitação pluviométrica e relação inversa com a temperatura do ar.

A precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar apresentam relação direta com surtos endêmicos do AF, no município de Tailândia-PA, sugerindo forte correlação, com coeficiente de determinação,  $r^2=0,50$  e  $r^2=0,66$ , respectivamente. Apesar de fraca, existe uma correlação positiva entre a temperatura do ar e os casos de ocorrência da doença do AF, principalmente, quando analisados os dados anuais.

O número de ocorrência de plantas infectadas, com a doença do AF, vem aumentando, visto que, nos anos estudados, foram registradas, médias de 2.047 casos de plantas infectadas por ano, enquanto que, as plantas arrancadas, vêm diminuindo, média de 100 casos, o mesmo acontecendo com as plantas perdidas por raios, média de 200 casos.

O ambiente climático do município de Tailândia-PA, durante o período estudado é favorável ao bom desenvolvimento da cultura do dendê, proporcionando, conforme, demonstrado, água disponível no solo para a cultura, com temperatura do ar, umidade relativa do ar e luminosidade suficiente e ideal, para o plantio da cultura.

Estes resultados, não podem e não devem ser conclusivos, uma vez que, o período de informação é de apenas 4 anos, dando uma idéia, em primeira aproximação, na área de plantação de dendezeiros da AGROPALMA, em termos do Amarelecimento Fatal que ocorre nessa área.

## REFERÊNCIAS

BASTOS, T.X.; DINIZ, T.D. de A.S. **Microclima ribeirinho um controle do Microcyclusulei em seringueira**. Belém, EMBRAPA – CPATU, 1980. 11p. (EMBRAPA – CPATU, Boletim de Pesquisa).

BERGAMIN FILHO, A. **Epidemiologia do amarelecimento fatal do dendezeiro**. Relatório executivo. Belém-PA, P. 24, 1995.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. LARANJEIRA, F. F.; BERGER, R. D. ; HAU, B. Análise temporal do amarelecimento fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 391-396, 1998.

BOARI, A.J. **Estudos realizados sobre o amarelecimento fatal do dendezeiro** (Elaeis Guineensis Jacq) – Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 66p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield Response to water**. Rome: FAO, 1979. 133p. (Irrigation and Drainage paper, 33).

EMBRAPA. **Relatório da equipe multidisciplinar para o estudo da podridão da flexa do dendê**. Belém-PA: Embrapa Uepae de Belém, 1998 (Documento, 01) 22p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em < [HTTP://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1)> Acesso em 02 nov, 2011.

LARANJEIRA, F. F.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; BERGER, R. D.; HAU, B. Análise espacial do amarelecimento fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 397-403, 1998.

OLIVEIRA, M.C.F. **Apostila da disciplina Agrometeorologia**. FAMET, IG, UFPA. 2005.

ORTOLANI, A. A. **Agroclimatologia e o cultivo da seringueira**. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1986,S. Paulo. Anais... SP: Piracicaba, Campinas: Fundação Cargil. 1986. p. 11-32.

PANDOLFO, C. **A cultura do dendê na Amazônia**. Belém-PA: SUDAM. Departamento de Recursos Naturais, 35 p. 1981.

PARÁ. Governo do Estado. **Geologia e Relevô**

Disponível em: <<http://www.portaltailandia-pa.com/index.php?page=tailandia/tailandia> >. Acesso em: 10 nov. 2011a.

PARÁ. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI).

Disponível em: < <http://www.seagri.ba.gov.br/Dende.htm> >. Acesso em: 03 out. 2011b.

PARÁ. Secretaria de Economia

Disponível em: <<http://portaltailandia-pa.com/secretarias/economia.html> >. Acesso em: 03 out. 2011c.

SOUZA, J. R. S. ROCHA, E. J. P. COHEN, J. C. P. Avaliação do impacto antropogênico no ciclo da água na Amazônia. Cap. 4, In: **Problemática do uso local e global da água na Amazônia**. ORG. ARAGON, L. E.; CLUSENER-GODT, M. Brasília – DF, Edições Unesco do Brasil, 2003. P. 69-94.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publication in Centerton, Laboratory of Climatology, N.J: 1955 (Climatology n. 8)

TRINDADE, D. R. ; POLTRONIERI, L. S.; FURLAN JÚNIOR, J. Abordagem sobre o estado atual das pesquisas para a identificação do agente causal do amarelecimento fatal do dendezeiro. In\_\_\_ **Pragas e doenças de cultivos Amazônico**. Belém-PA: Embrapa Amazônica Oriental, 2005. P. 439-450.

VAN DE LANDE, H. L. ; ZADOCKS, J. C. **Spatial patterns of spear rot in oil palm plantations in Suriname**. Plant Pathology, v. 48, n. 2, p. 189-201, 1999.

VAN SLOBBE, W. G. **Amarelecimento fatal**: final report. Belém –PA: Denpasa, 1991.100p.

VENTURIERI, A.; FERNANDES, W. R.; BOARI, A; VASCONCELOS, M. A. **Relação entre ocorrência do amarelecimento fatal do dendezeiro e variáveis ambientais no Estado do Pará**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Anais: natal: SBSR, 2009. p. 523-553.