

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FRANCINEY SOUZA SANTOS

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E A PRODUTIVIDADE DO GUARANÁ NO  
MUNICÍPIO DE MAUÉS-AM

Manaus - AM

2019

FRANCINEY SOUZA SANTOS

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E A PRODUTIVIDADE DO GUARANÁ NO  
MUNICÍPIO DE MAUÉS-AM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, nível de Mestrado, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Amazônia – Território e Ambiente, linha de pesquisa domínios da natureza na Amazônia.

Orientadora: Professora Dr<sup>a</sup>. Jaci Maria Bilhalva Saraiva

Manaus - AM

2019

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S237p Santos, Franciney Souza  
Precipitação Pluviométrica e a Produtividade do Guaraná no Município de Maués - AM / Franciney Souza Santos. 2019  
158 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Jaci Maria Bilhalva Saraiva  
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Precipitação pluviométrica. 2. Distribuição. 3. Espacialização.  
4. Guaraná . 5. Maués. I. Saraiva, Dr<sup>a</sup>. Jaci Maria Bilhalva II.  
Universidade Federal do Amazonas III. Título



**Poder Executivo**  
**Ministério da Educação**  
**Universidade Federal do Amazonas**  
 IFCHS/DEGEO/Programa de Pós-Graduação em Geografia  
 Mestrado Conceito 4  
 Aprovado pela Resolução Nº 009 – CONSUNI de 17/08/95  
 Credenciado pela CAPES em set/2000  
 Reconhecido através da Portaria Nº 1.077 - MEC, de 31 de agosto de 2012



Ata da Defesa Pública da Dissertação de Mestrado do(a) Senhor(a) **FRANCINEY SOUZA SANTOS**, discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal do Amazonas, Área de Concentração em Amazônia: Território e Ambiente, realizada no dia 17 de Julho de 2019.

Aos **dezessete** dias do mês de **Julho** de dois mil e **dezenove**, às quatorze horas, na sala de Audiovisual do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas, realizou-se a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado, intitulada **"PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E PRODUTIVIDADE DO GUARANÁ NO MUNICÍPIO DE MAUÉS-AM** sob orientação do(a) Professor(a) Doutor(a) **JACI MARIA BILHALVA SARAIVA (PPGEOG/UFAM)**, do(a) aluno(a) **FRANCINEY SOUZA SANTOS**, em conformidade com o Art. 83 do Regimento Geral de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, como parte final de seu trabalho para a obtenção do grau de **MESTRE EM GEOGRAFIA**, área de concentração em **AMAZÔNIA: TERRITÓRIO E AMBIENTE**. A Banca Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professor(a) Doutor(a) **Jaci Maria Bilhalva Saraiva (PPGEOG/UFAM)**, Professor(a) Doutor(a) **André Luiz Atroch, Membro Titular (EMBRAPA/MANAUS)** e a Professor(a) Doutor(a) **Manuel de Jesus Masulo da Cruz (PPGEOG/UFAM)**. O(A) Presidente da Banca Examinadora deu início à sessão convidando os membros da Banca e o(a) Mestrando(a) a tomarem seus lugares. Em seguida, o(a) Senhor(a) Presidente informou sobre o procedimento do exame. A palavra foi facultada ao(a) Mestrando(a) para apresentar uma síntese do seu estudo e responder às perguntas formuladas pelos Membros da Banca Examinadora. Após a apresentação e arguição pelos Membros da Banca Examinadora, esta reuniu-se onde decidiu, por unanimidade, que o(a) discente foi **"Aprovado"**. A sessão foi encerrada. Eu, **Maria das Graças Luzeiro**, Secretária do PPGEOG, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim, pelos Membros da Banca Examinadora e pelo(a) Mestrando(a). Manaus (AM), 17 de Julho de 2019.

Banca Examinadora	Rubrica	Nota
Prof(a) Dr(a) Jaci Maria Bilhalva Saraiva Presidente (PPGEOG/UFAM)		90
Prof(a) Dr(a) André Luiz Atroch Membro Titular (EMBRAPA/MANAUS)		90
Prof(a) Dr(a) Manuel de Jesus Masulo da Cruz Membro Titular (PPGEOG/UFAM)		90
 Franciney Souza Santos Mestrando		
	Maria das Graças Luzeiro Secretária do PPGEOG	

*Aos meus pais, Pedro Pinto dos Santos e  
Marlinda de Souza Santos;*

*Aos meus irmãos, Fátima, Francelino e  
Fabiano;*

*A minha esposa Rejane Caldas e a minha  
filha Clarice Caldas, pelo apoio incondicional  
e constante incentivos;*

*Aos meus amigos professores da Secretaria  
de Estado de Educação (SEDUC) e  
Secretaria Municipal de Educação (SEMED).*

## **AGRADECIMENTOS**

Á Deus, pela saúde e sabedoria, que foram fundamentais para alcançar os objetivos propostos durante a pesquisa;

Aos meus pais Pedro e Marlinda, e meus irmãos que sempre acreditaram em mim;

A Professora Dr<sup>a</sup>. Jaci Maria Bilhalva Saraiva mais do que pelas orientações, pelos conhecimentos compartilhados durante esses anos;

Ao Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM por permite a utilização de suas instalações (salas) e equipamentos (computadores), em nome do chefe da Divisão de Meteorologia MSc. Ricardo Dallarosa, assim como o MSc. Renato Sena pelas orientações sobre CDO e os parâmetros estatísticos (média, desvio padrão e anomalia normalizada);

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela a disponibilização dos dados de precipitação da estação automática de Maués -AM, e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pela disponibilização dos dados dos experimentos dos guaranás da fazenda experimental de Maués e os dados de precipitação da estação convencional de Maués;

Aos professores Doutores Manuel de Jesus Masulo da Cruz (UFAM) e André Luiz Atroch (Embrapa) pelas contribuições dadas no exame de qualificação e participação da banca examinadora.

Aos meus gestores escolares da Secretaria de Estado de Educação (SEDUC) e Secretaria Municipal de Educação (SEMED) pelas liberações para participar dos eventos da pós-graduação;

Aos amigos da turma 11 do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEOG) de 2017, em especial a Hendrea Benedetto, Reumally Oliveira, André Alves, Raione Castro e Igor Carvalho (turma 14);

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFAM, em nome de todos os professores que ministraram as disciplinas do curso de Mestrado.

Ainda não tinha brotado nenhum arbusto no campo, e nenhuma planta havia germinado, porque o Senhor Deus ainda não tinha feito chover sobre a terra, e também não havia homem para cultivar o solo.

Gênesis 2:5

## RESUMO

Esta pesquisa tem como área de estudo o município de Maués no estado do Amazonas, localizado na região norte do Brasil, onde se encontra uma grande parte da floresta Amazônica, região de grande volume pluviométrico durante o ano, e que contribui para o desenvolvimento de uma grande diversidade vegetal, assim como o guaraná nativo da Amazônia. O município de Maués está localizado na latitude 3° 23' S e longitude 57° 40' O, fazendo parte da microrregião de Parintins. O guaraná possui uma ligação cultural e, é a principal fonte da economia do município e sua produção impacta a economia do município positiva ou negativamente. A precipitação é um elemento fundamental para as fenofases reprodutivas, como os eventos fenológicos, plantio, floração, maturação e colheita do guaraná, com base nisso o objetivo deste trabalho foi analisar a relação da precipitação e a produtividade do guaraná no período de 1985 a 2014. Para chegar a este objetivo é necessário entender a variabilidade espacial e temporal da precipitação, para isso foi utilizado dados estimados e observados. Dado a escassez de dados observados na região amazônica, foram utilizados dados estimados de precipitação, os dados do PERSIANN-CDR que têm uma resolução espacial de 0.25° x 0.25 (27,75 km X 27,75 km) e cobrem toda a área de estudo, os dados de precipitação estão disponíveis no período de 1983 até o presente. Foram utilizados também os dados observados de precipitação da Estação Meteorológica de Superfície Automática (EMSA) instalada no município de Maués em 2008, e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O trabalho foi baseado em uma pesquisa bibliográfica e pesquisa comparativa com uma abordagem quantitativa, de acordo com a teoria geossistêmica. Os procedimentos técnicos foram baseados na utilização de programas de manipulação e visualização, cálculos das séries temporais, criação de mapas da espacialização e variabilidade da precipitação pluviométrica, e de planilhas eletrônicas nas aplicações estatísticas. A comparação pontual dos dados de precipitação estimados e observados, superestima a precipitação, porém consegue reproduzir a variabilidade e a espacialização mensal e anual. Ao longo do período observou-se uma oscilação da produtividade, do qual, aponta-se como causas a precipitação pluviométrica na época da floração e à falta de manejo do guaranazal por progressiva e acelerada descapitalização. Conforme as análises dos gráficos da média mensal e o acumulado anual, foi possível visualizar a espacialidade e variabilidade da precipitação conforme a assinatura da precipitação visualizada no gráfico. Os resultados mostraram-se satisfatório em relação à comparação dos dados estimados e observados de precipitação. Os dados estimados, quando comparados aos dados observados, superestima a precipitação, porém conseguem reproduzir a variabilidade mensal e anual.

**Palavras-chave:** Precipitação pluviométrica, Distribuição, Espacialização, Guaraná, Maués.

## ABSTRACT

This paper presents a study about the city of Maués, in the State of Amazonas, located in the North region of Brazil, where is a large part of the Amazon rainforest, a region of high rainfall during the year, which contributes to the development of a great diversity of vegetation, as the native guarana of the Amazon. The city of Maués is located at latitude 3° 23' S and longitude 57° 40' W, and it is part of the microregion of Parintins. Guaraná has a cultural connection and it is the main source of the economy of the city, and its production impacts the economy of the city positively or negatively. The rainfall is a fundamental element for the reproductive phenophases, such as the phenological events, planting, flowering, maturation and harvesting of the guaraná. Based on this, the objective of this paper is to analyze the relationship of the rainfall and the productivity of guaraná from 1985 to 2014. As a way to reach this objective it is necessary to understand the spatial and temporal variability of the rainfall. For this we used estimated and observed data. Given the scarcity of data observed in the Amazon region, were used the estimated rainfall data of PERSIANN-CDR which has a spatial resolution of 0.25° x 0.25 (27,75km x 27,75km) and cover the entire area of study. The rainfall data are available from 1983 to the present day. The observed rainfall data from the Automatic Surface Weather Station (ASWS) were also used. The ASWS was installed in the city of Maués in 2008, and the data were made available by the National Institute of Meteorology (NIM). This paper is based on a bibliographic and comparative research with a quantitative approach, according to the geosystemic theory. The technical procedures were based on the use of manipulation and visualization programs, time series calculations, spatialization and rainfall variability creation maps, and on electronic planners in statistical applications. The punctual comparison of estimated and observed rainfall data, overestimates the rainfall, but it can reproduce the variability and the spatialization monthly and annually. During the period there was a fluctuation in the productivity, which was caused by the rainfalls at the time of flowering and by the lack of management of the guarana plantations due to the progressive and accelerated decapitalization. According to the analysis of the monthly average graphs and the annual accumulated, it was possible to visualize the spatiality and the variability of the rainfall in agreement with the signature of the rainfall seen in the graphs. The results were satisfactory in relation to the comparison of the estimated and observed rainfall data. The estimated data when compared to the observed data, overestimates the rainfall, but it is able to reproduce the annual and monthly variability.

**Keywords:** Rainfall, Distribution, Spatialization, Guaraná, Maués.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Banda de nebulosidade convectiva.....	22
Figura 2: Diagrama esquemático da circulação de Hadley-Walker .....	23
Figura 3: Posição climatológica da circulação da alta troposférica .....	24
Figura 4: Alta da Bolívia .....	25
Figura 5: ZCAS de acordo com temperatura de brilho médio .....	26
Figura 6: campo de precipitação acumulada em mm.....	27
Figura 7: Esquema do El Niño (a) e La Niña (b).....	28
Figura 8: Circulação da célula de Walker quando o Índice de Oscilação Sul (IOS) é positivo (acima) e negativa (abaixo).....	28
Figura 9: LIs na região litorânea da região norte.....	30
Figura 10: Região Amazônica .....	33
Figura 11: Classificação climática de Strahler.....	35
Figura 12: A variabilidade espacial e temporal da precipitação na Amazônia.....	36
Figura 13: Mapa da Microrregião de Parintins.....	38
Figura 14: Bastão de guaraná .....	41
Figura 15: Guaraná em pó .....	42
Figura 16: Guaraná em rama .....	43
Figura 17: Localização do município de Maués e a Terra Indígena do Marau .....	44
Figura 18: Escala fenológica da fase reprodutiva do guaranazeiro .....	53
Figura 19: Guaranazeiro protegido do sol .....	56
Figura 20: Frutificação do guaraná.....	58
Figura 21: Despulpamento do guaraná .....	59
Figura 22: Esquema teórico da abordagem geossistêmica.....	61
Figura 23: Estação meteorológica de superfície automática de Maués - AM.....	64
Figura 24: Sistema de informação meteorológica .....	65
Figura 25: Fluxograma operacional do sistema PERSIANN-CDR .....	66
Figura 26: Cobertura espacial de PERSIANN-CDR .....	68
Figura 27: Legenda da anomalia normalizada .....	74
Figura 28: Interface do GRADS.....	75
Figura 29: Interface do Kate .....	75

Figura 30: Fluxograma da metodologia aplicada aos dados estimados de precipitação .....	76
Figura 31: Gráfico comparativo dos dados estimados e observados .....	80
Figura 32: Gráfico de comparação dos dados estimados e observado.....	81
Figura 33: A correlação dos dados estimado e observado .....	82
Figura 34: Espacialização da normal climatológica (mm) – 1985 a 2014.....	84
Figura 35: Espacialização da normal climatológica (mm) – mês de dezembro.....	85
Figura 36: Espacialização da normal climatológica da América do Sul.....	86
Figura 37: Espacialização da normal climatológica do estado do Amazonas. ....	88
Figura 38: Produtividade do guaraná e precipitação no período de 1985 a 2014 .....	91
Figura 39: Precipitação pluviométrica - 1999 e normal climatológica.....	95
Figura 40: Anomalia normalizada trimestral - 1999 .....	95
Figura 41: Precipitação pluviométrica - 2000 e normal climatológica.....	97
Figura 42: Anomalia normalizada trimestral - 2000 .....	97
Figura 43: Precipitação pluviométrica do ano de 2005 - 2007 e normal climatológica .....	98
Figura 44: Anomalia normalizada trimestral - 2005 .....	99
Figura 45: Anomalia normalizada trimestral – 2006 .....	100
Figura 46: Anomalia normalizada trimestral - 2007 .....	102
Figura 47: Precipitação pluviométrica do ano de 2009 - 2011 e normal climatológica .....	103
Figura 48: Anomalia normalizada trimestral - 2009 .....	104
Figura 49: Anomalia normalizada trimestral - 2010 .....	105
Figura 50: Anomalia normalizada trimestral - 2011 .....	107
Figura 51: Precipitação pluviométrica do ano de 1991 - 1992 e normal climatológica .....	108
Figura 52: Anomalia normalizada trimestral - 1991 .....	109
Figura 53: Precipitação pluviométrica do ano de 2002 - 2004 e normal climatológica .....	111
Figura 54: Anomalia normalizada trimestral - 2002.....	111
Figura 55: Anomalia normalizada trimestral - 2003.....	113
Figura 56: Anomalia normalizada trimestral de 2004 .....	114

Figura 57: Precipitação pluviométrica do ano de 2012 - 2014 e normal climatológica .....	115
Figura 58: Anomalia normalizada trimestral - 2012 .....	116
Figura 59: Anomalia normalizada trimestral - 2013 .....	117
Figura 60: Anomalia normalizada trimestral - 2014 .....	119
Figura 61: Precipitação pluviométrica do ano de 1985 - 1989 e normal climatológica .....	120
Figura 62: Anomalia normalizada trimestral - 1985 .....	121
Figura 63: Anomalia normalizada trimestral - 1986 .....	122
Figura 64: Anomalia normalizada trimestral - 1987 .....	123
Figura 65: Anomalia normalizada trimestral - 1988 .....	125
Figura 66: Anomalia normalizada trimestral - 1989 .....	126
Figura 67: Precipitação pluviométrica do ano de 1990 e normal climatológica .....	128
Figura 68: Anomalia normalizada trimestral - 1990 .....	128
Figura 69: Precipitação pluviométrica do ano de 1993 - 1998 e normal climatológica .....	130
Figura 70: Anomalia normalizada trimestral - 1993 .....	130
Figura 71: Anomalia normalizada trimestral - 1994 .....	132
Figura 72: Anomalia normalizada trimestral - 1995 .....	133
Figura 73: Anomalia normalizada trimestral - 1996 .....	135
Figura 74: Anomalia normalizada trimestral - 1997 .....	136
Figura 75: Anomalia normalizada trimestral - 1998 .....	137
Figura 76: Precipitação pluviométrica do ano de 2001 e normal climatológica .....	138
Figura 77: Anomalia normalizada trimestral - 2001 .....	139
Figura 78: Anomalia normalizada trimestral - 2008 .....	140
Figura 79: Produtividade dos cultivares clonados versus Produtividade da PAM ...	142

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção Agrícola Municipal (PAM) de Guaraná em 2016 .....	47
Tabela 2: Características dos cultivares BRS-Amazonas e BRS-Maués .....	49
Tabela 3: As principais características dos cultivares .....	50
Tabela 4: Principais características da cultivar BRS – Noçoquem .....	51
Tabela 5: Produção e Produtividade do guaraná .....	69
Tabela 6: Produtividades anuais dos experimentos do campo experimental da Embrapa em Maués – AM.....	71
Tabela 7: Tabela dos dados observados da EMSA .....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Cronologia das ocorrências e respectiva intensidade El Niño e La Niña..	29
Quadro 2: Cronologia histórica da cultura do guaraná .....	39
Quadro 3: Análise cronológica do uso tecnificado do guaraná .....	40
Quadro 4: A cronologia dos fatos da ocupação da cidade de Maués .....	45
Quadro 5: Preparação para o plantio do guaraná .....	55
Quadro 6: As causas e os controles das pragas e doenças .....	57
Quadro 7: As técnicas de secagem.....	59
Quadro 8: Classes de produtividade do guaraná da PAM (IBGE) e Cultivares (Embrapa) .....	78
Quadro 9: Série histórica com dados estimados .....	83
Quadro 10: As classes de produtividade da PAM e os respectivos anos produtivos	94
Quadro 11: A comparação das classes de produtividade do guaraná .....	148

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB – Alta da Bolívia

cbs – *cumulonimbus*

CDO – Climate Data Operators

CGA – Circulação Geral Da Atmosfera

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DJF – Dezembro, Janeiro, Fevereiro

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária

EMSA – Estação Meteorológica de Superfície Automática

ENOS – El Niño-Oscilação Sul

GOES – *Geostationary Operational Environmental Satellite*

GrADS – Grid Analysis and Display System

HN – Hemisfério Norte

hPa – Hectopascal

HS – Hemisfério Sul

IOS – Índice de Oscilação Sul

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

JJA – Junho, Julho e Agosto

LIC – Linha de Instabilidade Costeira

LIP – Linha de Instabilidade que se propaga

LIs – Linhas de Instabilidades

mm – Milímetros

MAM – Março, Abril e Maio

NE – Nordeste

NW – Noroeste

OMM – Organização Mundial de Meteorologia

PERSIANN-CDR – *Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks – Climate Data Record*

PAM – Produção Agrícola Municipal

PNM – Pressão ao Nível médio do Mar

ROL – Radiação de Onda Longa

SE – Sudeste

SF – Sistema Frontal

SON – Setembro, Outubro e Novembro

TMG – Tempo Médio de Greenwich

TSM – Temperatura da Superfície do Mar

ZCA – Zona de confluência dos Alísios

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZCPS – Zona de Convergência do Pacífico Sul

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	18
CAPÍTULO 1 - OS SISTEMAS PRECIPITANTES E O CLIMA NA AMAZÔNIA .....	21
1 Sistemas precipitantes .....	21
1.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).....	21
1.2 Alta da Bolívia (AB).....	24
1.3 Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) .....	26
1.4 El Niño e La Niña .....	27
1.5 Linhas de Instabilidades (Lis).....	29
1.6 Clima da Amazônia .....	31
1.7 Maués e a cultura do guaraná .....	37
1.7.1 Maués a terra do guaraná.....	43
1.7.2 Guaraná nativo (tradicional) e o Guaraná clonado .....	47
1.7.3 As fenofases reprodutivas: os eventos fenológicos e a precipitação .....	52
CAPÍTULO 2: PROCEDIMENTOS METEOROLÓGICOS .....	61
2 Dados utilizados.....	63
2.1 Dados observados e estimados.....	63
2.2 Dados da produção do guaraná.....	68
2.3 Os procedimentos técnicos.....	72
2.3.1 Dados estimados de precipitação: .....	72
2.3.2 Dados observados de precipitação.....	77
2.3.3 Dados da produção do guaraná.....	78
CAPÍTULO 3: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	79
3 Dados observados versus dados estimados.....	79
3.1 Validação dos dados estimados .....	81
3.2 Normal climatológica dos dados estimados.....	82
3.3 Variação espacial da precipitação .....	83
3.4 Variabilidade da precipitação na América do Sul.....	85
3.5 Variabilidade da precipitação no estado do Amazonas .....	88
3.6 Precipitação versus produtividade do guaraná .....	90
3.7 As Classes de produtividade do guaraná versus as classes de anomalia de Precipitação .....	93
3.7.1 Classe 1 – acima de 329 kg/ha.....	94
3.7.2 Classe 2 – entre de 328 a 259 kg/ha .....	96
3.7.3 Classe 3 – entre de 258 a 189 kg/ha .....	96
3.7.4 Classe 4 – entre de 188 a 119 kg/ha .....	107
3.7.5 Classe 5 de produtividade .....	120
3.8 A produtividade dos cultivares experimentais.....	141
4 CONCLUSÃO .....	151
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	153
ANEXOS .....	158

## INTRODUÇÃO

Este estudo está centrado no município de Maués, o maior produtor de guaraná do estado do Amazonas, segundo o relatório da Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016). A cultura do guaraná, tem uma característica mítica, iniciou com o povo indígena Sateré-Mawé, que conta a lenda sobre a semente do guaraná, “semelhante a olhos vivos”. Na lenda o “menino morre com os olhos muito-muito abertos para o céu, com uma expressão de rara felicidade boiando neles, nesse instante tremenda descarga elétrica sacudiu a paisagem e um raio caiu nas proximidades”. A lenda já demonstra uma relação entre os elementos meteorológicos (precipitação) e a cultura do guaraná, cultura que está diretamente ligada ao município de Maués, conhecida com a terra do guaraná. Essa ligação iniciou com os primeiros habitantes da região que realizaram o primeiro manejo e cultivo do guaraná, a princípio com fins medicinais, rituais de guerras e religiosos (LORENZ, 1992). Com o tempo a cultura do guaraná passou ter fins comerciais, a priori com os europeus que apreciaram a especiaria, inclusa nas drogas do sertão (cacau, cravo, guaraná, urucum, poaia e baunilha). Começa a exploração comercial do guaraná na região pelos os indígenas Sateré-Mawé e os não índios (migrantes nordestinos e imigrantes), que impulsionaram tanto o comércio com a agricultura do guaraná na região (COSTA, 2017).

O município de Maués agregou para si a história cultural do guaraná e a economia desse produto tão importante para o crescimento da cidade, a partir da comercialização e o processo tecnificado do guaraná nas décadas de 60 e 70. Nesse período ocorre um aumento da demanda pelo produto e com isso a instalação da Empresa de bebidas (AmBev) no município de Maués, quando o poder público começa a equipar a cidade com infraestrutura, ocorrendo o processo de ocupação e expansão da cidade. Atualmente o guaraná é o produto principal da economia, porém existem outras culturas sendo desenvolvidas no município. A cultura do guaraná depende de alguns tratamentos culturais (roçagens, adubação em cobertura, aplicação de defensivos, podas) que são fundamentais para as fenofases reprodutivas do guaranzeiro. Os fatores exógenos, como a precipitação, temperatura e fotoperíodo (tempo de exposição à luz que as plantas recebem a cada dia) são importantes para os processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas, isso de acordo com o tempo da duração do evento fenológico e as

variações de cada evento fenológico de ano para ano. A precipitação pluviométrica é um dos elementos meteorológicos principais nas fenofases reprodutivas do guaranazeiro, e a variabilidade da precipitação pode impactar positivamente ou negativamente os eventos fenológicos do guaraná, uma vez que a variabilidade da precipitação na região corresponde a cada fase da produção, desde o plantio da cultura que ocorre no período chuvoso (janeiro a março) até floração que ocorre no período mais seco do ano (julho a setembro) e a frutificação dois ou três meses depois. Neste intervalo entre o processo de floração e frutificação, não pode ocorrer nenhum evento extremo, anomalia positiva (excesso de precipitação pluviométrica), neste período, caso ocorra poderá inibir os processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas, e conseqüentemente a diminuição da produção e produtividade. A colheita é o auge da produção e que também pode ser influenciada pelo regime da precipitação, essa é realizada no início do período chuvoso na região (outubro a dezembro), isso dependendo da maturação do fruto. A partir da inter-relação da variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica com a cultura do guaraná nas fenofases reprodutivas (eventos fenológicos), foi formulado o objetivo geral desta pesquisa, que foi avaliar a relação entre precipitação pluviométrica e produtividade do guaraná no município de Maués-AM. O objetivo geral foi particionado em várias etapas, necessárias, tais como; compor uma normal climatológica (30 anos) de acordo com os dados estimados de precipitação do PERSIANN-CDR para descrever a variabilidade espacial e temporal deste elemento meteorológico na região; comparar e correlacionar os dados estimados (PERSIANN-CDR) com dados observados da estação (Embrapa/INMET) para validar a normal climatológica dos dados estimados; calcular os acumulados mensais e anuais de precipitação pluviométrica e gerar as normais mensais e anuais; calcular as anomalias e classificá-las em intervalos para analisar a variabilidade espacial e temporal da precipitação; e por último, avaliar a relação da precipitação com as fenofases reprodutivas (eventos fenológicos) do guaranazeiro durante os anos-safra do cultivo, identificando os anos mais significativos no que se refere a maior e menor precipitação (anomalia positiva e negativa), que influenciaram na maior ou menor produtividade do guaraná no município de Maués.

A dissertação está estruturada em quatro capítulos sendo: o primeiro capítulo intitulado “os sistemas precipitantes e o clima na Amazônia” que apresenta uma revisão bibliográfica dos principais sistemas e mecanismos precipitantes (Zona

de Convergência Intertropical – ZCIT, Alta da Bolívia – AB, Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, El Niño e La Niña e as Linhas de Instabilidades – LI) que atuam na formação da precipitação sobre a região. O clima da Amazônia e os fatores climáticos que influenciam o clima na região.

O segundo capítulo intitulado “Maués e a cultura do guaraná” apresenta o contexto histórico da cultura do guaraná na cidade de Maués, conhecida como a terra do guaraná, onde possui a maior produção de guaraná do estado do Amazonas. Uma contextualização dos primeiros produtores aos processos tecnificado do guaraná com a instalação da empresa de bebida (AmBev) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A caracterização do guaraná nativo e os cultivares (clonados) e as fenofases reprodutivas e os eventos fenológicos dos guaranazeiros e sua relação com a precipitação.

O terceiro capítulo intitulado “procedimentos metodológicos” primeiramente apresenta a abordagem metodológica da pesquisa e em seguida apresenta as fontes e as naturezas distintas dos dados de precipitação pluviométrica, dados observados da estação convencional e automática (Embrapa/INMET) e os dados estimados por redes neurais (PERSIANN-CDR). Os dados do guaraná da produção agrícola municipal (IBGE) e os dados dos experimentos da fazenda experimental da Embrapa no município de Maués. Os procedimentos técnicos e métodos adotados para interpretação de cada tipo de dados.

O quarto capítulo intitulado “resultados e discussão” apresenta a análise dos dados observados versus dados estimados, com a análise dos dados foi realizada validação dos dados estimados de acordo com correlação de Pearson, onde foi estabelecida uma comparação entre os dados observados e estimados, apresentação da normal climatológica dos dados estimados (PERSIANN-CDR). A análise da espacialização da precipitação sobre a região identificando os principais sistemas precipitantes que atuam sobre a região, bem como a variabilidade da precipitação na escala da América do Sul e do Amazonas. A relação da precipitação e a produtividade do guaraná apresentados nos gráficos de produtividade e os mapas da assinatura da precipitação (acumulado total, normal climatológica e anomalia normalizada) da série estudada.

Por fim, as conclusões relevantes sobre a pesquisa da precipitação e produtividade do guaraná no Município de Maués-AM.

## **CAPÍTULO 1 - OS SISTEMAS PRECIPITANTES E O CLIMA NA AMAZÔNIA**

### **1 Sistemas precipitantes**

Neste capítulo será realizada uma revisão bibliográfica dos principais sistemas precipitantes que atuam e ordenam o clima na região, fazendo uma caracterização de cada sistema e seu papel na determinação da precipitação na região. Estes sistemas são importantes para a caracterização do clima na Amazônia. Clima que será conceituado segundo alguns autores, de acordo com os fatores e elementos climáticos especificados na bibliografia.

A precipitação na Amazônia é influenciada por alguns sistemas precipitantes que podem ser classificados de acordo com sua escala. De grande escala, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) a mesoescala, como as Linhas de Instabilidades (LIs). Molion (1987) destaca os sistemas que atuam na região, de larga escala e mesoescala.

Os principais mecanismos que contribuem para a elevada pluviosidade resultam da combinação ou atuação da ZCIT, Alta da Bolívia (AB) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) em grande escala e as LIs, brisas marítimas e os aglomerados convectivos de meso e grande escala que são alimentados pelas fontes de vapor d'água constituídas pelo Oceano Atlântico e da floresta Amazônica. (MOLION, 1987, p. 108).

Ressalta que além dos sistemas de grande e mesoescala, sistemas de escala local, como, as brisas fluviais e a influência do relevo (topografia), são mecanismos geradores de precipitação na Amazônia.

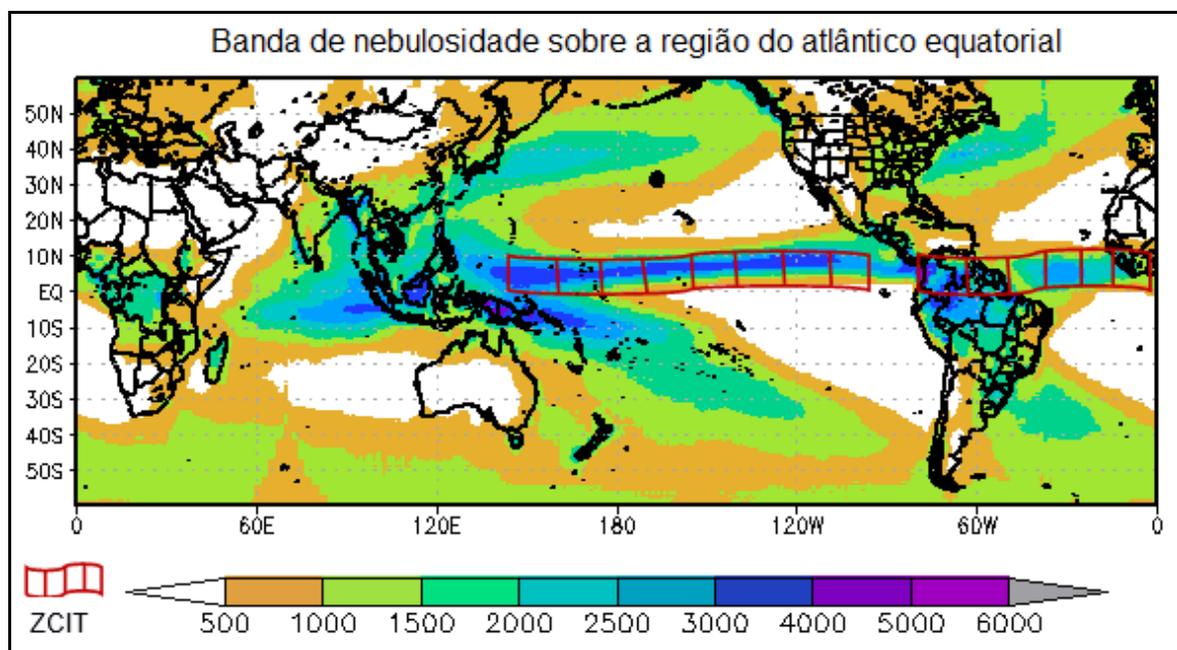
#### **1.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)**

O sistema em grande escala que influencia diretamente o clima, e em particular a precipitação na região é Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Outro elemento de circulação geral relacionado com precipitação na costa nordeste da Amazônia é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Atlântico equatorial. A ZCIT é formada pela confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte e os ventos alísios do Hemisfério Sul (MOLION, 1987, p. 110).

A ZCIT é caracterizada segundo Uvo (1989) como uma banda de nebulosidade convectiva (figura 1).

Figura 1: Banda de nebulosidade convectiva



Fonte: Dados Estimados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F.S. 2019.

Essa convecção ocorre do hemisfério norte para o hemisfério sul e vice-versa, e a sua posição (oscilação) ao longo do ano de acordo com Uvo (1989), possui uma variabilidade, além de sua oscilação normal ao longo do ano, apresentando posições mais ao sul (em torno de  $1^{\circ}$  N) nos meses de fevereiro e março e posições mais ao norte (aproximadamente  $8^{\circ}$  N) durante os meses de julho e agosto. De acordo com Carvalho (2011, p. 1), entretanto a sua localização latitudinal apresenta grande variação com a estação do ano e a longitude. Sobre a região do Atlântico Equatorial, normalmente, a ZCIT desloca-se de  $14^{\circ}$  N.

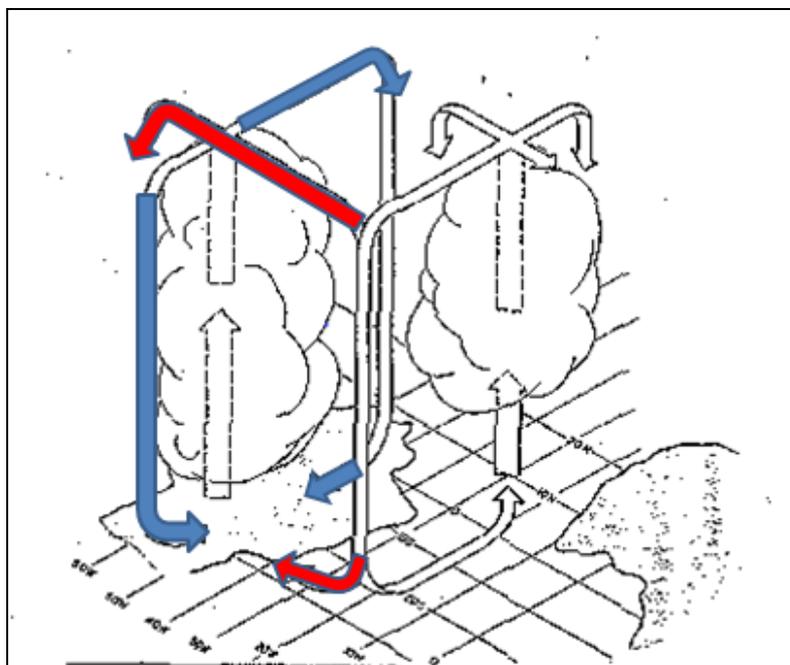
A ZCIT está posicionada próxima da linha do equador e participa de uma intensa interação com os outros fatores atmosféricos e oceânicos como: a zona de confluência dos Alísios de SE e NE (ZCA); a zona do cavado equatorial; a zona de máxima temperatura da superfície do mar; a zona de máxima convergência de massa; e a zona da banda de máxima cobertura de nuvens convectivas (UVO, 1989). Essa interação, ou seja, suas características não se apresentam necessariamente ao mesmo tempo e sobre mesma latitude.

Uvo (1989) ressalta que alguns autores apontam em seus estudos referentes à localização da ZCIT, diferentes variáveis físicas. Entre essas variáveis podemos citar algumas: a cobertura de nuvens; componente meridional do vento; a Pressão ao Nível do Mar (PNM); a Radiação de Onda Longa (ROL); o brilho e a Temperatura da Superfície do Mar (TSM).

A subsidência ocorre sobre grande área a leste do centro de ascensão. No caso da América do Sul, o movimento subsidente estende-se deste o leste da Amazônia até o oeste da África, incluindo a parte do Nordeste do Brasil. O ramo ascendente desta circulação de Walker provoca desenvolvimento intenso de nuvens convectivas e altas precipitações pluviométricas, enquanto o ramo descendente inibe a formação de nuvens e precipitação. (MOLION, 1987, p. 110).

A circulação é dita de Hadley quando ocorre no sentido norte-sul e de Walker quando se faz no sentido Leste-Oeste (figura 2). Estas duas células ocorrem simultaneamente.

Figura 2: Diagrama esquemático da circulação de Hadley-Walker



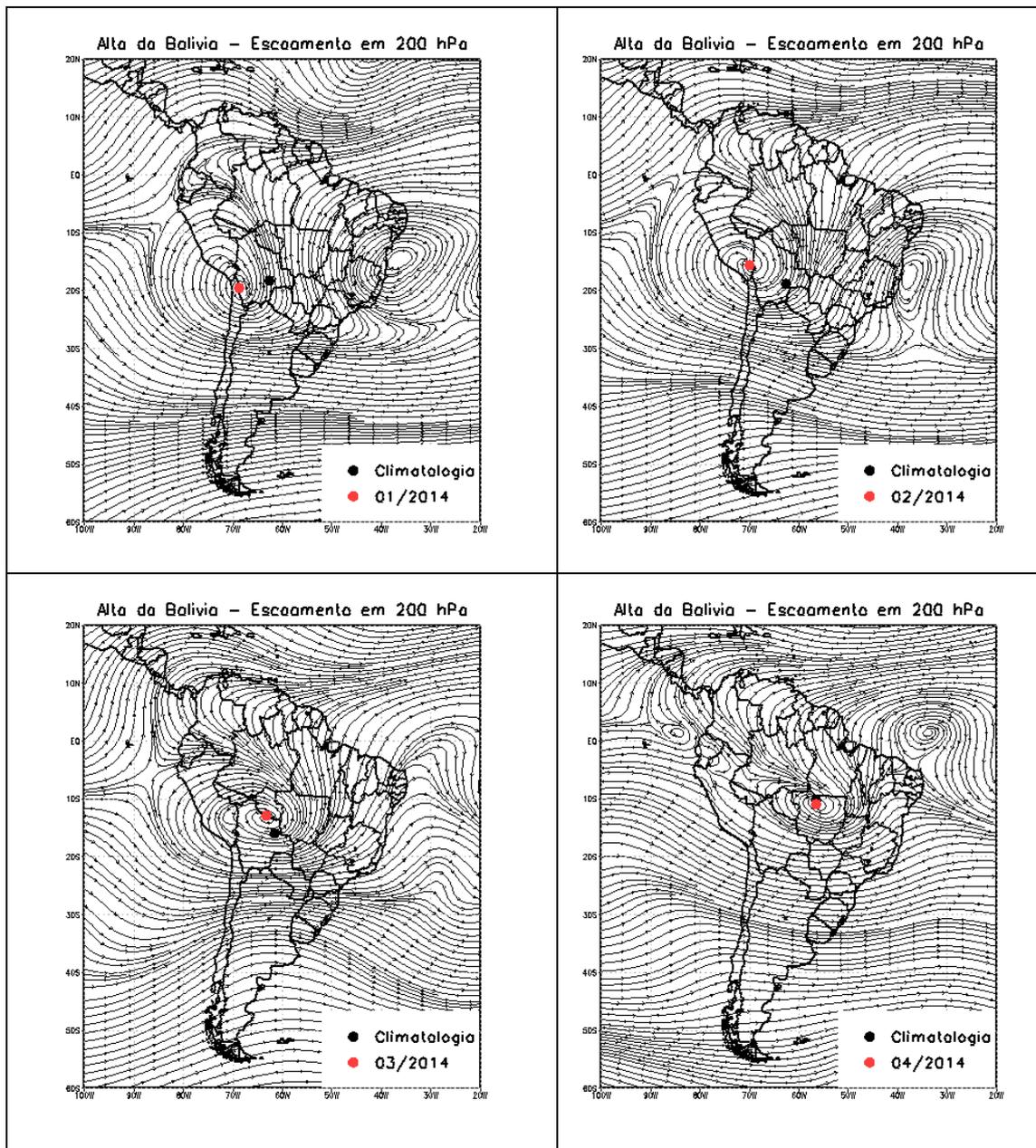
Fonte: Nobre e Molion (1986). Adaptado. SANTOS, F. S. 2018.

Entretanto, a ZCIT dinamicamente no geral é uma região de baixa pressão, tendo convergência de escoamento em baixos níveis e divergência em altos níveis, sendo a fonte principal de precipitação nos trópicos.

## 1.2 Alta da Bolívia (AB)

A Alta da Bolívia (AB) contribui, assim como a ZCIT para a precipitação na região Amazônica. A Alta da Bolívia é um anticiclone que ocorre na alta troposfera no verão sobre a América do Sul (Gusmão, 1989). O anticiclone se estabelece com centro no Altiplano Boliviano apenas durante o verão, nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março e Abril (JFMA) para depois se deslocar para dentro do continente (figura 3).

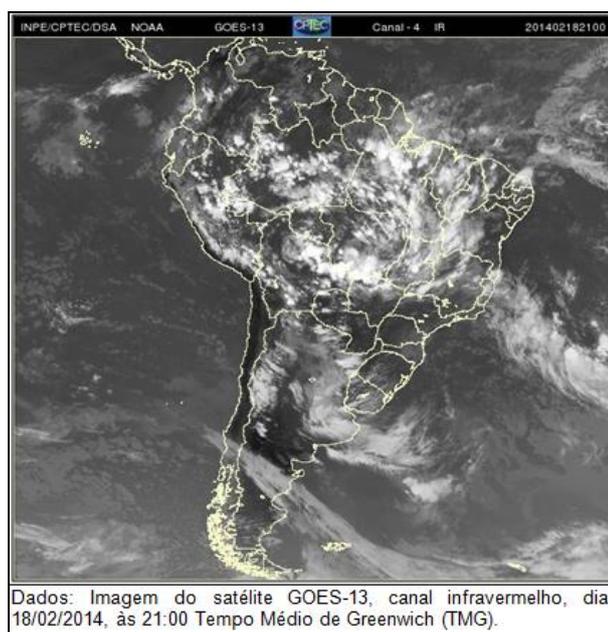
Figura 3: Posição climatológica da circulação da alta troposférica



Fonte: Boletim Climanálise, CPTEC/INPE, 2014.

Durante o outono, o anticiclone na alta troposfera se desloca em direção ao Oceano Atlântico, desaparecendo completamente no inverno e ressurgindo na primavera, nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro (OND) com centro na Amazônia. Segundo Carvalho (1989), o padrão de circulação do verão na alta troposfera mostra a formação de um anticiclone sobre a parte central na América do Sul (figura 4) e um cavado no nordeste brasileiro.

Figura 4: Alta da Bolívia



Fonte: Boletim Climanálise, CPTEC/INPE, 2014.

No verão é o período que ocorre a variabilidade da posição e a intensidade da Alta da Bolívia no sentido Meridional e no inverno a variabilidade é no sentido zonal.

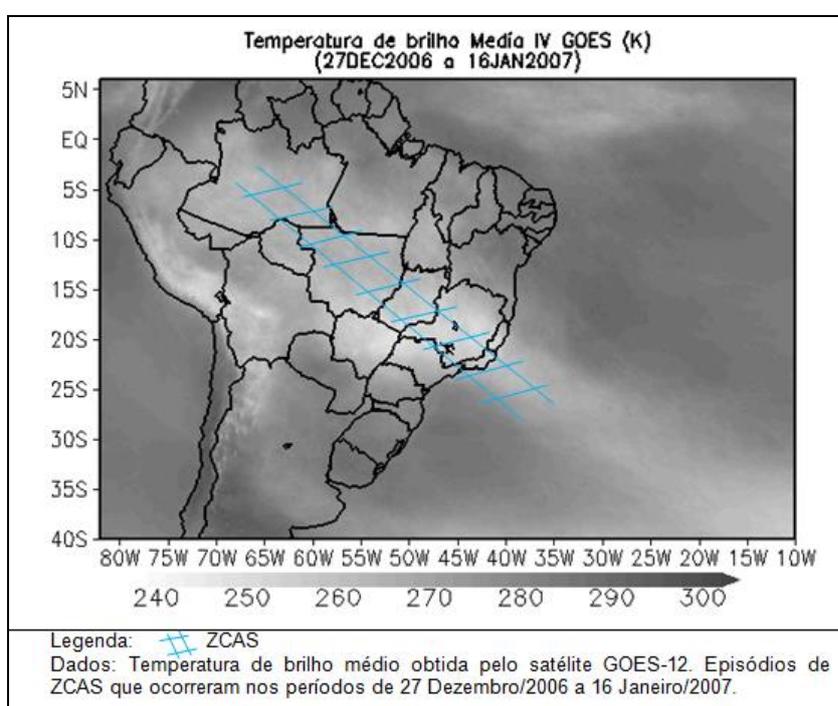
No escoamento médio nota-se uma variação sazonal pronunciada, de movimentos essencialmente meridionais em janeiro para movimentos predominantemente de caráter zonal durante julho. A natureza meridional do escoamento de verão é resultado direto do forte aquecimento da superfície com liberação de calor sensível e de calor latente, este último devido à condensação de umidade através de toda coluna troposférica. (MOLION, 1987, p. 109).

A variabilidade da convecção tem com indicador a Radiação de Onda Longa (ROL) na região tropical. Segundo Kousky e Kayano (1981) apud Molion (1989, p. 110), a variabilidade sazonal da Alta Bolívia, tanto em intensidade como em posição, está diretamente relacionada com a distribuição espacial e temporal da precipitação.

### 1.3 Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

A variabilidade da precipitação na Amazônia é influenciada pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), um sistema de precipitação em grande escala atuante na região. A ZCAS é uma banda persistente de nebulosidade e precipitação com sentido noroeste-sudeste, que percorre deste o sul e leste da Amazônia até o Sudoeste do Oceano Atlântico Sul (figura 5).

Figura 5: ZCAS de acordo com temperatura de brilho médio



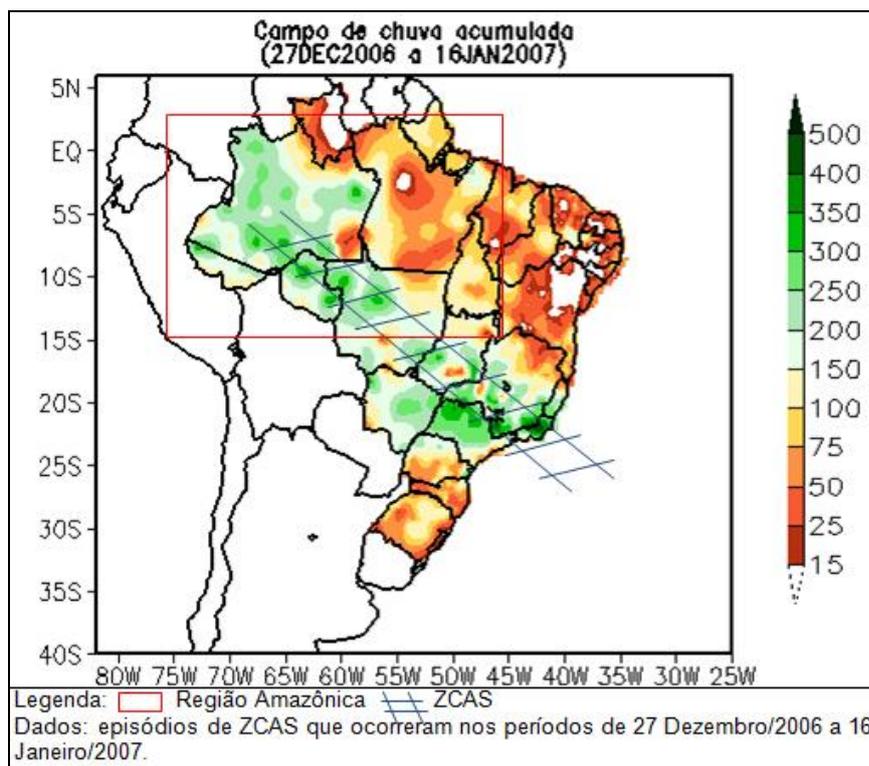
Fonte: Boletim Climanálise, CPTEC/INPE, 2007.

Para ser considerada uma ZCAS esta banda de nebulosidade tem que permanecer por um período mínimo de 04 (quatro) dias na extensão sul-leste da Amazônia até o sudoeste do Oceano Atlântico Sul. Caso não apresente esta característica de permanência, essa confluência de nebulosidade pode ter sido gerada por um Sistema Frontal (SF).

A Zona de Convergência do Atlântico Sul é caracterizada principalmente pela estacionaridade da banda de nebulosidade por vários dias, e a consequente alteração no regime de chuvas das regiões afetadas. (QUADRO, 1994, p. 1).

A precipitação na região Amazônica recebe uma carga direta nos períodos de ZCAS (figura 6).

Figura 6: campo de precipitação acumulada em mm



Fonte: Boletim Climanálise, CPTEC/INPE, 2007.

Para a sua manutenção e intensidade a ZCAS recebe influência de outros mecanismos meteorológicos, segundo Rocha e Gandu (1996).

Sistema sofre influências tanto de fatores remotos quanto locais. Aparentemente as influências remotas, tal como a convecção na Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS), modulam o início, duração e localização da ZCAS, enquanto os fatores locais são determinantes para a ocorrência desse fenômeno, ou seja, sem eles o sistema provavelmente não existiria. (ROCHA; GANDU, 1996, p. 3)

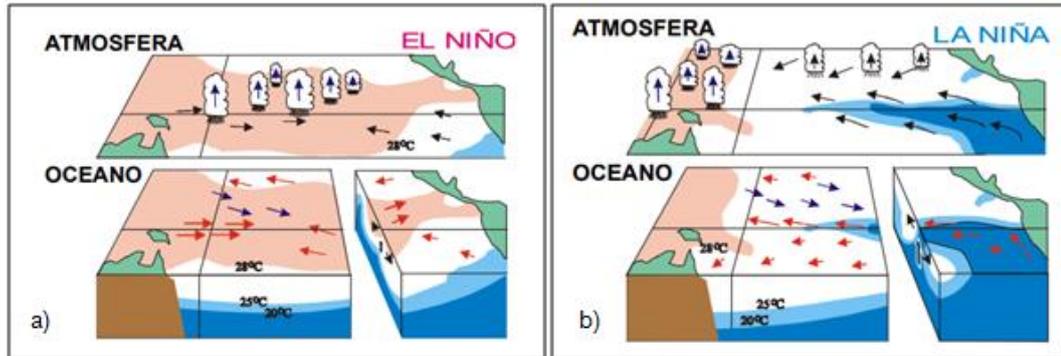
O fator local que influencia e modula o início, duração e a localidade são os movimentos convectivos sobre a Amazônia que mantém a ZCAS por um período maior, e com isso, o aumento da precipitação.

#### 1.4 El Niño e La Niña

O fenômeno El Niño e La Niña são mecanismos atípicos na região, ou seja, ocorre em período esporádico, porém são mecanismos que contribuem para o aumento da precipitação (El Niño) ou inibição da precipitação (La Niña) na região. O

fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é caracterizado por anomalias, positivas (El Niño - figura 7a) ou negativas (La Niña - figura 7b), de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico equatorial.

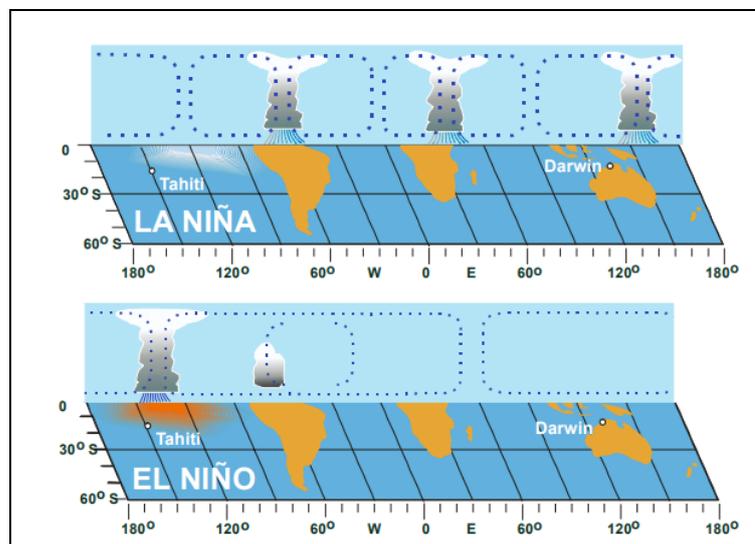
Figura 7: Esquema do El Niño (a) e La Niña (b)



Fonte: VAREJÃO-SILVA, 2006. Adaptado

A caracterização desses fenômenos é feita através de índices, como o Índice de Oscilação Sul (IOS – calculado através da diferença de pressão entre duas regiões distintas: Taiti e Darwin) e os índices nomeados Niño (Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4, que nada mais são do que as anomalias de TSM médias em diferentes regiões do Pacífico equatorial (figura 8).

Figura 8: Circulação da célula de Walker quando o Índice de Oscilação Sul (IOS) é positivo (acima) e negativa (abaixo)



Fonte: VAREJÃO-SILVA, 2006. Adaptado

Observa-se que um ramo ascendente de circulação da célula de Walker permanece sobre a Amazônia, enquanto um ramo descendente se situa sobre o Atlântico Sul. Assim, a ocorrência de chuva sobre a Amazônia é favorecida (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 307).

A cronologia das ocorrências dos eventos de El Niño e La Niña e sua respectiva intensidade estão classificadas no quadro 1 para o período da série de estudo (1985 – 2014).

Quadro 1: Cronologia das ocorrências e respectiva intensidade El Niño e La Niña

<b>Evento</b>	<b>Ano</b>	<b>Intensidade</b>
El Niño	1986-1987	Moderada
	1987-1988	Forte
	1991-1992	Forte
	1992-1993	Fraca
	1997-1998	Forte
	2002-2003	Moderada
	2006-2007	Moderada
	2009-2010	Moderada
La Niña	1988-1989	Moderada
	1998-1999	Fraca
	1999-2000	Moderada
	2007-2008	Moderada
	2010-2011	Moderada

Fonte: INPE, 2019. Organizado por SANTOS, F.S.

## 1.5 Linhas de Instabilidades (Lis)

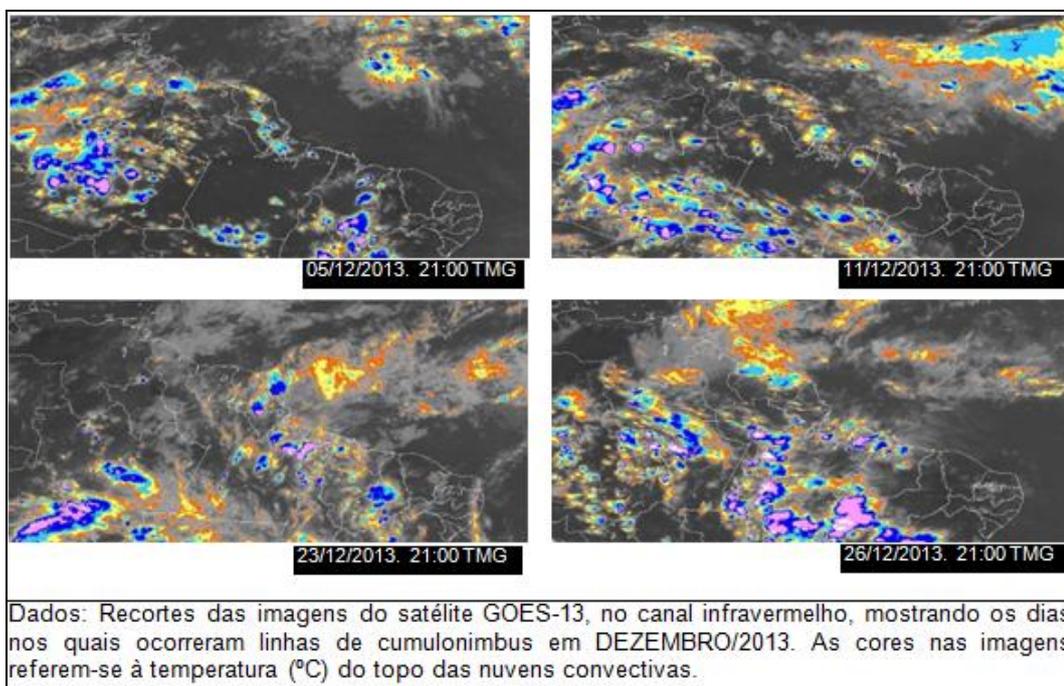
Na mesoescala as Linhas de Instabilidades (Lis) são importantes para a precipitação na região, formada pela interação da brisa marítima e a costa litorânea da Amazônia, ou seja, a diferença do aquecimento entre a superfície do continente e a do mar. Segundo Cohen (1989) a costa norte e nordeste do Brasil sofre influência da brisa marítima.

Esta circulação ocorre em resposta ao gradiente horizontal de pressão, que é gerado pelo contraste térmico diário entre o continente e o oceano Atlântico. A brisa marítima se desenvolve quando é estabelecida a ascensão do ar no continente, relativamente mais quente do que o oceano, durante o dia. (COHEN, 1989, p. 1)

As Lis caracterizam basicamente de cumulo-nimbus que apresentam um formato de uma bigorna. Segundo Cohen (1989) é comum a formação de uma linha

de cúmulos-nimbos junto ao litoral atlântico, e algumas destas linhas propagam-se para o interior da bacia Amazônica como uma LI (figura 9). Sendo a LIs responsável pela precipitação na porção leste da Amazônia.

Figura 9: LIs na região litorânea da região norte



Fonte: INPE/CPTEC/DAS. 2013

Cohen (1989) classifica as LIs em 02 (dois) tipos: “Linha de Instabilidade que se Propaga (LIP)” e “Linha de Instabilidade Costeira (LIC), entendendo-se por estas últimas àquelas linhas de cúmulos-nimbos que se formam e dissipam na costa, sem propagar continente adentro”.

As LIPs que são as linhas que se propagam continente adentro, Cohen (1989) subdividiu em dois tipos: LIP1 (Linhas de Instabilidades com propagação tipo 1), que são as linhas que tem um deslocamento entre 170 e 400 km continente adentro e a LIP2 (Linhas de Instabilidades com Propagação do tipo 2), que são as linhas com deslocamento superior a 400 km continente adentro.

Esta classificação em dois tipos tem o objetivo de melhor separar as LIPs com acentuada propagação continente adentro daquelas que se dissipam após pequeno deslocamento (COHEN, 1989, p. 25).

Na Amazônia as LIs recebem influência da ZCIT quanto ao seu posicionamento e a frequência. “Verificou-se que as LIs têm seus extremos norte e

sul, no litoral, localizando mais ao norte no mês de setembro, enquanto os mesmos posicionam-se mais ao sul em fevereiro” (COHEN, 1989, p. 4).

A máxima frequência de desenvolvimento destas LIs ocorreu nos meses de inverno no Hemisfério Sul, quando a ZCIT é mais intensa e organizada em sua posição norte. Entretanto, a mínima frequência foi observada durante a primavera e verão do Hemisfério Sul, quando a ZCIT não é bem definida.

Esta variabilidade espacial e temporal contribui para a distribuição anual da precipitação na região. Cohen (1898), ressalta a importância do estudo das LIs para economia.

Assim, sendo, parece importante estudar detalhadamente estas LIs que se formam na costa atlântica, pois as mesmas apresentam forte atuação em vários setores econômicos, tais como: agricultura, navegação aérea, balanço hidrológico e outros. (COHEN, 1989, p. 2).

As Linhas de Instabilidades, assim como os outros sistemas precipitantes estudados são fundamentais para a produção da precipitação para a região, e tal importância da precipitação para os setores econômicos, principalmente para atividade agrícola que dependem da precipitação para o seu desenvolvimento, deste o plantio até a colheita. Dentro da atividade agrícola a pesquisa tem como objetivo estudar a relação entre a precipitação formada por diversos sistemas precipitantes que atuam na região com a produtividade do guaraná.

## **1.6 Clima da Amazônia**

A pesquisa tem como objetivo o estudo da variável meteorológica, precipitação, porém é importante fazer uma caracterização do clima da Amazônia, partindo do princípio, ou seja, o conceito de clima. O clima é uma sucessão de tempo ao longo de um período.

Na concepção geográfica, o papel do clima na organização do espaço deve ser visto, fundamentalmente, como gerador de tipos de tempo cujas características são absolutamente dinâmicas, complexas e muito sensíveis a qualquer alteração imposta, influenciando cada parte do planeta, em função da interação entre as diferentes esferas do globo e da ação do homem” (SANT’ANNA NETO, 1998, p. 123).

O clima é um conjunto dos fenômenos meteorológicos (temperatura, pressão atmosférica, ventos, precipitações) que caracterizam o estado médio da atmosfera e sua evolução num lugar dado (FERREIRA, 1996). O clima de uma região depende de alguns fatores climáticos, como: latitude, altitude, maritimidade e continentalidade, massas de ar, vegetação, correntes marítimas e até o relevo. Os fatores climáticos são condições que irão determinar ou interferir nos elementos climáticos: radiação, temperatura, pressão e umidade. Os fatores climáticos influenciam diretamente o clima de uma região, que no caso da Amazônia o clima está de acordo com as características de sua posição geográfica, a proximidade da linha do equador (latitudinal) e a extensa floresta que a encobre.

O clima de uma região é determinado por fatores, denominados controles climáticos, que atuam tanto na escala global como na regional. Os mais importantes são a circulação geral da atmosfera (CGA), a topografia local, a natureza da cobertura vegetal, o ciclo hidrológico e a influência de correntes oceânicas se a região for costeira (MOLION, 1987, p. 107).

Estes fatores e elementos climáticos interagem ao mesmo tempo no mesmo espaço, em regime de trocas energéticas recíprocas e interdependentes. Essa interação e interdependência estão diretamente relacionadas à teoria geossistêmica, na qual ressalta que os sistemas naturais não estão separados do contexto geográfico, e, que são constituídos de componentes naturais intercondicionados e inter-relacionados no tempo e no espaço, como parte de um todo, que possui sua estrutura influenciada pelos fatores social e econômico. Na Amazônia é perceptível essa interação e interdependência desses fatores no clima da região, isto, ao longo de todo um período, caracterizando a sazonalidade do clima e principalmente da precipitação. A precipitação depende da interação da radiação solar e cobertura vegetal, assim como está sendo realizado o uso e a ocupação do solo da região, podendo ocorrer maior ou menor precipitação de acordo com essa interação, que possibilita a ascensão de ar quente (vapor d'água), em um movimento convectivo, onde ocorrerá a formação das nuvens e dissipação para outras regiões, de acordo com os movimentos divergentes em altos níveis de pressão.

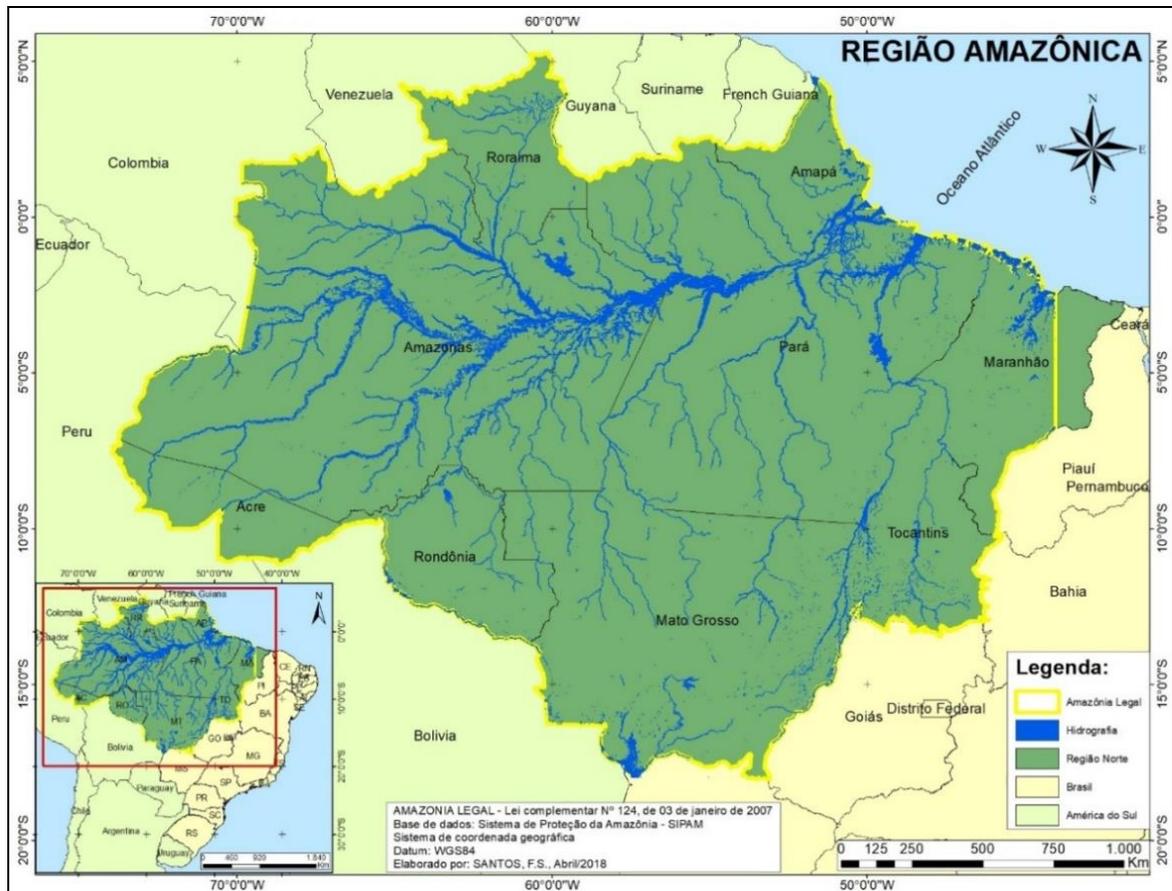
A convecção na região Amazônica é um importante mecanismo de aquecimento da atmosfera tropical e sua variação, em termos de intensidade e posição, possuem um papel importante na determinação do tempo e clima desta região (FISCH, MARENGO E NOBRE, 1998, p. 102).

A precipitação é uma variável climática de destaque na sazonalidade do clima da Amazônia com dois períodos bem distintos, período chuvoso e período seco, esses destacam a variabilidade da precipitação na região. O clima da Amazônia mudou ao longo de um período histórico. Os estudos paleoclimáticos evidenciam a variabilidade do clima da região, assim como em escala planetária, considerando o clima cíclico e não estático.

As principais mudanças climáticas e fitográficas ocorridas durante o período quaternário foram resultados de frequentes alterações interglaciais e glaciais, as quais produziam mudanças bruscas, tais como a troca de vegetação predominante de floresta para savanas, durante períodos de clima mais frio e seco (glacial) (FISCH, MARENGO E NOBRE, 1998, p. 103).

A Região Amazônica (figura 10), com 6,9 milhões de quilômetros quadrados, passa por nove países: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela.

Figura 10: Região Amazônica



Fonte: Dados do SIPAM. Elaborador por SANTOS, F. S., 2018.

No território brasileiro, a Amazônia Legal é uma área de 5.217.423 km<sup>2</sup>, que corresponde a cerca de 61% do território brasileiro. Ela engloba os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins e parte do estado do Maranhão (IBGE, 2014). A Amazônia é uma grande planície, onde a bacia Amazônica percorre toda sua extensão até suas águas desembocarem no Oceano Atlântico.

A maior bacia hidrográfica do mundo e a maior floresta tropical inserida na região norte do Brasil e alguns países vizinhos da América do Sul.

Com uma área estimada de 6,3 milhões de quilômetros quadrados, sendo que aproximadamente 5 milhões em território brasileiro e o restante dividido entre os países da Bolívia, Colômbia, Equador e Peru (FISCH, MARENGO E NOBRE, 1998, p. 101).

A Amazônia está situada na zona climática tropical, entre 5° N e 10° S, “sendo caracterizada por uma vasta planura situada próxima ao nível do mar e cortada de um extremo a outro pelo paralelo do equador.” (NIMER, 1989, p. 367). Sua posição geográfica (localização) que caracteriza o tipo de sua vegetação, denominada de floresta tropical úmida. A cobertura vegetal abundante é importante para a manutenção do clima por meio do mecanismo de evapotranspiração da floresta. Salati (1983) ressalta o papel da Floresta Amazônica na precipitação, a própria floresta se autossustenta e é responsável por cerca de 50% da precipitação na região. Porém existem alguns outros produtos ou fatores que influenciam a precipitação na região.

Segundo Fisch, Marengo e Nobre (1998, p. 102), a Amazônia situa-se na região equatorial e possui um clima quente e úmido. Para Nimer (1989) o clima predominante na Amazônia é o clima Equatorial, com característica quente, sendo superúmido sem seca/subseca, úmido com 1 a 3 meses secos e semiúmido com 4 a 5 meses secos.

Segundo Strahler (1951) a Amazônia se caracteriza por um clima equatorial úmido de convergência dos alísios na região da linha do equador, ou seja, baseia na dinâmica geral da atmosfera, através das massas de ar (figura 11). A maior parte das precipitações pluviométrica que aí ocorrem são chuvas de convecção, devido ao encontro dos ventos dos alísios do Nordeste (Hemisfério Norte) com os ventos dos alísios do Sudeste (Hemisfério Sul), formando uma região de calmaria.

Figura 11: Classificação climática de Strahler



Fonte: IESDE BRASIL S.A.

A classificação climática de Strahler (1951) se baseia na dinâmica geral da atmosfera, através das massas de ar.

Em algumas porções litorâneas da Amazônia há influência da massa equatorial atlântica, que algumas vezes (no inverno) conduz a frente fria, atingindo o sul e o sudeste da região. A mEc é úmida por sua localização estar sobre uma área com rios caudalosos e com cobertura da Floresta Amazônica, que possui grande umidade pela transpiração dos vegetais. Portanto, é um clima úmido e quente. As médias anuais térmicas mensais vão de 24°C a 27°C, ocorrendo baixa amplitude térmica anual, com pequeno resfriamento no inverno. As médias pluviométricas são altas e a estação seca é curta (STRAHLER, 1951).

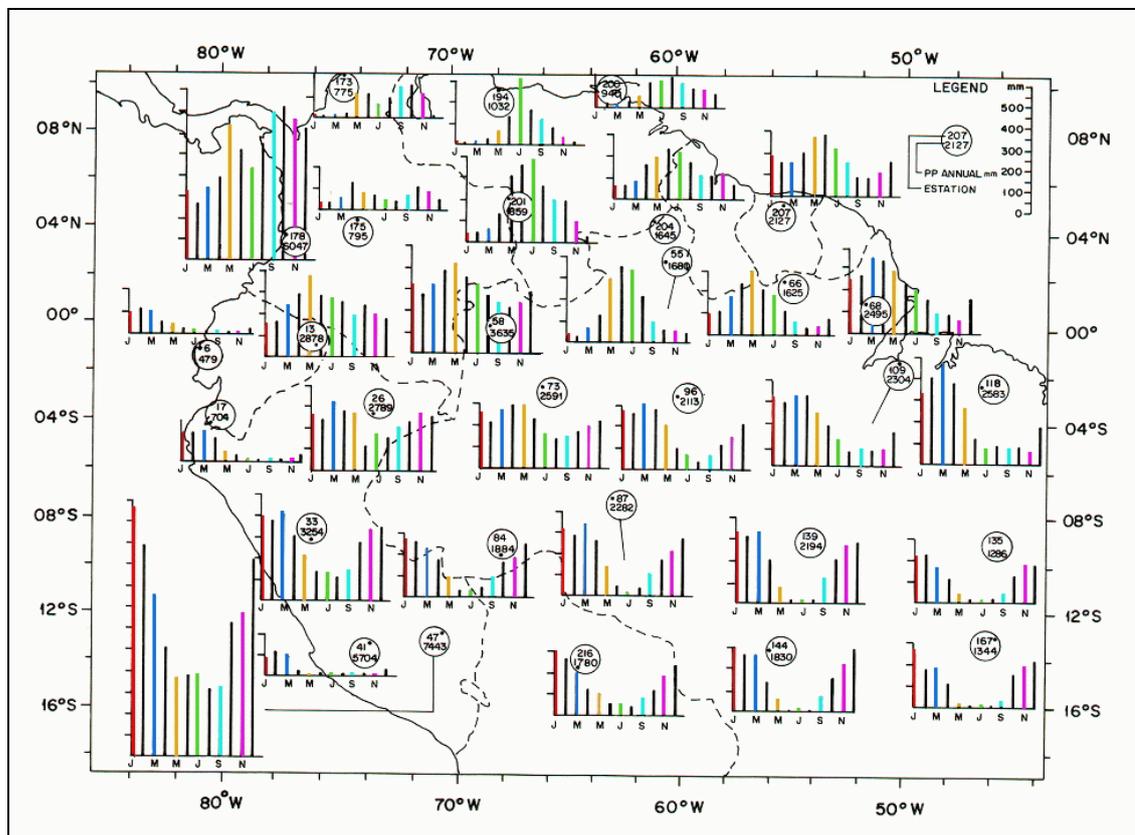
Os fatores e elementos climáticos são fundamentais para caracterização do clima quente e úmido da região. Segundo Fisch, Marengo e Nobre (1998, p. 103), o clima atual da região Amazônica é uma combinação de vários fatores, sendo que o mais importante é a disponibilidade de energia solar, através do balanço de energia. A energia solar contribui para o processo de evapotranspiração da floresta, a radiação solar, por sua vez, cria melhores condições à evaporação, uma vez que no processo de evaporação é empregado calor, sendo tanto mais ativa quanto maior o calor disponível a ser empregado no seu processamento (NIMER, 1989, p. 197).

A energia que atinge a superfície terrestre é devolvida para a atmosfera na forma de fluxo de calor sensível (aquecimento) e latente (evapotranspiração). Desta forma, o balanço de energia e umidade interagem, 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 (FISCH, MARENGO E NOBRE, 1998, p. 104).

A interação do balanço de energia e umidade proporcionará a maior formação de nuvens na região, em consequência maior precipitação de acordo com a atuação dos sistemas precipitantes na região.

A região tem um dos maiores índices pluviométricos do Brasil. A região Amazônica possui uma precipitação média de aproximadamente 2.300 mm/ano, embora na fronteira entre Brasil e Colômbia e Venezuela o total anual atinge 3.500 mm (FISCH, MARENGO E NOBRE, 1998, p. 104). As diferenças das médias da precipitação demonstram uma grande variabilidade espacial e temporal (figura 12) quanto ao período da precipitação, isso em decorrência da extensa área da região e a influência dos sistemas precipitantes atuante na Amazônia.

Figura 12: A variabilidade espacial e temporal da precipitação na Amazônia



Fonte: FISCH; MARENGO; NOBRE. 1998

## 1.7 Maués e a cultura do guaraná

A cultura do guaraná está diretamente ligada aos povos Sateré-Mawé os primeiros habitantes e os pioneiros no plantio de guaraná para consumo na região, que hoje compreende o município de Maués. A princípio o manejo e consumo do produto eram para fins medicinais, rituais de guerra e religiosos. Segundo a crença dos Sateré-Mawé “o guaraná é bom para fazer chover, para proteger a roça, para curar certas moléstias e prevenir outras, para vencer na guerra, nos amores, quando dois rivais pretendem a mesma mulher” (PEREIRA, 2003, p. 83).

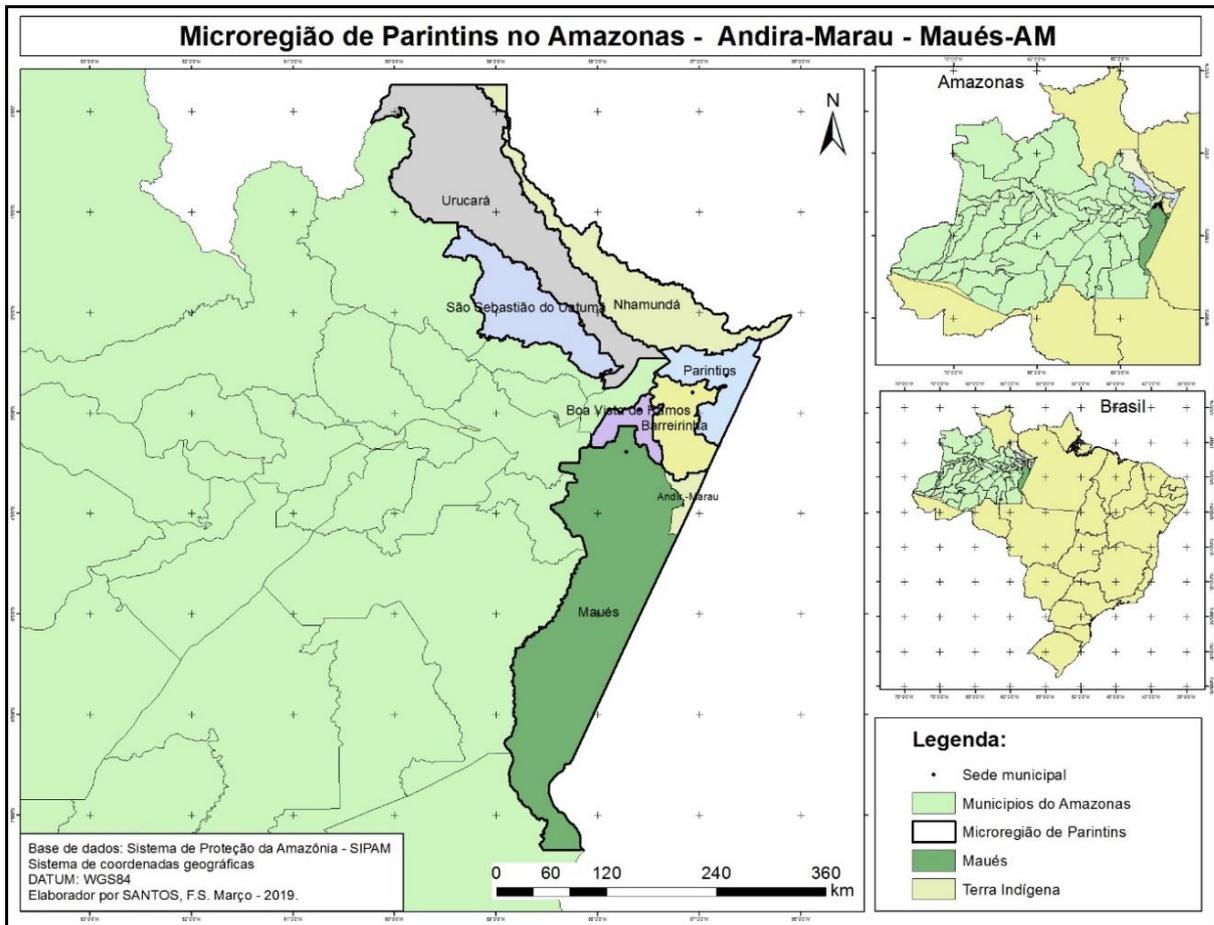
Existem duas variedades do guaraná cultivado na Amazônia, uma na zona de fronteira entre o Brasil e a Venezuela, cultivada por índios, e outra na zona de Maués, cultivada por índios e brancos. As duas variedades botânicas são conhecidas como guaraná. A variedade cupana (*Paullinia cupana* var. *cupana*) e a sorbilis (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*).

A cupana, assim denominada na Venezuela e Colômbia, é encontrada em quantidade muito restrita nas bacias fluviais do alto Orenoco e alto Rio Negro, não possuindo, contudo, valor comercial. A sorbilis é também conhecida como uaraná, guaraná de Maués ou do baixo Amazonas. Cultivada em larga escala na região de Maués, seu uso foi largamente difundido em outras regiões de clima favorável. Essa é, atualmente, a única variedade cultivada e comercializada no mercado brasileiro (Embrapa, 1995, p.13).

O guaraná *Paullinia cupana* var. *sorbilis* foi cultivado inicialmente na região Mundurucânia, um extenso território as margens dos rios Madeira, Amazonas e Tapajós (COSTA, 2017). Território que de acordo com sua localização, abrange a microrregião de Parintins no Estado Amazonas segundo a regionalização do IBGE. Atualmente a região é a maior produtora de guaraná no Amazonas (figura 13), composta por sete municípios: Barreirinha, Boa Vista do Ramos, Maués, Nhamundá, Parintins, São Sebastião do Uatumã, Uruará.

Com a chegada dos colonizadores europeus ocorreu a desterritorialização do povo Sateré-Mawé, que foram obrigados a deixar o seu território no centro da floresta e migrarem para as cabeceiras dos rios. Atualmente os Sateré-Mawé estão na região do Andirá-Marau nas cidades de Barreirinha e Maués (figura 13) na margem do rio Maraú onde iniciou a cultura do guaraná.

Figura 13: Mapa da Microrregião de Parintins.



Fonte: Dados do SIPAM. Elaborado por SANTOS, F. S. 2018.

Ao longo do tempo a exploração do guaraná é realizada pelos indígenas e não indígenas, tendo a Europa como o principal mercado de exportação. No mercado interno o guaraná era vendido para os cuiabanos que não mediam esforços para adquirir o guaraná da região. Os indígenas Sateré Mawé foram fundamentais para a consolidação da cultura do guaraná tanto no cultivo como no beneficiamento e como os primeiros a comercializá-los, deixando um legado para os produtores não indígenas, uma verdadeira herança para a população (camponeses) de Maués.

O quadro 2 apresenta uma cronologia da cultura do guaraná com os principais acontecimentos que marcaram a história do guaraná entre os séculos XVII e XIX (COSTA, 2017, p. 27).

Quadro 2: Cronologia histórica da cultura do guaraná

Ano	Século	Acontecimentos
1669	XVII	Missionário João Filipe Betendorf na sua Crônica relata que os índios Andiráas utilizavam o guaraná como “planta milagrosa” “tem os andirazes em seus matos uma frutinha a qual secam e depois pisam, fazendo delas umas bolas que estimam como os brancos o seu ouro. Chama-se guaraná. Desfeitas com uma pedrinha em uma cuia d’água dão tanta força como bebida que indo à caça um dia até outro não sentem fome, além do que tiram febres, cãibras e dores de cabeça”.
1762	XVIII	O Frei João de São José de Queiróz no relatório Viagem e visita do sertão em o bispado do Grão-Pará em 1762 e 1763 comentava sobre as excelências do guaraná na medicina.
1775	XVIII	O ouvidor Francisco Xavier Ribeiro de Sampaio escrevia “os maués são famosos pela fabricação da célebre bebida guaraná, frigidíssima, que já se usa na Europa, em que se tem conhecido algumas virtudes no seu uso...”.
1785	XVIII	O baiano Alexandre Rodrigues Ferreira (1756–1815), geógrafo, zoólogo e botânico, descreveu o uso do guaraná em Barcelos e denominou de Franzinia, em homenagem ao seu professor de matemática de Coimbra.
1800	XIX	Alexandre von Humboldt (1769–1859), quando procurava a passagem do Rio Orinoco com o Rio Negro, identificou o guaranazeiro como sendo cupana, daí a denominação, mais tarde, de Paullinia cupana H.B. Kunth.
1818-1820	XIX	O lado místico do guaraná impressionou von Martius na sua viagem pela Amazônia, quando batizou o guaranazeiro como <i>Paullinia sorbilis</i> , utilizada pelos índios Maués e Andiráas, na forma de bastão e ralado na língua do pirarucu. O nome Paullinia foi colocado em homenagem ao médico e botânico alemão C.F. Paullinia, que morreu em 1712.
1852	XIX	Exportação de 262 arrobas para a Europa.
1865	XIX	No dia 23 de abril, chegou ao Rio de Janeiro o suíço Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807–1873), chegando a hayer Expedition, financiada pelo milionário americano Nathaniel hayer, para estudara fauna ictiológica da Bacia Amazônica, percorrendo o Rio Amazonas em todo o seu curso, visitando Tabatinga, Tefé, Manaus e retornando a Belém. Na visita a Maués toma conhecimento do guaraná.

Fonte: COSTA, 2017.

No século XX o guaraná passa por um processo de intensificação da sua exploração. Segundo Serrão, Cruz e Costa (2017) ocorre uma mudança em relação a sua exploração, que no início era uma economia centrada no extrativismo e transforma-se em um processo mais tecnificado. Dessa forma, no quadro 3 os autores tendo como referência Homma (2014) fizeram uma análise cronológica do processo tecnificado conforme a comercialização e a instalação de algumas empresas dos setores de bebidas e fábricas de extratos de guaraná.

Quadro 3: Análise cronológica do uso tecnificado do guaraná

Ano	Acontecimentos
1907	Surgiu em Manaus o guaraná Andrade, produzido pela Fábrica Andrade, a primeira do País a produzir refrigerante de guaraná, que funcionou até 1970.
1921	O refrigerante guaraná foi lançado no País pela Antarctica.
1927	Lançamento do Guaraná Brahma, pela Companhia Cervejaria Brahma.
1940	Foram fundadas as fábricas Magistral, Luseia e Baré, em Manaus. Mais tarde surgiram a marca Brasil, Líder e Tuchaua.
1942	A Coca-Cola chegou ao país em decorrência de sua expansão mundial iniciada em 1940.
1961	Antônio Lemos Maia efetua o primeiro plantio de guaranazeiro com fins comerciais, na Bahia, no Município de Ituberá.
1963	A Fazenda Cultrosa, no Município de Camamu, Bahia, inicia plantios em escala comercial de guaranazeiro.
1971	A Companhia Antarctica Paulista adquire uma fazenda em Maués com 1.070 ha, que em 1972 foi transformada em Sociedade Agrícola Maués (Samasa).

Fonte: SERRÃO, 2017.

Em 14 de novembro de 1972 foi assinada a Lei 5.823, conhecida a Lei dos sucos, regulamentada pelo Decreto-Lei 73.267, de 6 de dezembro de 1973 (HOMMA, 2014, p. 38).

Essa Lei estabeleceu quantitativos de 0,2 g a 2 g de guaraná para cada litro de refrigerante e de 1 g a 10 g de guaraná para cada litro de xarope. Apesar de o quantitativo entre o mínimo e o máximo permitido ser de 10 vezes, provocou uma grande demanda pelo produto, fazendo com que a produção semidomesticada do Estado do Amazonas [...] (HOMMA, 2014, p. 38).

Com a regulamentação da Lei dos sucos ocorreu o incremento do processo tecnificado do guaraná e uma grande demanda pelo guaraná do município de Maués. Que segundo Costa (2017) é o início da monopolização do território pelo capital no município de Maués, que trata da relação estabelecida entre o capital representado pela Indústria de bebidas (AmBev) e os camponeses ou cultivadores de guaraná.

A comercialização do guaraná tem alguns segmentos ou subprodutos, como, na forma de bastão que é a forma mais antiga de comercialização do produto, desenvolvidos pelos índios, tendo grande procura no Amazonas e na época pelo seu

principal comprador o Estado de Mato grosso. O guaraná em bastão é método conhecido por panificação que consiste:

Após torrado, elimina-se o casquilho do grão e este será triturado e pilado ou somente pilado (artesanal) misturando-se com água, formando uma pasta consistente que será moldada na forma de bastão. O bastão passa por um processo de desidratação, conhecido por defumação prolongada, o que consolidará o formato comercial (PEREIRA et al, 2005, p. 29)

O consumo do guaraná em bastão (figura 14), normalmente é ralado com a língua do Pirarucu (*Arapaima gigas*) para ser transformado em pó e consumido.

Figura 14: Bastão de guaraná



Fonte: SANTOS, F. S. Arquivo pessoal, abril de 2019

O bastão é bastante consumido pelos próprios camponeses e moradores de Maués devido às suas propriedades estimulantes e medicinais, costumam tomar o guaraná ralado com um copo de água pela manhã antes de suas atividades diárias.

As pesquisas mostram que o guaraná atua sobre o sistema nervoso central, sistema cardiovascular, músculos e rins. Usado regularmente, diminui a sensação de fadiga física e mental, além de agir como regulador intestinal. O guaraná é considerado a maior fonte de cafeína natural (Embrapa, 1998, p. 3).

O guaraná em pó consiste nas sementes torradas e finamente moídas (figura 15).

Utilizadas para o preparo de bebidas, sorvetes, cremes e outros alimentos à base de guaraná. É um produto de valor agregado mais alto, pouco utilizado pelos produtores para comercialização, e é a forma comumente encontrada no comércio varejista (PEREIRA et al, 2005, p. 29).

Figura 15: Guaraná em pó



Fonte: SANTOS, F. S. Arquivo pessoal, abril de 2019

Outra forma de comercialização é o guaraná em rama que são as sementes torradas (figura 16), bastante utilizadas para produção de xaropes e extratos de guaraná. É a maneira mais comum de comercialização do guaraná pelos produtores do Amazonas, mas a de menor valor agregado (PEREIRA et al, 2005, p. 29).

Figura 16: Guaraná em rama



Fonte: SANTOS, F. S. Arquivo pessoal, abril de 2019

Atualmente esta é a principal forma de comercialização, e está diretamente ligada ao consumo da empresa de bebida (AmBev), principal compradora da produção do guaraná de Maués, com cerca de 80% de toda a produção (COSTA, 2017).

### **1.7.1 Maués a terra do guaraná**

O município de Maués é conhecido como a terra do guaraná devido à grande produção e produtividade de guaraná do estado do Amazonas e o vínculo econômico e cultural com o fruto. Segundo Costa (2017) o guaraná representa o passado e o presente dos moradores de Maués, pois é mais do que um produto econômico, é parte de sua história e cultura.

Maués fica distante a 267 km, em linha reta de Manaus, com uma área territorial de 39.991,066 Km<sup>2</sup> (figura 17) e uma população de 62.755 habitantes de acordo com estimativa do IBGE (2018). A sede do município está na margem do rio Maués-Açu, sendo a hidrovia principal do município, interligando a sede com as demais comunidades, como a comunidade de Vera Cruz e a terra indígena de Andirá-Marau do povo Sateré-Mawé.



Quadro 4: A cronologia dos fatos da ocupação da cidade de Maués

Ano	Século	Acontecimentos
1669	XVII	Primeira notícia da existência de cinco missões jesuítas na região da Mundurucânia (região entre os rios Madeira, Amazonas e Tapajós) entre elas Maguases (atual Maués).
1759	XVIII	Marquês de Pombal determina a expulsão dos religiosos jesuítas da Amazônia, ocorrendo assim a transformação das primitivas missões em vilas do governo. O que não ocorreu com Maguases e as demais missões da região da Mundurucânia.
1798	XVIII	O governador Manoel da Gama Lobo D'Almada assumiu o governo da capitania do Rio Negro, promovendo a pacificação dos indígenas da região de Maués por meios mais suaves, resultando em 1798 na restauração da Vila de Maguases, chamada de Uacituba (que significa Terra grande – Terra fértil), com a fundação da povoação de Nossa Senhora da Conceição de Luséa na margem direita do rio Maués Açu numa antiga aldeia dos Mawés.
1833	XIX	A primitiva missão mereceu ser elevada à categoria de Vila e Município com nome de Luséa através do decreto provincial do Grão Pará de 25 de junho de 1833, artigo número 28, ficando sob a jurisdição de seu termo as freguesias de Tupinambarana (Parintins), Araretama (Atual Borba), Canumã e Massauari.
1896	XIX	Em 04 de maio de 1896 por lei estadual 137, a primitiva Vila da Conceição de Maués recebeu a categoria de Cidade de Maués, que significa cidade dos papagaios falante e inteligentes.

Fonte: Carneiro (2013) apud Costa (2017). Organizado por SANTOS, F.S., 2019

Nesse processo de ocupação da região os imigrantes também tiveram um importante papel na produção do guaraná. Com destaque, os imigrantes judeus, italianos, portugueses e japoneses se dedicaram tanto ao comércio em geral como a agricultura por meio do guaraná em Maués (COSTA, 2017, p. 38).

Estes imigrantes fortaleceram a produção e comércio do guaraná que na década de 40 e 50 era baseada na comercialização do guaraná em bastão, que possibilitou a instalação de pequenas indústrias de beneficiamento do guaraná pelos imigrantes.

É importante destacar que o guaraná na forma de bastão foi predominantemente a forma comercializada deste o século XVII, e assim foi até início do século XX, depois progressivamente passa a predominar a forma em rama, ou seja, dos grãos torrados, pois é a forma como exigem as indústrias de bebidas (COSTA, 2017, p. 41).

Na década de 60 e 70, houve um aumento do interesse das indústrias de bebidas pelo guaraná, com isso ocorre um crescimento em larga escala da produção do guaraná. Em 1964 a Empresa Paulista Antártica instalou sua primeira fábrica de extratos de guaraná em Maués e em 1971 inaugurou sua fazenda denominada de Santa Helena, a princípio para produzir o guaraná para o próprio consumo, e

posteriormente para estudos e pesquisas genéticos do guaraná. Surge um novo período da produção comercial do guaraná, que segundo Costa (2017, p. 45):

É importante o entendimento das transformações que ocorreram a partir da hegemonia do capital industrial, pois a instalação da fábrica da Empresa Antártica na sede municipal de Maués irá permitir profundas transformações de ordem social, econômica e espacial (COSTA, 2017, p. 45).

Para assegurar a produção do guaraná em Maués foi instalada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para fomentar a pesquisa sobre o guaraná. Com a chegada da indústria os poderes públicos (municipal, estadual e federal) começam a fomentar a produção do guaraná, assim como a melhoria da infraestrutura da cidade. Portanto, a partir da chegada direta da Empresa Paulista Antártica vai ocorrer uma significativa mudança, tanto em termos econômicos como socioespaciais em Maués (COSTA, 2017, p. 46).

Com a consolidação da Lei dos sucos em 1973, a produção do guaraná em Maués aumentou ainda mais na década de 80, ultrapassando a marca anual de 1 (uma) tonelada de guaraná (semente). Porém, com a propagação da Lei dos sucos, outros municípios do Amazonas e outros estados, como Bahia e Mato grosso começaram a produzir o guaraná. Com a inserção de concorrência na produção do guaraná, Maués foi perdendo o monopólio do guaraná.

Na década de 90 a produção de guaraná em Maués tem um declínio significativo principalmente em relação agora a outros estados produtores, como a Bahia. Esta perda de produção foi em decorrência de guaranzeiros antigos, as doenças, as pragas e falta de manejo (tecnologia) na produção do guaraná. No final da década de 90, o estado da Bahia passa a ser a maior produtora de guaraná do Brasil.

Atualmente, como demonstra o último relatório de Produção Agrícola Municipal de 2016 (tabela 1) o município de Maués tem o maior destaque em relação à produção e produtividade da microrregião de Parintins e do Estado do Amazonas.

Tabela 1: Produção Agrícola Municipal (PAM) de Guaraná em 2016

Produto das lavouras permanentes - Guaraná (semente) - Ano – 2016					
Microrregião de Parintins (AM)	Variável				
	Área destinada à colheita (Hectares)	Área colhida (Hectares)	Quantidade produzida (Toneladas)	Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare)	Valor da produção (Mil Reais)
Barreirinha	50	50	6	120	108
Boa Vista do Ramos	25	25	3	120	66
<b>Maués</b>	<b>2700</b>	<b>2700</b>	<b>329</b>	<b>122</b>	<b>6580</b>
Nhamundá	-	-	-	-	-
Parintins	148	148	22	149	440
São Sebastião do Uatumã	72	72	8	111	128
Urucará	461	461	120	260	2400

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2016. Organizado por SANTOS, F. S. 2018.

Atualmente existe o envolvimento de aproximadamente, 2.600 famílias, que cultivam 2.700 ha, e uma produção média anual de 329 toneladas de guaraná (sementes), com rendimento médio da produção de 122 kg/ha, com o valor da produção em R\$ 6580 mil.

Hoje com o objetivo de aumentar a produção do guaraná no município de Maués a Embrapa difunde por meio do IDAM (Instituto de desenvolvimento do Amazonas) e SEPROR (Secretaria municipal de produção rural) os guaranazeiros clonados que são mais resistentes às doenças, pragas e produzem mais rápido, cerca de dois anos, enquanto o nativo demora pelo menos quatro anos para começar a produzir. Vale ressaltar que as pesquisas com o guaraná clonado acontecem desde a década de 70, e que produção do guaraná clonada só é disseminada na década de 90 com o declínio da produção do guaraná nativo.

### 1.7.2 Guaraná nativo (tradicional) e o Guaraná clonado

O guaraná nativo foi cultivado no início da cultura do guaraná pelos povos indígenas Sateré-Mawé, eles que introduziram o manejo e a produção para uso próprio e posteriormente para o comércio com os europeus. A região do Andirá-Marau, território de fronteira entre o Estado do Amazonas e o Pará, como ilustrado no mapa da microrregião de Parintins e a localização do município de Maués (figura

13), foi onde se originou o manejo do guaraná nativo. A região corresponde a uma área cujo usufruto exclusivo pertence à etnia Sateré-Mawé, que tradicionalmente a ocupa, com base no Art. 231 da Constituição Brasileira.

O plantio do guaraná nativo consiste em plantio direto no campo, com mudas (filhos) e de idade e origem desconhecidas (EMBRAPA, 1984).

Segundo a Embrapa (1995) a muda do guaraná nativo é obtida por via sexuada (sementes).

As sementes devem ser oriundas de plantas previamente selecionadas e identificadas, com bom aspecto fitossanitário, vigor vegetativo, com produção mínima de 1 kg de semente seca, com base nos últimos 3 anos de produção. Devem ser colhidas de cachos grandes com frutos bem adensados e completamente maduros, isentos de brocas e incidências de fungos. (EMBRAPA, 1984, p. 4).

O guaraná nativo tem um tempo lento de crescimento em comparação ao guaraná clonado, levando entorno do 3º e 4º ano a implantação e, somente a partir do 5º ano alcança o nível de produção econômica.

A Embrapa criou o programa de melhoramento genético em 1976, por meio do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia (CPAA), para a seleção de plantas matrizes superiores, após a seleção era avaliado as famílias dessas matrizes em experimentos nos campos da Embrapa e em produtores locais (Embrapa, 1999). Após essa avaliação iniciou-se a clonagem de diversas plantas que foram avaliados em diversos locais, inclusive em Maués.

A muda do guaraná clonado é obtida por via de propagação vegetativamente (assexuada), através de enraizamento de estacas (método mais recente).

É da maior importância se conhecer a procedência do material botânico que irá ser propagado vegetativamente. Portanto, as estacas devem ser retiradas de plantas matrizes selecionadas (ortetes) livres de doenças, especialmente antracnose e superbrotamento. Devem apresentar bom vigor vegetativo, ausência de sintomas de deficiências, seja produtiva, preferencialmente com produção mínima de 1 kg de semente seca. (EMBRAPA, 1984, p. 10).

De acordo com a Embrapa (1998) a planta inicia a produção dois anos após o plantio, quando produzidas por clonagem. Entretanto, é comum ocorrer floração já no primeiro ano. Neste caso, sugere-se retirar as flores, para não prejudicar o desenvolvimento da planta.

Em 1999 depois das avaliações e testes, a Embrapa recomendou dois cultivares, BRS-Amazonas e BRS-Maués para o plantio em pequena e grande escalas, nas condições ecológicas (clima e solo) e sistema de produção do guaraná (tratos culturais) para o estado do Amazonas. A tabela 2 apresenta as principais características dos cultivares.

Tabela 2: Características dos cultivares BRS-Amazonas e BRS-Maués

Características	Cultivares	
	BRS – Amazonas	BRS – Maués
Código	CMU 300	CMU 871
Procedência	Maués – Embrapa	Maués– Fazenda Santa Helena/Antarctica
Comprimento do ramo principal (cm)	39,27	119,3
Número de ramo	4,13	4,12
Número de folhas por plantas*	14,47	28,62
Antracnose	Tolerante	Tolerante
Superbrotamento	Suscetível	Tolerante
Cafeína** (%)	3,92	4,04
Produtividade (kg/ha/ano)	1,49	1,55

\* aos 12 meses.

\*\* Análises realizadas, durante o período de avaliação, no Instituto Tecnológico de Alimentos (ITAL) São Paulo.

Fonte: Embrapa, 1999.

Em 2011 o Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia (CPAA dando continuidade no programa de melhoramento genético do guaraná coordenado pela Embrapa Amazônia Ocidental lançou alguns cultivares de guaranazeiro para o plantio comercial no estado do Amazonas: Os cultivares BRS Cereçaporanga, BRS Mundurucânia, BRS Luzéia e BRS Andirá. Conforme Nascimento Filho et al. (2007a; 2007b; 2007c; 2007d) as características dos cultivares estão especificados na tabela 3.

Os cultivares clonais tem como objetivo incrementar a produtividade e o fortalecimento do agronegócio. Com o lançamento desses cultivares, houve uma expansão dos plantios no Estado do Amazonas, ocasionando uma demanda por tecnologias que sejam capazes de promover progressos contínuos na produtividade (NASCIMENTO FILHO et al. 2016).

Tabela 3: As principais características dos cultivares

Características	Cultivares			
	BRS Cereçaporanga	BRS Mundurucânia	BRS Luzéia	BRS Andirá
Cor das folhas jovens	Marrrom	Marrrom	Verde-escura	Marrrom claro
Forma do folíolo-3	Oblonga	Oblonga	Elíptica	Oblonga
Cor dos frutos	Amarelo avermelhado	Amarelo	Alaranjada encarnada fosca	Vermelha amarelada
Superfície do pericarpo	Lisa	Lisa	Rugosa	Lisa
Comprimento do ramo	Ramo médio -50 a 100 cm	Ramo médio -50 a 100 cm	Ramo médio -50 a 100 cm	Ramo médio -50 a 100 cm
Produção	1,30 kg/planta/ano	1,40 kg/planta/ano	1,60 kg/planta/ano	1,40 kg/planta/ano
Rendimento	520 a 812 kg/ha*	560 a 875 kg/ha*	640 a 1000 kg/ha*	560 a 875 kg/ha*
Coleta de frutos maduros por ano	6	6	7	7
Teor de cafeína	>3,8%	>3,5%	4,6%	Teor de cafeína aceitável comercialmente – 4,2%
Reação à antracnose	Resistência moderada e estável	Alta resistência, estável e moderadamente previsível	Alta resistência, estável e previsível	Alta resistência, estável e previsível
Hipertrofia da gema floral	Resistência completa	Resistência completa	Resistência horizontal	Resistência completa
Hipertrofia da gema	Resistência completa	Resistência horizontal	Resistência horizontal	Resistência completa
Galho do tronco	Resistência completa	Resistência completa	Resistência completa	Resistência completa
Trips	Suscetível	Suscetível	Suscetível	Suscetível

\*Estandes de 400 plantas por ha e 625 plantas por ha, respectivamente.

Fonte: NASCIMENTO FILHO ((2007a; 2007b; 2007c; 2007d).

Para o aumento da produção e produtividade do guaraná em Maués, a Embrapa juntamente com a empresa de bebidas AmBev fomentam a pesquisa e a difusão das mudas clonadas do guaraná, justificando o tempo médio de plantio, sua resistência e a produtividade em relação ao guaraná nativo.

Apesar de as cultivares clonais serem mais produtivas e resistentes, o custo de produção das mudas, quando comparado ao de sementes, é mais elevado e exige melhor infraestrutura de viveiros, incluindo sistemas de irrigação do tipo nebulização, durante o enraizamento, e por aspersão para o desenvolvimento das mudas (ATROCH; NASCIMENTO FILHO; PEREIRA; 2015). O tempo requerido para

obter uma muda clonal em condições adequadas de plantio no campo também é longo, 12 meses. Outro inconveniente do uso de clones é a redução da variabilidade genética dos plantios, o que aumenta o risco de perdas de produtividade devido à ocorrência de fatores bióticos ou abióticos desfavoráveis às plantas, por exemplo os patógenos (ATROCH; NASCIMENTO FILHO; PEREIRA; 2015).

O desenvolvimento de cultivares de guaranzeiro multiplicadas por sementes, via sexuada, é indicado pela pesquisa como forma de contornar os problemas e riscos das cultivares clonais e também é uma demanda dos produtores. Em 2003, teve início um programa de seleção recorrente com a avaliação e seleção entre e dentro de progênies. Como resultado desse programa foi desenvolvida a cultivar BRS Noçoquém, avaliada no Amazonas durante dez anos, no Município de Maués, para produtividade e resistência a doenças, além de outros caracteres morfoagronômicos (ATROCH; NASCIMENTO FILHO; PEREIRA; 2015). As características morfoagronômicas da cultivar são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: Principais características da cultivar BRS – Noçoquém

Descrição	Valor
Cor das folhas jovens	Verde-clara
Forma do folíolo-3	Elíptica
Cor dos frutos	Vermelho-amarelada
Superfície do pericarpo	Rugosa
Comprimento dos ramos e arquitetura da planta	Planta de ramos longos e arquitetura decumbente
Produção de sementes secas	1,89 a 3,12 kg/planta/ano
Produtividade	756 a 1.248 kg/ha*
Antracnose	Resistência estável
Hipertrofia da gema floral	Resistente

\* Estande de 400 plantas por hectare

Fonte: Atroch; Nascimento Filho; Pereira. 2015.

A produtividade média da BRS Noçoquém foi de 2,3 kg/ha de sementes secas por planta ao ano, o que, no espaçamento de 5 m x 5 m, representa produtividade de 920 kg/ha de sementes secas ao ano, cerca de 600% acima da produtividade média do Amazonas (165 kg/ha/ano). Com essa cultivar, resistente a doenças, com alta produtividade e menor custo e maior facilidade para produção de mudas, espera-se contribuir para a expansão dos plantios no Amazonas (ATROCH;

NASCIMENTO FILHO; PEREIRA; 2015). Com isso o próximo tópico vai fazer uma caracterização das fenofases reprodutivas e sua relação com a precipitação pluviométrica na região.

### **1.7.3 As fenofases reprodutivas: os eventos fenológicos e a precipitação**

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (1998, p. 3) fez uma caracterização da planta do guaraná, desde sua formação até sua maturação.

É uma planta cujo formato é o de um arbusto semi-ereto, trepadeira e lenhosa, que, em seu habitat, se apoia nas árvores da floresta, atingindo altura entre 9 e 10 metros. Possui folhas grandes, de verde acentuado, e frutifica em cachos. O fruto é redondo, preto e brilhante, assumindo a forma de uma cápsula deiscente de 1 a 3 válvulas, portando uma semente cada. Quando maduro, torna-se vermelho ou amarelo e faz surgir o arilo, substância branca que envolve parte da semente. (EMBRAPA, 1998, p. 3).

Segundo Morais et al (2016) uma das condições essenciais para o sucesso da produtividade de qualquer cultura de interesse agrônomo/econômico é o entendimento e acompanhamento de suas fenofases reprodutivas.

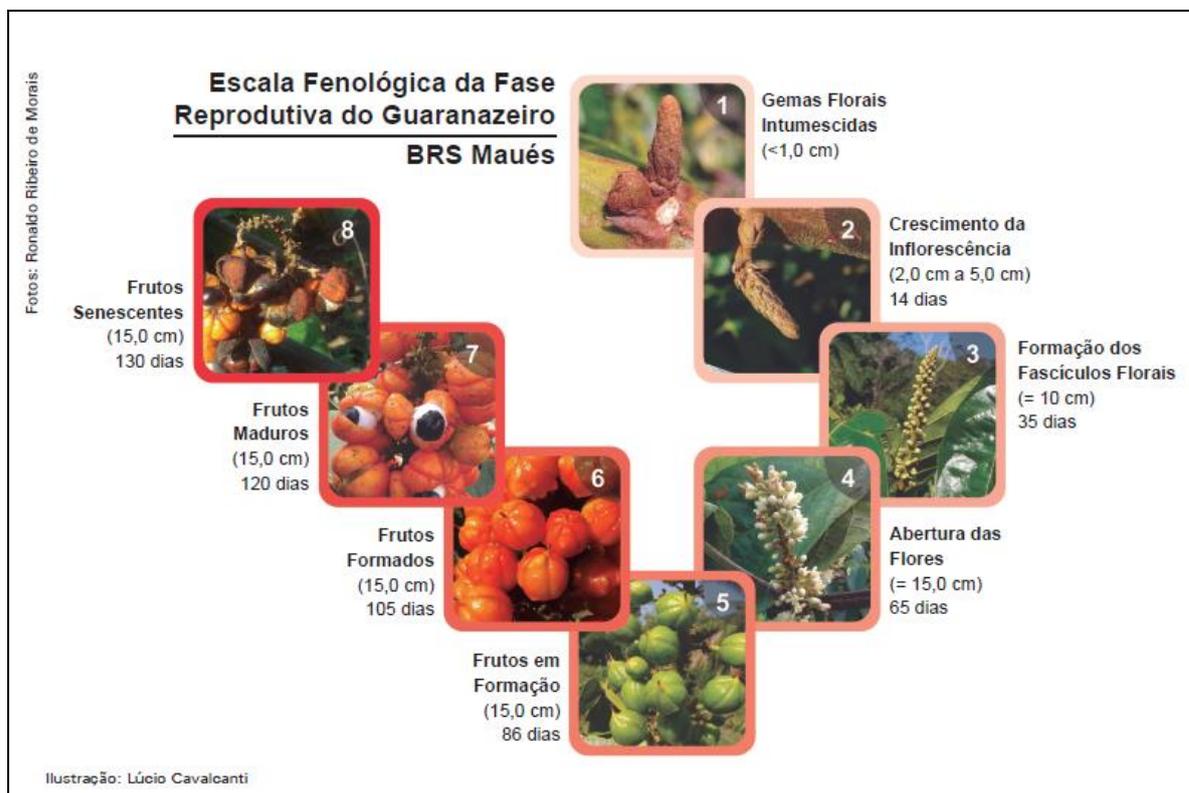
O conhecimento fenológico das culturas é fundamental para o planejamento das práticas culturais, como aplicação de fertilizantes, controle de pragas e doenças, pesquisas de estimativas de safra, previsão da época de maturação e programas de melhoramento (MORAIS et al, p. 1, 2016).

Morais et al (2016) baseado na observação e caracterização das fenofases reprodutivas do cultivar BRS-Maués, confeccionaram uma escala fenológica, agrupando oito estágios (figura 18).

1. Gemas florais intumescidas (apresentando os primeiros indícios de diferenciação das gemas florais);
2. Crescimento da inflorescência (período em que houve a alongação da ráquis da inflorescência);
3. Formação dos fascículos florais “botões” na inflorescência);
4. Abertura das flores;
5. Frutos em formação (quando já ocorreu a fecundação das flores e os frutos estão em formação);
6. Frutos formados (final do período de crescimento dos frutos);

7. Frutos maduros (quando ocorre a abertura do carpelo, fruto com “olhos abertos”);
8. Frutos senescentes (quando ocorre a queda natural dos frutos).

Figura 18: Escala fenológica da fase reprodutiva do guaranazeiro



Fonte: Moraes et al (2016).

A Embrapa estimou para cada fenofase reprodutiva um tempo médio da duração do evento fenológico. O tempo de duração dos eventos fenológicos pode apresentar variações de ano para ano, pois os processos de desenvolvimento das fenofases são acompanhados por alterações morfológicas, anatômicas e bioquímicas, cuja duração apresenta uma variação decorrente de vários fatores, tanto fatores exógenos: precipitação, temperatura e fotoperíodo; quanto endógenos: genótipo, estado nutricional, fito-hormônios (MORAIS et al, p. 2, 2016).

A pesquisa busca justamente avaliar a relação dos fatores exógenos, em particular a precipitação com a produtividade do guaraná que está diretamente relacionado ao sucesso do processo de desenvolvimento das fenofases durante o evento fenológico do guaraná.

O clima influencia diretamente nas fases do guaraná, na concentração das fases de floração e colheita. Linné (1751) apud Alencar et al. (1979, p. 163) em sua obra *Filosofia Botânica* delineou métodos para construir calendários anuais de plantas (aberturadas folhas, floração, frutificação e queda das folhas) em conjunto com observações meteorológicas. A agricultura é a atividade econômica mais dependente das condições climáticas. Os elementos meteorológicos afetam diretamente os processos fenológicos das plantas, como também as mais diversas atividades no campo. O clima da região Amazônica é um fator preponderante para a cultura do guaraná na região. O clima Equatorial da Amazônia possui as características quente e úmida, essenciais para plantio. TAVARES et al. (2005) destaca os elementos meteorológicos favoráveis ao plantio da cultura do guaraná no Amazonas.

O guaranazeiro se desenvolve adequadamente em locais com temperatura média anual de 23°C a 28°C e precipitação pluviométrica de 1.500 a 3.000 mm/ano, com um período de seca definido, fator este que aparentemente induz o florescimento da planta. (TAVARES et al. 2005, p. 15).

O elemento meteorológico em estudo é a precipitação pluviométrica, partindo da precipitação na Amazônia existe uma relação com o plantio da cultura do guaraná. O plantio das mudas para o local definitivo deverá ser feito no início do período chuvoso, de preferência, em dias nublados. (EMBRAPA, 1998, p. 19).

Segundo Garcia e Nascimento Filho (1999, p. 15) o cultivo do guaranazeiro se desenvolve bem em áreas de clima tropical chuvoso, com período de estiagem curto (um a quatro meses), com totais pluviométricos mensais inferiores a 60 mm, ou com chuvas mensais superiores a 60 mm em todos os meses do ano.

Fisch, Marengo e Nobre (1998, p. 104), destaca o período de chuvas ou forte atividade convectiva na região Amazônica compreendido entre novembro e março. O plantio das mudas de guaraná deverá ser feito no período chuvoso (janeiro a março), de preferência em dias nublados e com temperatura amena (MICHILES, 2010, p. 17).

Para o plantio do guaraná existem algumas recomendações para obter alta produtividade com a cultura, o quadro 5 apresenta os preparos para o plantio do guaraná de acordo com o manual técnico da Embrapa (1998):

Quadro 5: Preparação para o plantio do guaraná

Etapas	Atividades
1 <sup>a</sup>	<b>Limpeza do terreno</b> - Em primeiro lugar, deve-se dar preferência a áreas com vegetação secundária (capoeira). Uma vez definida a área, é preciso limpá-la, derrubando cipós, arbustos e árvores finas, de até 20 cm de diâmetro. Esse processo é chamado de 'broca'.
2 <sup>a</sup>	<b>Demarcação do terreno</b> - A área deve ser demarcada com piquetes (pequenas estacas de pau) bem fincados, no espaçamento de 5m x 5m, onde serão plantadas um total de 400 mudas por hectare (quadra)
3 <sup>a</sup>	<b>Amostra de solo</b> - Para coletar as amostras para análise química, processo essencial para um bom cultivo, deve-se caminhar em ziguezague, em toda a área, retirando porções do solo na profundidade de 0 a 20 cm. <b>São</b> necessárias 20 porções para cada hectare.
4 <sup>a</sup>	<b>Preparo e adubação da cova</b> - Antes da abertura da cova, raspase mais ou menos 5 centímetros da terra superficial (terra preta) em volta do piquete, até uma distância de aproximadamente 1 metro e deixa-se essa terra separada em um monte. Em seguida, abre-se as covas manualmente, nas seguintes dimensões: 40 centímetros de largura 40 centímetros de profundidade 40 centímetros de comprimento

Fonte: Embrapa, 1998. Organizado por SANTOS, F. S., 2019

As mudas devem ser sadias e ter, no mínimo, 2 folhas compostas, e devem ser protegidas do vento, durante o transporte para evitar a quebra dos ramos. Recomenda-se para evitar encharcamento dentro da cova, juntar um pouco de terra ao pé da muda, formando um montinho (Embrapa, 1998, p.7).

No primeiro ano o guaranazeiro necessita de sombreamento, no caso, logo após o plantio, também se recomenda cobrir as mudas com 3 pedaços de folhas de palmeira, no tamanho de 1 metro (figura 19). Sendo que devem ser colocados com a parte mais fina para baixo, para facilitar o escoamento da água. Um dos pedaços deve ser colocado na direção nascente e os outros na direção poente. Isso porque o sol da tarde é mais agressivo à planta (Embrapa, 1998, p. 8).

Além disso, pode ser efetuado o consórcio com mandioca ou banana, desde que elas sejam plantadas pelo menos seis meses antes do guaraná, para proporcionar o sombreamento adequado (POLTRONIERI, 1995, p. 22). O plantio em consórcio com outras culturas semiperenes (como a banana ou o maracujá) ou anuais (como a mandioca e o feijão) é importante para o produtor que terá uma renda extra até e o guaranazeiro começa a produzir após o terceiro ou quarto ano do plantio (guaraná nativo).

Figura 19: Guaranazeiro protegido do sol



Fonte: SANTOS, F. S. Arquivo pessoal, abril de 2019

Alguns tratos culturais são fundamentais dispensados aos guaranazeiros: Coroamento (limpeza periodicamente em volta do tronco da planta, em uma área que varia de acordo com a projeção da copa); Roçagem (pode ser manual, com roçadeira motorizada ou com herbicidas. O importante é que o controle de plantas invasoras nas entrelinhas do guaranazal deve ser realizado sempre que necessário); Cobertura morta (ocupar a área onde foi feito o coroamento, deixando-se livre cerca de 20 centímetros a partir do pé da planta.); Poda (eliminação de ramos secos, quebrados ou doentes, e a eliminação de um terço da extremidade dos ramos, principalmente os mais desenvolvidos e os que produziram no ano anterior) e Adubação (a aplicação de fertilizantes).

Os tratos culturais também estão relacionados às pragas e doenças. A praga mais comum e que causa maiores danos é Tripes ou Lacerdinha. As Doenças principais são: Antracnose, superbrotamento, Podridão vermelha das raízes. As causas e os controles estão descritos no quadro 6 abaixo conforme a Embrapa (1998).

Quadro 6: As causas e os controles das pragas e doenças

<b>Praga/Doenças</b>	<b>Causas</b>	<b>Controle</b>
Tripes ou Lacerdinha.	Tem coloração alaranjada quando jovem e preta quando adulto. Pode ser vista em vários tamanhos, conforme o seu estágio de crescimento. Geralmente, encontra-se na parte de baixo das folhas, nas pontas dos ramos novos, onde causa deformações. Impede o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e a produção de flores. Também ataca os frutos, prejudicando a produção.	Aplicação de acephate ou methamidophos, na dosagem de 30 ml por 20 litros de Água. Os intervalos de aplicação irão variar de acordo com o aparecimento da praga. Por isso, é necessário acompanhamento constante.
Antracnose	Causa queima nas folhas, deixando-as com uma coloração marrom-avermelhada. Também pode ser observada através do enrugamento das margens das folhas. Em casos mais severos, acontece o secamento total das folhas, principalmente as mais novas.	Recomenda-se utilizar mudas tolerantes (clonadas) e fazer uma seleção rigorosa dessas mudas no viveiro, antes do plantio definitivo no campo.
Superbrotamento	Ocorre em forma de repetidas brotações, juntas umas das outras, ao longo dos ramos, nas quais pode ser observada a formação de uma massa densa e irregular. Pode ocorrer em qualquer parte aérea da planta, ou seja, em brotos, ramos e caule. Quando ocorre nas flores, assemelha-se a um cacho grande.	Combate ao tripes, o inseto transmissor da doença. Também deve ser feita a poda de limpeza, em qualquer época do ano, eliminando e queimando as partes afetadas.
Podridão vermelha das raízes	Causa o amarelecimento generalizado das folhas e, em seguida, o secamento. Em estágio avançado, causa o secamento dos ramos, do caule e a morte da planta.	Arrancar e queimar as plantas doentes. Recomenda-se evitar o replantio no mesmo local.

Fonte: EMBRAPA, 1998, p.11, 12 e 13.

A floração do guaranazeiro ocorre nos meses mais secos do ano, com o amadurecimento dos frutos dois ou três meses depois. No Estado do Amazonas isso acontece nos meses de julho, agosto e setembro (EMBRAPA, 1998, p. 25). Período que de acordo Fisch, Marengo e Nobre (1998, p. 106), não tem grande atividade convectiva, considerado o período seco que ocorre entre os meses de maio e setembro.

O guaranazeiro apresenta uma frutificação desuniforme. Por esta razão, em uma mesma planta, procedem-se várias colheitas durante a fase produtiva, uma vez que a maturação dos frutos no cacho ocorre de maneira desuniforme (figura 20).

Figura 20: Frutificação do guaraná



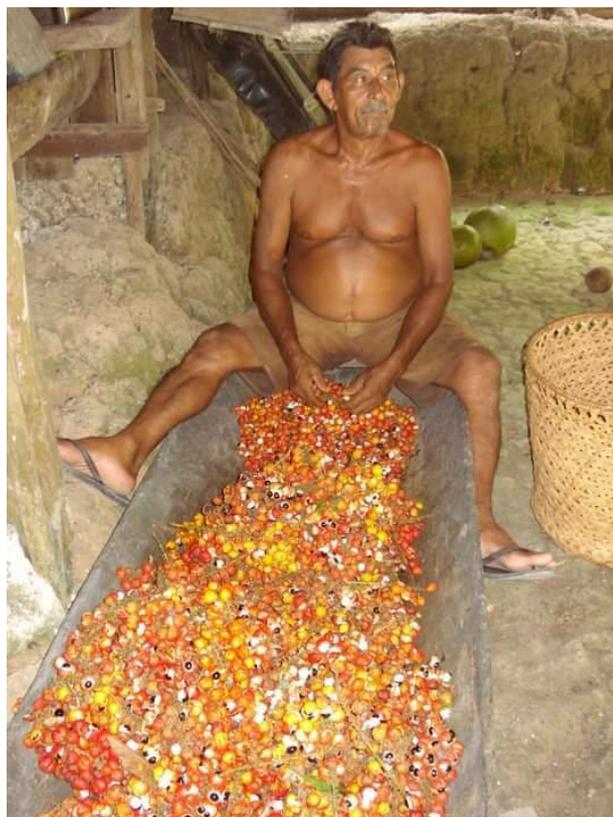
Fonte: SANTOS, F. S. Arquivo pessoal, abril de 2019

Na região, a colheita processa-se no período de outubro a dezembro, início do período chuvoso na região, podendo ser antecipada ou retardada, em função das variações de tempo (EMBRAPA, 1998, p. 14). Por esta razão, a colheita é feita várias vezes na mesma planta.

É feita manualmente, coletando-se os frutos já abertos, ou com o auxílio de tesoura de poda, cortando-se os cachos inteiros que apresentarem mais da metade dos frutos abertos. Normalmente, são feitas duas colheitas por semana. Contudo, o número de colheitas varia de acordo com a maturação dos frutos (EMBRAPA, 1998, p. 14).

Após a colheita é realizado o beneficiamento do guaraná, os frutos são colocados para fermentar, amontoados ou em sacos, por um período de 3 dias. Em seguida, faz-se o despulpamento (figura 21) e a lavagem das sementes. Esta etapa pode ser feita manual ou mecanicamente.

Figura 21: Despulpamento do guaraná



Fonte: SANTOS, F. S. Arquivo pessoal, abril de 2019

As sementes lavadas podem ser secadas ou torradas. As atividades desenvolvidas de acordo com as técnicas foram especificadas no quadro 7 abaixo.

Quadro 7: As técnicas de secagem

Técnica	Atividades realizadas
Torragem	As sementes são torradas em fornos metálicos ou de barro, colocando-se uma camada de sementes e água no mesmo nível. A torragem deve ser em fogo brando - por 3 a 4 horas em forno metálico e 4 a 5 horas em forno de barro. As sementes devem ser mexidas constantemente com o auxílio de um rodo de madeira. Não tem problema se for adicionado água. As sementes estarão torradas quando atingirem o 'ponto de estalo', com umidade em torno de 5%. Atenção: Para uma torragem homogênea, deve-se selecionar as sementes por tamanho, usando peneiras feitas com malhas de diferentes diâmetros, colocadas umas sobre as outras.
Secagem ao sol	Podem ser utilizados barcaças ou secadores solares (a Embrapa tem um modelo). Durante o período de secagem a temperatura alcança, em média, 70°C, permitindo a diminuição da umidade final das sementes para 12 a 13%. O produto oriundo desse método é utilizado apenas para consumo <i>in natura</i> .

Fonte: EMBRAPA, 1998, p. 15.

Segundo a Embrapa (1998) após a torragem ou secagem, as sementes podem ser classificadas por tamanho e armazenadas, quando frias, em sacos de aniagem (estopa), com capacidade para 50 kg. Recomenda-se que fiquem armazenadas não mais que um ano após a colheita.

A comercialização do guaraná segundo a Embrapa (1998) costuma ser feita em rama, por intermédio de cooperativas ou diretamente para compradores de empresas de fabricação de refrigerantes, xarope, pó e bastão ou de empresas de exportação (amêndoa, xarope e extrato).

A produtividade depende bastante dos tratos culturais aplicados no decorrer dos três primeiros anos, assim como os elementos meteorológicos, como no caso da precipitação que podem influenciar nas fases fenológicas da cultura do guaraná (floração e maturação) e a propagação de algumas pragas, fatores que concorrem para a queda da produtividade do guaranazeiro.

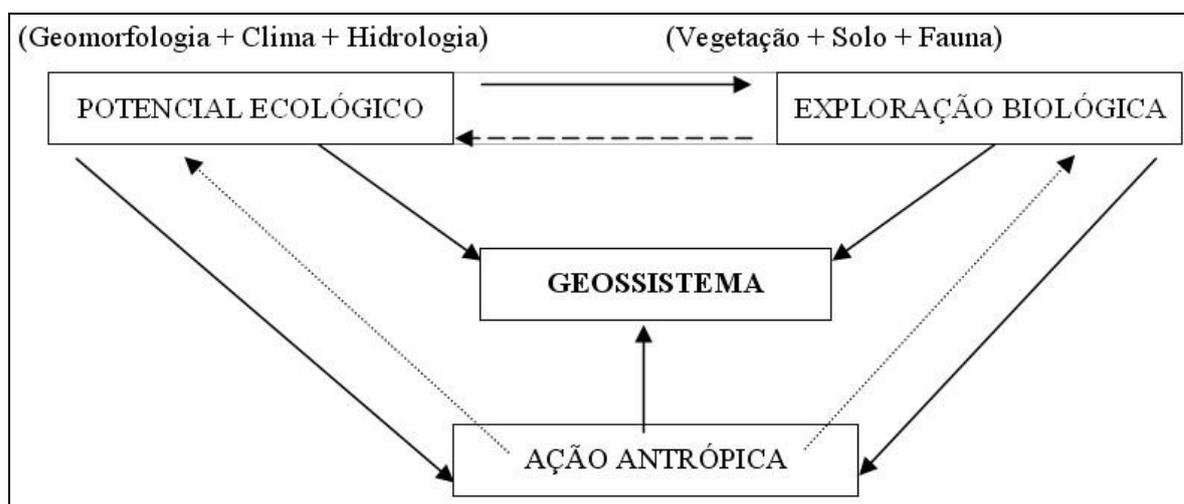
No final do período chuvoso (maio-junho), apesar de pouco abundantes, estes insetos impedem o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e, em consequência, a produção de flores. No início do período seco (julho-agosto) multiplicam-se rapidamente e permanecem na cultura durante a floração e frutificação. (GARCIA; NASCIMENTO FILHO, 1999, p. 19).

O déficit de chuva, pode também trazer alguns problemas como a proliferação de pragas, em especial o tripes ou Lacerdinha (*Liothrips adisi*), pequenos insetos que impedem o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e, em consequência, a produção de flores (TAVARES, 2009; GARCIA, 1998).

## CAPÍTULO 2: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A teoria metodológica da pesquisa foi baseada na teoria geossistêmica de Bertrand (2004), que considera a paisagem com resultado das relações entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica. Como objetivo da pesquisa foi avaliar a relação entre precipitação e produtividade do guaraná buscou-se compreender a relação da cultura do guaraná como paisagem natural (biológica) ou artificial (antropizada) e sua relação com o clima, em particular a precipitação (ecológico), assim como as ações antrópica da comercialização da produção do guaraná no município de Maués, segundo o esquema de Bertrand (figura 22).

Figura 22: Esquema teórico da abordagem geossistêmica



Fonte: Bertrand [1968], 2004

A teoria geossistêmica teve como base inicial na Teoria Geral dos Sistemas (TGS), articulada por Ludwig von Bertalanffy. Segundo Bertalanffy (1973) apud Sant'Anna Neto (1998) ressalta a penetração da Teoria Geral dos Sistemas nas ciências naturais foi fundamental para o entendimento do papel dos atributos do clima nos processos e estruturas espaço-temporais, tanto dos ambientais naturais quanto antrópicos.

Desta forma, pode-se afirmar que o método geossistêmico acalhou bastante às análises ambientais em Geografia, pois [...], possibilita um prático estudo do espaço geográfico com a incorporação da ação social na interação natural com o potencial ecológico e a exploração biológica (NASCIMENTO e SAMPAIO, 2004/2005, p.168).

Segundo NASCIMENTO e SAMPAIO (2004/2005, p. 170) o geossistema, ou sistemas ambientais físicos, é um sistema natural, não necessariamente homogêneo, aberto, ligado a um território que se caracteriza por possuir certa morfologia (estruturas espaciais, verticais e horizontais), por um funcionamento (energia solar, gravitacional, ciclos biogeoquímicos, processos morfogenéticos e pedogenéticos) e comportamento específico (mudanças em sequência temporal).

O geossistema corresponde aos dados ecológicos relativamente estáveis. Resulta do potencial ecológico, mormente: clima – temperatura e precipitação; fatores geomorfológicos – natureza das rochas, dos mantos superficiais, declive, dinâmica das vertentes e fatores hidrológicos (lençóis subterrâneos, nascentes, pH das águas, tempo de ressecamento do solo [...]) (NASCIMENTO e SAMPAIO 2004/2005, p. 171).

Como descrito no esquema teórico de abordagem geossistema de Bertrand, devem ser consideradas três questões estruturais iniciais no geossistema: a morfologia que é expressão física do arranjo dos elementos e da consequente estrutura espacial; a dinâmica que é o fluxo de energia e matéria que passa pelo sistema variando no tempo e no espaço; a exploração biológica representado pela flora, fauna e o próprio homem.

A abordagem geossistema possibilitou a compreensão das questões estruturais correlatas na pesquisa da produção do guaraná e a relação com a precipitação pluviométrica. Dentro da morfologia ficou bem evidente, visto que, o guaraná é um produto originário da região Amazônica, sendo o município de Maués o maior produtor de guaraná no Estado do Amazonas. Enquanto a dinâmica ressaltasse o fluxo de energia e matéria caracterizado no solo e clima, que são favoráveis para a produção do guaraná. A precipitação é o sistema que varia no tempo e no espaço, isto, por meio da influência dos sistemas precipitantes na distribuição e espacialização da precipitação sobre a região, que apresentam sistemas meteorológicos de mesoescala e grande escala, como a Zona de Convergência Intertropical que consiste em uma banda de nebulosidade que atua na região de baixa pressão, próximo da linha do equador e a Zona de Convergência do Atlântico Sul uma faixa de nebulosidade que se forma no sentido noroeste a sudeste do Brasil. A exploração biológica se caracteriza no próprio manejo e tratamentos culturais realizados desde os precursores na exploração do guaraná, os índios Sateré-Mawé até os dias atuais com o processo tecnificado da exploração comercial do guaraná.

## **2 Dados utilizados**

A pesquisa foi baseada em dados secundários, como os dados de precipitação pluviométrica (observados e estimados) e dados de produção do guaraná (sementes).

### **2.1 Dados observados e estimados**

Os dados de precipitação pluviométrica utilizado na pesquisa foram de duas naturezas distintas:

- a) Dados observados de precipitação da Estação Meteorológica de Superfície Convencional (Embrapa) e Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Maués – AM.

Os dados observados de precipitação pluviométrica foram adquiridos junto ao INMET, pois é a administradora da Estação Meteorológica de Superfície Automática (EMSA), e a Embrapa que era a administradora da antiga Estação Convencional de Superfície do município de Maués. Os dados observados da precipitação (mm) são diários, registrados a cada hora (UTC) correspondente a coleta automática da estação, no total faz 24 registros ao longo dia. Os dados estavam no “formato xls”, extensão do Excel.

Os dados da estação convencional da Embrapa foram disponibilizados no período de 1985 a 2008 (mês de abril), após a essa a estação foi desativada, entrando em operação a Estação Meteorológica de Superfície Automática - EMSA, os dados da estação automática do INMET foram disponibilizados de abril de 2008 a 31 de dezembro de 2014, formando uma série histórica (30 anos). Os dados foram disponibilizados mediante a solicitação do MEMO. PPGEOG / Nº 047/2017 (Anexo 1). Este período segundo a Organização Mundial de Meteorologia (OMM) pode ser considerado normal climatológica.

A série histórica dos dados observados de precipitação foi comparada com a série dos dados estimados de precipitação no mesmo período para avaliar os dados estimados (PERSIANN-CDR) de precipitação em relação ao observado (estações), identificando em quais anos os dados estimados de precipitação superestimam ou subestimam, tendo como parâmetro os dados da série histórica observados.

A “EMSA de Maués, está localizada na latitude 3° 23’ 56” Sul e longitude 57° 40’ 25” Oeste e altitude 25 metros. A Estação Meteorológica de Superfície Automática (figura 23) é o que tem de mais moderno, no sentido da implantação tecnológica na medição das variáveis atmosféricas na Amazônia.

As estações automáticas adquiridas são importadas (daí a preocupação com peças de reposição), de fabricação finlandesa, marca Vaisala, modelo MAWS 301, usadas como padrão para a rede de estações automáticas de superfície (INMET, 2011, p. 1).

Figura 23: Estação meteorológica de superfície automática de Maués - AM



Fonte: INMET, 2011.

Esta estação distinguindo-se em vários aspectos em relação às primeiras estações meteorológicas instaladas na região Amazônica, que eram estações convencionais. A estação automática é composta por diversos sistemas integrados que fazem ao todo a medição e distribuição dos dados.

Sistema de informação meteorológica automática de superfície do INMET, compreendendo: subsistema de coleta de dados, através de sensores que medem as variáveis ambientais; subsistema de controle e armazenamento local em data-logger; subsistema de energia; subsistema de comunicações; subsistema de banco de dados; e subsistema de disseminação de dados aos usuários, de forma aberta e gratuita pela internet. (INMET, 2011, p. 1)

A Estação Meteorológica de Superfície Automática é o que tem de mais moderno, no sentido da implantação tecnológica (figura 24), na medição das variáveis atmosféricas na Amazônia.

Figura 24: Sistema de informação meteorológica



Fonte: INMET, 2011.

Segundo o INMET (2011), os dados são coletados diariamente, “de minuto a minuto, as informações meteorológicas (temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade dos ventos, radiação solar) representativas da área em que está localizada”. A Estação Meteorológica de Superfície Automática (EMSA) do município de Maués foi instalada em 20 de abril de 2008.

Os dados observados de precipitação da estação convencional (Embrapa) e automática (INMET) foram tabulados no software *Excel*, onde também foram gerados os gráficos (barras e linhas) para as análises comparativas e a correlação linear de Pearson dos dados observados (estações) e estimados (PERSIANN-CDR) para a validação dos dados.

b) Dados estimados de precipitação pluviométrica do PERSIANN-CDR;

Para estabelecer a relação entre precipitação pluviométrica e produção e produtividade do guaraná foram utilizados os dados diários, mensais e anuais de precipitação do PERSIANN-CDR, no período de 1985 a 2014, disponibilizados no Centro Nacional de Informação Ambiental (*National Centers for Environmental Information - NCEI*) da Administração oceânica e atmosférica nacional Americana

(*National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA*). O ano de 1992 foi retirado da série, pois não existem valores para o mês de fevereiro do mesmo, o que compromete o cálculo das datas do período chuvoso para o ano (DUBREUIL, 2017, p. 1440).

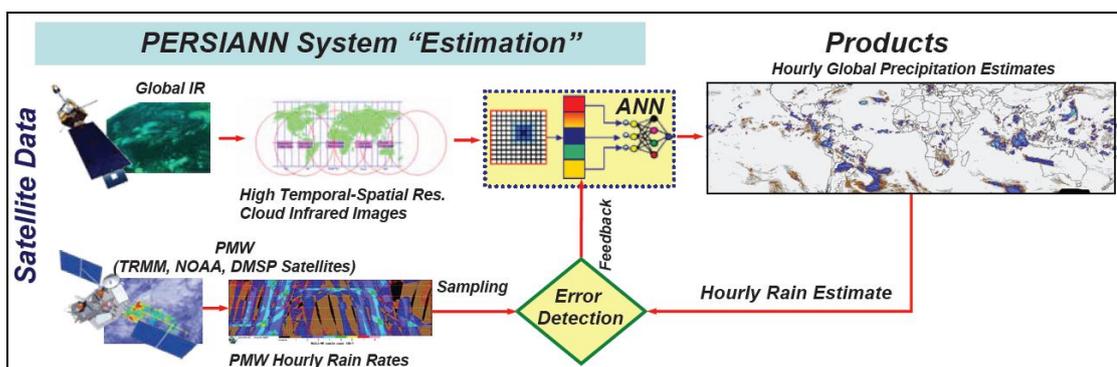
Dubreuil (2017) faz uma caracterização do produto PERSIANN-CDR, do inglês "*Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks – Climate Data Record*", que consiste em estimativas de precipitação diárias a partir de funções de classificação e aproximação baseadas em redes neurais artificiais.

Mas a recente disponibilização dos dados do PERSIANN-CDR, consistindo em estimativas de chuvas ao passo de tempo quotidiano, de 1983 até o presente, oferece uma oportunidade interessante para estudar os padrões de precipitação e avaliar a suas tendências baseada em mais de 3 décadas de dados. (DUBREUIL, 2017, p. 1440)

A rede neural artificial usa procedimentos de aproximação e classificação de função para computar estimativa da taxa de precipitação com resolução espacial de  $0.25^\circ$  em latitude X  $0.25^\circ$  em longitude; ou seja, utilizando a relação de  $1^\circ$  correspondendo a 111 km, a resolução espacial é de 27,75 km X 27,75 km, de temperatura de brilho infravermelho (IR) fornecida por satélites geoestacionários gerando estimativas de precipitação em escala quase global (DUBREUIL, 2017).

O fluxograma operacional do PERSIANN-CDR (figura 25) descreve como os dados estimados são adquiridos, deste a captura das imagens dos canais infravermelho e visível dos satélites geoestacionários até a geração dos dados estimativas de precipitação em escala quase global (DUBREUIL, 2017).

Figura 25: Fluxograma operacional do sistema PERSIANN-CDR



Fonte: CDR Program Document Number, 2014

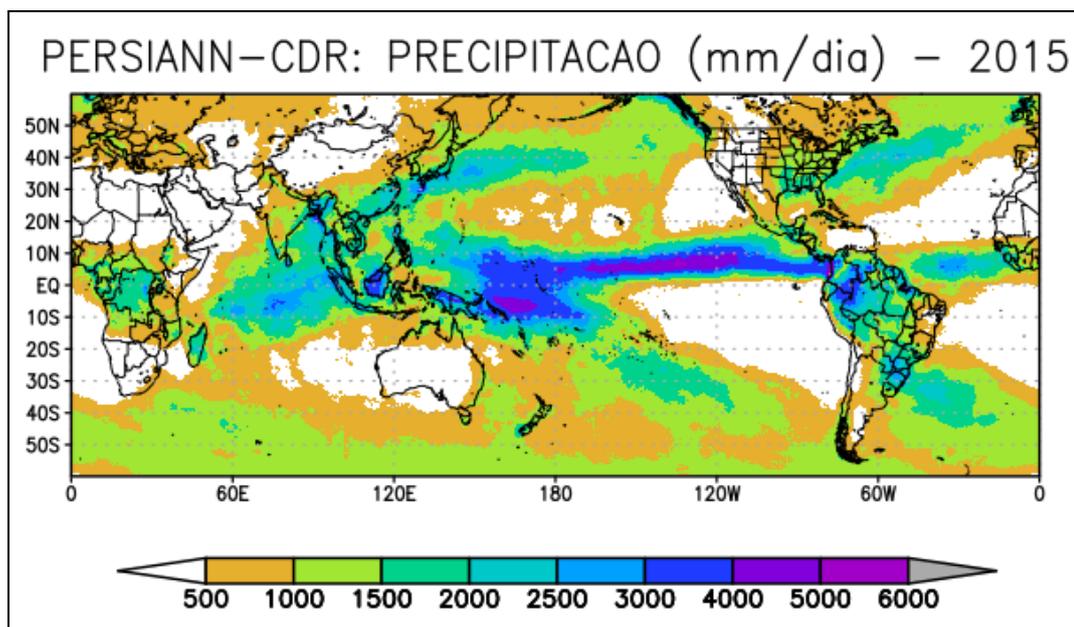
O produto é desenvolvido usando dados IR Gridded Satellite (GridSat-B1) que são derivados da fusão dos dados IR do ISCCP B1, juntamente com o GPCP versão 2.2. A coleta de dados do Projeto Internacional de Climatologia por Nuvens Satélite (ISCCP) começou em julho de 1983. Deste então, dados de muitos satélites foram incorporados ao registro de dados do ISCCP B1.

O Projeto de Climatologia de Precipitação Global (GPCP) foi estabelecido pelo Programa Mundial de Pesquisa Climática (WCRP) e posteriormente anexado ao programa Global de Energia e Intercâmbio de Água (GEWEX) para abordar o problema de quantificar a distribuição de precipitação em todo o globo por muitos anos. O GPCP promoveu o desenvolvimento de um procedimento de análise para combinar as várias estimativas para produzir os necessários campos de precipitação global em grade. O procedimento atualmente operacional é descrito em Adler et al. (2003) e Huffman et al. (2009), e foi usado para produzir o conjunto de dados de precipitação combinada do GPCP Versão 2.2, cobrindo o período de janeiro de 1979 até o presente (com algum atraso). O produto primário no conjunto de dados da Versão 2.2 é um conjunto de dados somente de observação combinada, ou seja, uma análise de grade com base em medições de medidor e estimativas de precipitação por satélite.

A rede facilita a atualização dos parâmetros sempre que estimativas independentes de precipitação estiverem disponíveis. CDR é definido como "uma série temporal de medidas de comprimento, consistência e continuidade suficientes para determinar a variabilidade e mudança do clima" (NRC, 2004).

Os dados do PERSIANN-CDR são no formato NetCDF de extensão ".nc" disponível no site (<https://www.ncdc.noaa.gov/cdr/atmospheric/precipitation-persiann-cdr>) da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), no menu *Data Access – Download*. Os dados estimados de precipitação do PERSIANN-CDR são diários e estão disponíveis deste 1983 até o presente, atualizado trimestralmente. A cobertura espacial dos dados do PERSIANN-CDR (figura 26) abrange uma área de 60° Norte a 60° Sul (latitude) e 0° a 360° Leste – Oeste (longitude), correspondendo toda a área da zona climática tropical da terra, região de maior incidência solar durante todo o ano.

Figura 26: Cobertura espacial de PERSIANN-CDR



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR, ano 2015. Elaborado por: SANTOS, F. S.

## 2.2 Dados da produção do guaraná

Os dados da produção e produtividade do guaraná (semente) utilizado foram:

a) baseados no relatório da Produção Agrícola Municipal – PAM;

Os dados da produção e produtividade do guaraná (semente) utilizado foram adquiridos do relatório da Produção Agrícola Municipal (PAM), disponível no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) no *site* do IBGE. A tabela 5 apresenta a produção e produtividade da PAM de acordo com a metodologia do IBGE que tiveram como parâmetros: área destinada à colhida (hectares), área colhida (hectares), quantidade produzida (toneladas), rendimento médio da produção (quilogramas por hectares – kg/ha) e o valor da produção anual do período de 1985 a 2014.

O relatório da Produção Agrícola Municipal (PAM) é realizado anualmente pelos os agentes de coleta do IBGE. A metodologia aplicada pelo IBGE para a coleta das informações da PAM é feita por meio da aplicação de um questionário em cada município. Segundo o IBGE (2016), as estimativas obtidas pelos agentes resultam de contatos que os mesmos mantêm com técnicos do setor agrícola, com produtores e, ainda, do próprio conhecimento que o agente possui sobre as atividades agrícolas dos municípios ou região onde atua.

Tabela 5: Produção e Produtividade do guaraná

Produção Agrícola do município de Maués: Guaraná (semente)					
Ano	Área destinada à colheita (Hectares)	Área colhida (Hectares)	Quantidade produzida (Toneladas)	Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare)	Valor da produção (Mil Reais)
1985	4839	4839	518	107	18.130,00
1986	4854	4854	528	109	15.840,00
1987	5000	5000	372	74	15.810,00
1988	5104	5104	520	102	468.000,00
1989	5104	4690	238	51	10.710,00
1990	5104	4500	234	52	105.300,00
1991	500	500	60	120	21.000,00
1992	265	265	33	124	198.000,00
1993	2265	1800	90	50	7.200,00
1994	2265	1800	90	50	540,00
1995	1780	1780	89	50	71,00
1996	2427	2420	231	95	1.044,00
1997	2427	2420	231	95	1.044,00
1998	2427	2420	242	100	1.094,00
1999	4100	4098	1639	399	7.408,00
2000	1233	1231	308	250	1.392,00
2001	2370	2370	240	101	1.440,00
2002	2700	2400	360	150	2.700,00
2003	2700	2500	378	151	2.835,00
2004	2700	2700	405	150	2.835,00
2005	4500	2500	625	250	4.688,00
2006	4500	3000	625	208	4.688,00
2007	3000	3000	624	208	4.680,00
2008	4700	4700	300	63	2.400,00
2009	4640	4640	911	196	7.288,00
2010	4700	1485	371	249	2.968,00
2011	4700	1485	371	250	3.710,00
2012	4700	2400	384	160	5.760,00
2013	4700	2400	300	125	5.400,00
2014	2610	2610	370	142	8.140,00

Fonte: Produção Agrícola Municipal 2016, IBGE. Organizado por SANTOS, F. S., 2019.

O relatório da Produção Agrícola Municipal (PAM) é realizado anualmente desde 1938 pelos os agentes de coleta do IBGE.

A Produção Agrícola Municipal - PAM teve início no Ministério da Agricultura em 1938. Suas informações eram levantadas pela Rede de Coleta do IBGE, cabendo ao Ministério à elaboração dos questionários, a apuração, a crítica e a divulgação dos resultados. Com a publicação do Decreto n. 73.482, de 17.01.1974, o Instituto tornou-se responsável por todas as fases da pesquisa a partir daquela data, bem como pelos demais inquéritos estatísticos relacionados ao setor agropecuário (IBGE, 2016).

Para determinadas culturas consultam-se, ainda, entidades específicas de controle e incentivo, que detêm as melhores informações sobre os produtos de seu interesse.

Os dados do relatório da Produção Agrícola Municipal utilizado na pesquisa foram do período de 1985 a 2014 (30 anos) de acordo com os dados observados e estimados de precipitação.

b) e dos dados de produtividades anuais dos experimentos do campo experimental da Embrapa em Maués – AM.

Para a comparação da produtividade do guaraná (IBGE) foram utilizados os dados dos experimentos do campo experimental da Embrapa no município de Maués – AM.

A tabela 6 apresenta a produtividade do campo experimental foi fundamentada no resultado da coleta das sementes secas do guaraná por quilogramas por hectares (kg/ha) dos experimentos ao longo da série histórica de 1985 a 2014. Os dados são dos cultivares BRS-Amazonas, BRS-Maués, BRS Cereçaporanga, BRS Mundurucânia, BRS Luzéia, BRS Andirá e outros.

Tabela 6: Produtividades anuais dos experimentos do campo experimental da Embrapa em Maués – AM

Cultura: Guaranazeiro												
Anos	Experimentos								Frutos frescos	Sementes secas		
	84-12	84-13	84-14	85-05	87-01	87-02	96-1,2	2007-3	kg/planta	Anos	kg/planta	kg/há
1985	0,4								0,40	1985	0,07	26,67
1986	2,0		1,3						1,77	1986	0,29	117,78
1987									-	1987	-	0,00
1988	4,2	6,2	4,3						4,90	1988	0,82	326,67
1989		4,6	4,6	1,8	1,9	1,1			2,80	1989	0,47	186,67
1990			2,9		3,3	3,2			3,13	1990	0,52	208,89
1991	4,9	6,4	4,2	0,8	4,5	3,5			4,05	1991	0,68	270,00
1992	2,8	4,5	4,4	3,1	3,7	2,8			3,55	1992	0,59	236,67
1993		5,8	5,7	1,9	2,4	2,8			3,60	1993	0,60	240,00
1994				0,6	2,6				1,60	1994	0,27	106,67
1995									-	1995	-	0,00
1996									-	1996	-	0,00
1997									-	1997	-	0,00
1998							1,5		1,50	1998	0,25	100,00
1999							3,5		3,50	1999	0,58	233,33
2000							3,6		3,60	2000	0,60	240,00
2001							4,6		4,60	2001	0,77	306,67
2002							7,8		7,80	2002	1,30	520,00
2003							5,5		5,50	2003	0,92	366,67
2004							4,5		4,50	2004	0,75	300,00
2005							7,1		7,10	2005	1,18	473,33
2006							0,8		0,80	2006	0,13	53,33
2007							4,6		4,60	2007	0,77	306,67
2008							5,8		5,80	2008	0,97	386,67
2009							3,9		3,90	2009	0,65	260,00
2010							6,2		6,20	2010	1,03	413,33
2011							3,5	3,7	3,60	2011	0,60	240,00
2012								4,8	4,80	2012	0,80	320,00
2013								3,9	3,90	2013	0,65	260,00
2014								6,6	6,60	2014	1,10	440,00

Fonte: Embrapa. Organizado por SANTOS, F. S., 2019

## 2.3 Os procedimentos técnicos

Os procedimentos técnicos realizados com os dados observados (estações) e estimados (PERSIANN-CDR) de precipitação, bem como os dados de produção (IBGE e Embrapa) foram detalhados a seguir:

### 2.3.1 Dados estimados de precipitação:

Os dados estimados de precipitação do PERSIANN-CDR são dados brutos fornecidos pela NOAA, do qual, foram necessários alguns procedimentos técnicos, como a junção dos dados e os cálculos (média e anomalia), isso tudo para a confecção dos mapas das assinaturas da precipitação para análise final.

#### 2.3.1.1 Fórmulas da normal climatológica e anomalia

Para os cálculos foram necessárias algumas etapas: A primeira foi a utilização do *Climate Data Operators (CDO)*, que “representa um conjunto de comandos estatísticos e aritméticos úteis para processar dados meteorológicos no formato GRIB e NetCDF” (SANTOS, 2016, p. 1). Com o CDO foi realizado a junção dos dados estimados de acordo com o período da série histórica, ou seja, os dados do PERSIANN-CDR são diários formados por vários arquivos NetCDF, que foram agrupados (unidos) de acordo com a escala temporal (mensal e anual) e compondo a série histórica no período de 1985 a 2014. A segunda etapa foram os cálculos dos parâmetros estatísticos a Média e o Desvio Padrão conforme as equações 1 e 2, de posse dos resultados das Média e o Desvio Padrão foram calculadas as Anomalias Absoluta e Normalizada conforme a equação 3 e 4, respectivamente.

$$1 - \text{Média: } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$2 - \text{Desvio padrão: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$3 - \text{Anomalia Absoluta: } AN = x_i - \bar{x}$$

$$4 - \text{Anomalia Normalizada: } AN = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

Onde:

$\bar{x}$  = média mensal ou trimestre

$x_i$  = acumulado da precipitação do mês  $i$ .

$\sigma$  = desvio padrão

$n$  = quantidade de meses.

Esses cálculos foram utilizados para criar séries temporais para cada ponto de grade da precipitação na escala temporal (mensal e anual), cujo os resultados; normais climatológicas, anomalias absolutas e normalizadas foram espacializados para toda a América do Sul.

Com os cálculos da anomalia normalizada de precipitação foi elaborado uma classificação que foi baseada na metodologia desenvolvida no boletim climáticos da Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais (CPRM, 2019), que tem como base o intervalo do desvio padrão em relação à média, ou seja, quanto em um determinado ano a observação se distância para mais ou para menos do habitual (normal).

A legenda da anomalia (figura 27) apresenta as classificações nas fases positivas e negativas de acordo com o intervalo do desvio em relação a normal climatológica. Está classificação da anomalia demonstra o quanto em uma determinada região, a precipitação observada se desviou para mais ou para menos da precipitação habitual. Os resultados da classificação estão de acordo com os parâmetros: Tendência a chuvoso (0.5 a 1), Chuvoso (1 a 1.5), Tendência a muito chuvoso (1.5 a 2), Muito chuvoso (2 a 2.5), Tendência a extremamente chuvoso (2.5 a 3) e Extremamente chuvoso (< 3) na fase positiva da anomalia. Tendência a seco (-0.5 a -1), Seco (-1 a -1.5), Tendência a muito seco (-1.5 a -2), Muito seco (-2 a -2.5), Tendência a extremamente seco (-2.5 a 3) e Extremamente seco (< -3) na fase negativa da anomalia. Com a classificação da anomalia normalizada da precipitação foi identificado os anos mais ou menos chuvosos e habituais (normais) do período da série histórica de acordo com a legenda caracterizando as anomalias positivas e negativas sobre a região.

Figura 27: Legenda da anomalia normalizada



Elaborado por: SANTOS, F. S. 2019.

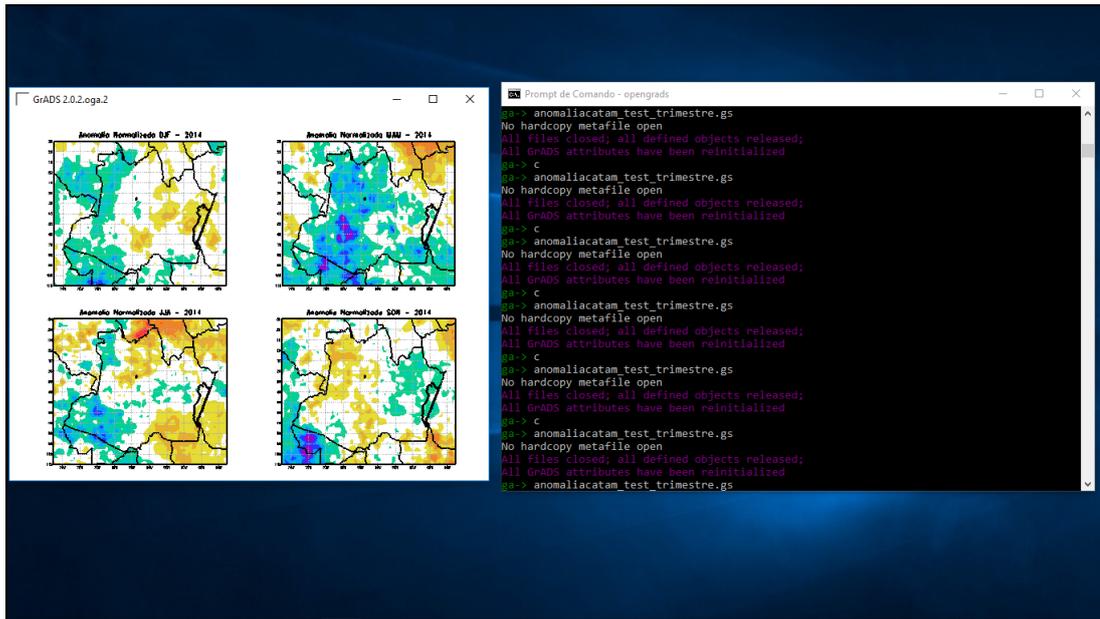
### 2.3.1.2 Softwares de manipulação dos dados

A análise dos dados estimados foi realizada com a utilização do *software Grid Analysis and Display System (GrADS)*, que é uma ferramenta de área de trabalho interativa que é usada para facilitar o acesso, a manipulação e a visualização de dados ambientais (figura 28).

O GrADS é usualmente utilizado na plataforma (sistema operacional) *Linux*, sendo distribuído gratuitamente pela Internet. Segundo o Centro de Estudos Oceânico-Terra-Atmosfera (2018) o GrADS possui dois modelos de dados para manipulação de dados em grade e estação. O GrADS suporta muitos formatos de arquivo de dados, incluindo binário (stream ou sequencial), GRIB (versão 1 e 2), NetCDF, HDF (versão 4 e 5) e BUFR (para dados de estação). (COLA, 2018, p. 1)

Para otimizar o uso do GrADS e gerir a manipulação e visualização dos mapas foi utilizado o editor de texto Kate (KDE Advanced Text Editor), que permite programar, compilar e executar vários programas, inclusive no GrADS.

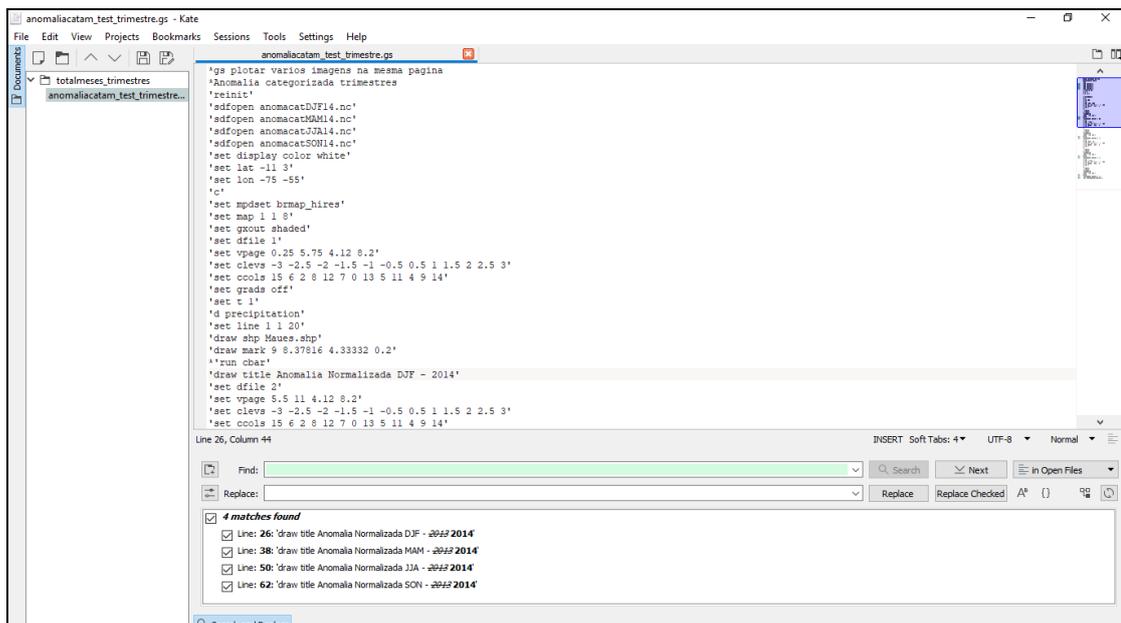
Figura 28: Interface do GRADS



Fonte: GRADS, elaborado por SANTOS, F. S., 2019

Com os cálculos da média, desvio padrão e anomalias foram construídos no Kate (figura 29) um conjunto de instruções para cada função, denominado de script. O conjunto de instruções (script) foi salvo no editor, gerando um arquivo com a “extensão gs” para ser executado no GrADS, dessa forma evitar a repetição dos procedimentos no próprio GrADS.

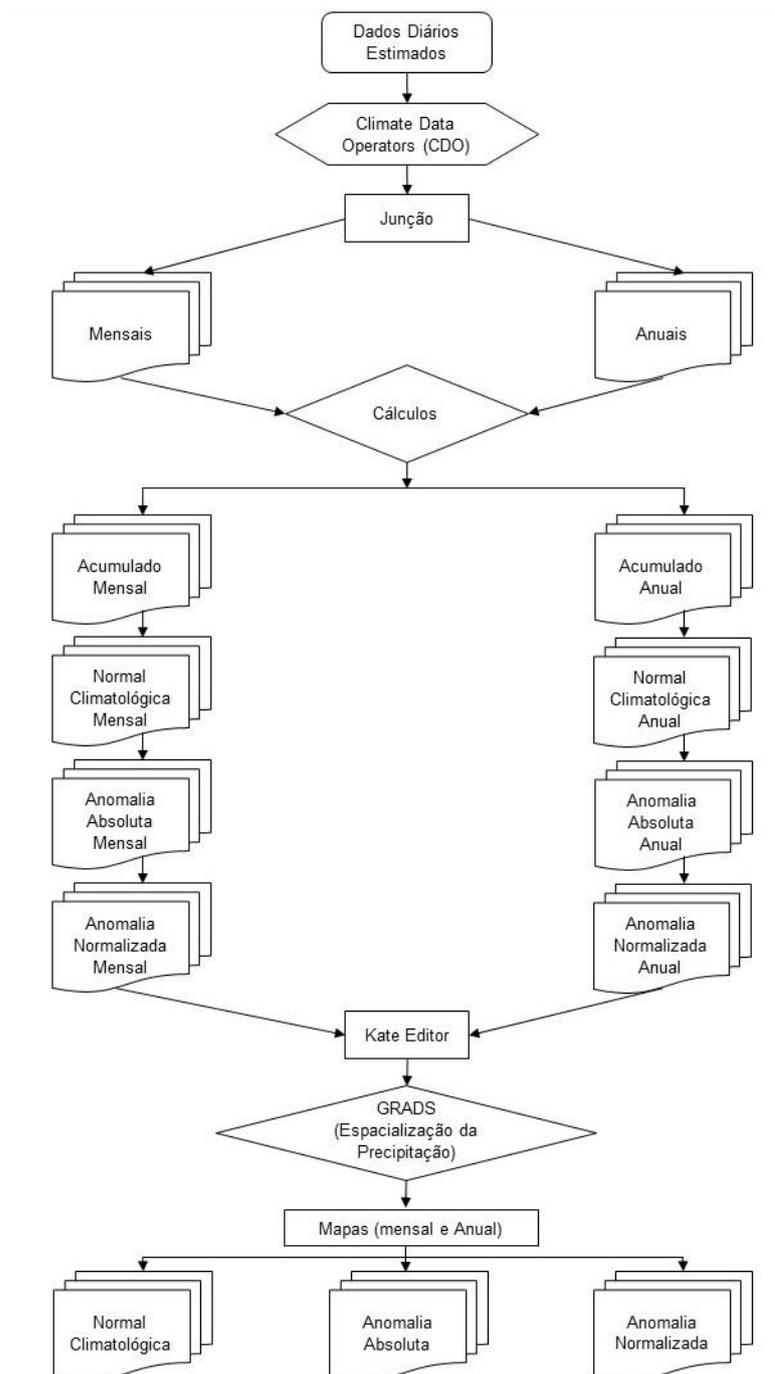
Figura 29: Interface do Kate



Fonte: KDE Advanced Text Editor, elaborado por SANTOS, F. S., 2019

Para melhor entendimento da metodologia utilizada no tratamento dos dados estimados de precipitação do PERSIANN-CDR, o fluxograma (figura 30) resalta as etapas desenvolvidas da aquisição dos dados até a geração dos mapas de precipitação na região.

Figura 30: Fluxograma da metodologia aplicada aos dados estimados de precipitação



### 2.3.2 Dados observados de precipitação

Para os dados observados de precipitação os procedimentos técnicos foi basicamente a utilização do *software Excel* para realizar a tabulação dos dados estimados e observados, os cálculos das médias mensais e acumulado anuais.

Para validar e testar a confiabilidade dos dados estimados com os dados observados de precipitação, foi a utilizada medida de correlação entre os dados do *Excel*, apresentando o coeficiente de correlação linear de Pearson, também denominando de “coeficiente de correlação produto-momento” mede o grau da correlação entre duas variáveis (PACHECO et al. 2012, p. 565), a fim de obter-se o grau de intensidade que mantém unidos os dois conjuntos de dados (observados e estimados).

Este coeficiente de correlação, normalmente representado pela letra "r" pode assumir apenas valores entre -1 e 1.

r= 1 significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta a outra também aumenta (PACHECO et al. 2012, p. 565).

r= -1 Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, visto que, se uma aumenta a outra sempre diminui.

O coeficiente de correlação de Pearson é calculado segundo a seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

De acordo com o diagrama de dispersão será calculado o coeficiente de determinação - r<sup>2</sup>. O coeficiente de determinação é uma medida descritiva da proporção da variação de y que pode ser explicada por variações em x, segundo o modelo de regressão especificado. O coeficiente de determinação é calculado segundo a seguinte fórmula:

$$r^2 = \frac{(\sum x_1 \cdot y_2 - \sum x_1 \sum \frac{y_1}{n})^2}{(\sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{n})(\sum y_1^2 - \frac{(\sum y_1)^2}{n})}$$

Onde: x1, x2,..., xn e y1, y2,..., yn são os valores medidos de ambas as variáveis.

### 2.3.3 Dados da produção do guaraná

Os dados da produção e produtividade do guaraná do IBGE e dos experimentos do campo experimental da Embrapa foram organizados em tabelas e gráficos (barras e linhas), por meio do software *Excel* para as análises comparativas.

Foi determinado intervalo de classe de produtividade do guaraná dos dados da produção agrícola municipal do IBGE e dos experimentos do campo experimental da Embrapa, baseada em Cerqueira (1987) e Silveira (1987) apud Mariano (2005) através das seguintes etapas:

- i) identificou-se a maior e a menor produtividade da cultura no período analisado;
- ii) subtraiu-se da maior produtividade a menor produtividade da cultura;
- iii) dividiu-se o resultado dessa diferença, por cinco;
- iv) com o resultado da divisão anterior, vai-se subtraindo da maior produtividade até obter as cinco classes.

Com a definição das cinco classes foi determinado o intervalo das classes de produtividade do guaraná da Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE (quadro 8) e a identificação dos anos de maior e menor produtividade.

Quadro 8: Classes de produtividade do guaraná da PAM (IBGE) e Cultivares (Embrapa)

Classes	Produtividade (kg/ha)	
	PAM - IBGE	Cultivares - Embrapa
1	acima de 329	acima de 403
2	entre 328 a 259	entre 402 a 309
3	entre 258 a 189	entre 308 a 215
4	entre 188 a 119	entre 214 a 121
5	entre 118 a 49	entre 120 a 21

Fonte: IBGE. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Com as classes de produtividade do guaraná foram identificados os anos de maior e menor produtividade dos experimentos no período da série de estudo, podendo comparar esses anos com a precipitação, e se essa influenciou no resultado da produtividade dos respectivos anos.

## CAPÍTULO 3: RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3 Dados observados versus dados estimados

A região Amazônica tem uma precipitação média de aproximadamente 2.300 mm/ano (Fisch, Marengo e Nobre, 1998, p. 104). Na tabela 7, apenas os acumulados de 2013 e 2014 estão abaixo deste valor. Os registros de precipitação da estação automática do município de Maués em um recorte temporal de 2009 a 2014 da série histórica mostram a variabilidade sazonal dado pela média mensal e acumulado anual sobre o município localizado no sudeste do estado do Amazonas.

Tabela 7: Tabela dos dados observados da EMSA

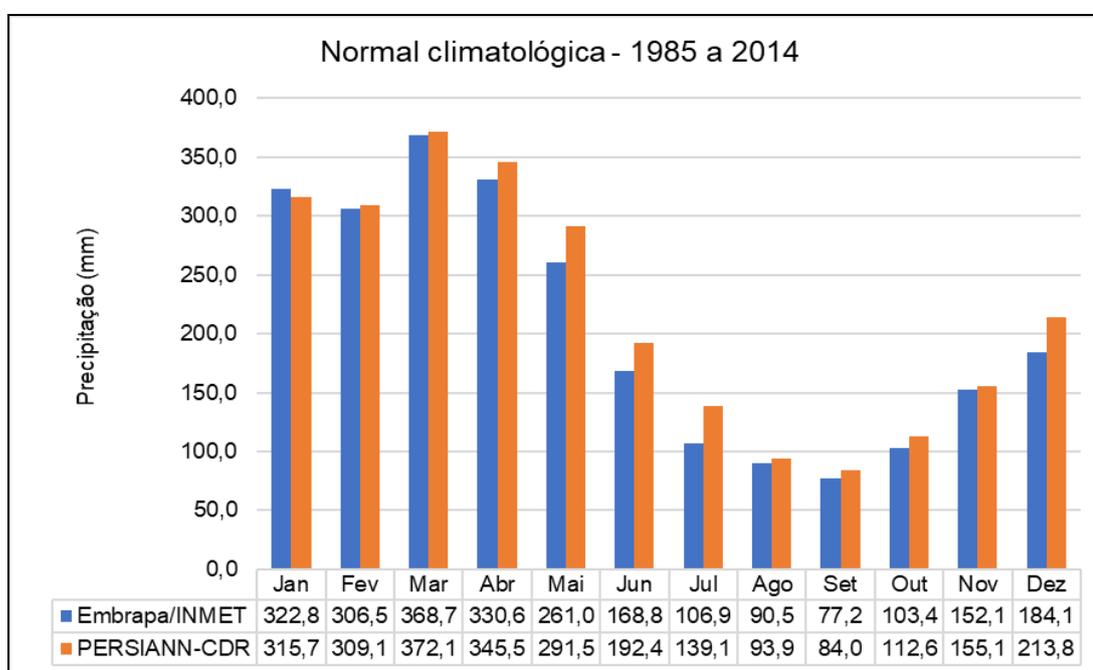
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DE MAUÉS/AM							
Mês	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média mensal
JANEIRO	276,2	315,6	406,6	371,6	300,6	124,4	299,2
FEVEREIRO	421,8	181,2	335,2	453,0	301,6	193,6	314,4
MARÇO	264,2	212,4	340,4	402,4	208,4	362,0	298,3
ABRIL	290,2	495,0	405,8	378	S/R	328,0	316,2
MAIO	369,4	241,0	293,4	210,6	126,0	267,8	251,4
JUNHO	273,0	166,6	90,8	123,2	124,4	114,0	148,7
JULHO	51,4	177,2	95,4	192,6	240,6	128,8	147,7
AGOSTO	103,8	43,0	145,8	73,2	113,2	130,6	101,6
SETEMBRO	77,2	6,4	47,0	84,8	154,4	59,4	71,5
OUTUBRO	126,0	75,8	87,8	86,6	88,0	60,6	87,5
NOVEMBRO	36,6	113,6	74,4	S/R	94,6	162,8	80,3
DEZEMBRO	244,2	271,2	190,4	193,4	169,4	63,2	188,6
<b>Total Anual</b>	2534,0	2299,0	2513,0	2569,4	1921,2	1995,2	<b>2305,3</b>

Fonte: INMET. Organizado por SANTOS, F. S., 2019.

Os registros mostram uma variabilidade temporal da distribuição da precipitação ao longo da série dos dados observados, representando três estações pluviométricas. Segundo os dados registrados destaca-se a estação chuvosa, que inicia em dezembro e se estende a maio, com precipitação superior, em média a 300 mm/mês. A estação de transição, que corresponde aos meses de junho a agosto, com precipitação, em média, abaixo de 150 mm/mês. A estação menos chuvosa que se estende de setembro a novembro, apresentando precipitação, em média, abaixo de 100 mm/mês.

Para a validação dos dados estimados em relação aos dados observados buscou-se compreender a variação dos mesmos e se os mesmos têm uma consonância no sentido da distribuição da precipitação de acordo com a normal climatológica. No gráfico comparativo da normal climatológica (média mensal) de precipitação da série dos dados observados e estimados de precipitação, no período de 1985 a 2014 é possível identificar a variabilidade sazonal da precipitação dentro das estações: chuvosa, transição e menos chuvosa bem configurada no gráfico da normal climatológica (figura 31).

Figura 31: Gráfico comparativo dos dados estimados e observados



Fonte: Dados do Embrapa/INMET; PERSIANN-CDR. Organizado por SANTOS, F. S., 2019.

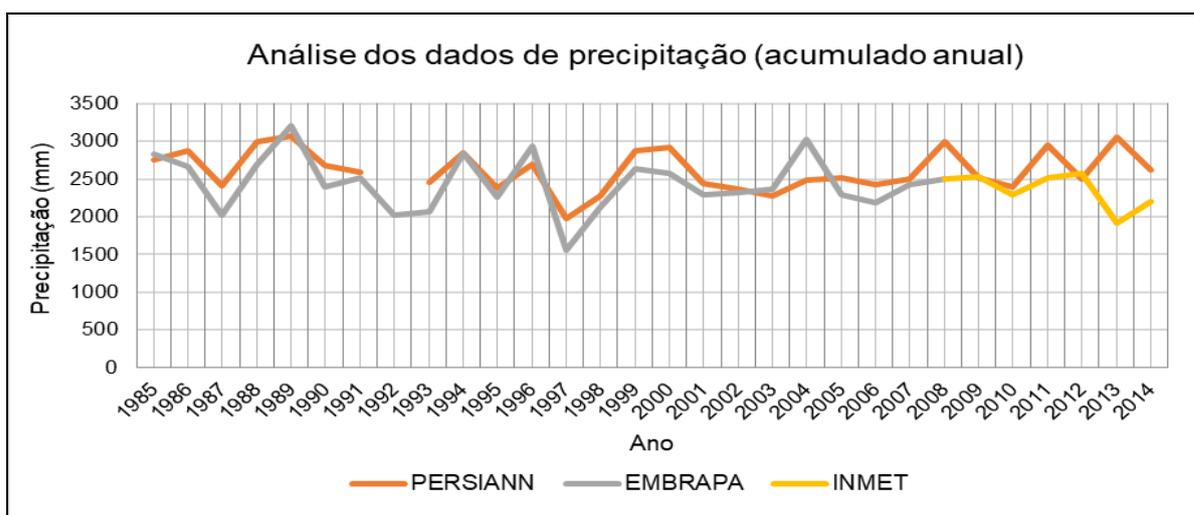
A análise comparativa da normal climatológica dos dados estimados e observados evidencia que a variação dos dados estimados seguiu a mesma linha dos dados observados, no sentido de manter a mesma configuração de variabilidade temporal da precipitação, com as estações: chuvosa, nos trimestres DJF (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e MAM (Março, Abril e Maio) e o período de transição no trimestre JJA (Junho, Julho e Agosto), e período de menos chuvoso no trimestre de SON (Setembro, Outubro e Novembro).

Porém os dados estimados de precipitação do PERSIANN-CDR demonstram forte tendência em superestimar a intensidade de precipitação na estação chuvosa e subestimar na estação de transição.

### 3.1 Validação dos dados estimados

O gráfico apresentado na figura 32 mostra a comparação dos dados observados (estações convencional e automática) e os dados estimados (PERSIANN-CDR), onde ficou evidente a similaridade dos dados observados com os dados estimados. Analisando o acumulado anual, observa-se que as precipitações nos dados estimados no período da série superestimaram em praticamente todos os anos os dados observados, com exceções nos anos de 1989, 1996, 2003 e 2004, nesse último os dados estimados do PERSIANN-CDR subestimaram a precipitação apresentando um total de 2480,44 mm, sendo que para o mesmo o ano a estação convencional da Embrapa apresentou um total de 3021,4 mm.

Figura 32: Gráfico de comparação dos dados estimados e observado



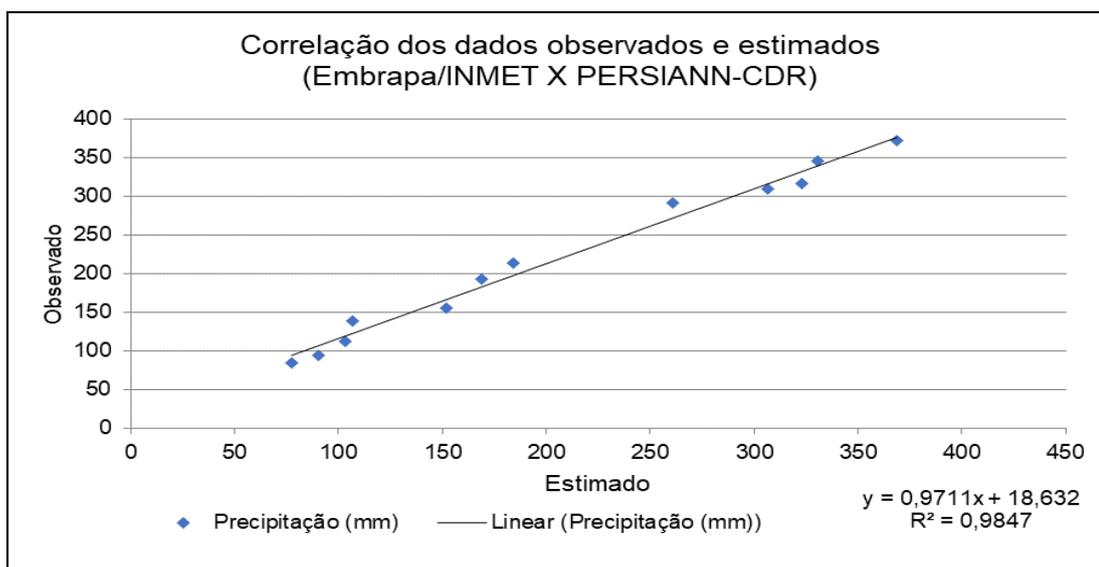
Fonte: Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Os anos 2008, 2011 e 2013, foram os anos em que os dados estimados apresentaram maior diferença no total da precipitação em relação aos dados observados. Em 2013 os dados estimados superestimaram a precipitação em mais de 1140,43 mm.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) por meio da regressão linear, juntamente com a correlação linear de Pearson foi utilizada para validar e testar a confiabilidade dos dados estimados (PERSIANN-CDR) versus dados observados (estações convencional e automática) de precipitação, utilizando para tal a média mensal no período de 2009 a 2014, e com isto obter o grau de intensidade que mantém unidos os dois conjuntos de dados.

O gráfico de dispersão (figura 33) apresentou uma correlação entre os dados estimado e observado, de  $R^2 = 0,9847$ , calculando a raiz de  $R^2$ , obtemos o coeficiente  $r$ , que é igual a 0,9961, apresentando uma correlação positiva entre os dados estimados de precipitação do PERSIANN-CDR e os dados observados da estação meteorológica de superfície automática, validando assim a série histórica de dados estimados.

Figura 33: A correlação dos dados estimado e observado



Fonte: Dados do INMET. Organizado por SANTOS, F. S., 2019.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) por meio de uma regressão linear sobre os dados observados e estimados apresentou 98% da variação da precipitação observada do PERSIANN-CDR no período de 1985 a 2014. A correlação de Pearson apontou uma correlação positiva linear forte entre os dados, partindo da interseção de 100 mm, visto que, os dados observados de precipitação (estações) são explicados (evidenciados) pelos dados estimados de precipitação (PERSIANN-CDR).

### 3.2 Normal climatológica dos dados estimados

Com a validação dos dados estimados foi elaborada uma normal climatológica (30 anos) para o município de Maués, visto que, ainda não tem uma normal climatológica em decorrência que a Estação Meteorológica de Superfície Automática (EMSA) ter apenas 10 anos de funcionamento no município.

Recentemente o INMET divulgou a última normal climatológica que corresponde ao período de 1981 a 2010, para os municípios que possuem uma estação administrada pelo órgão. Os dados estimados de precipitação do PERSIANN-CDR foram utilizados para montar uma normal climatológica para o município (quadro 9). O período da normal climatológica foi 1985 a 2014, somando 30 anos, porém foi desconsiderado o ano de 1992 como mencionados na metodologia.

Quadro 9: Série histórica com dados estimados

Série histórica de Maués 1985-2014												
Precipitação (mm)												
Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
315,7	309,1	372,1	345,5	291,5	192,4	139,1	93,9	84,0	112,6	155,1	213,8	2624,7
Dados do PERSIANN-CDR: média dos meses no período de 30 anos.												

Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Organizado por: SANTOS, F. S., 2019.

A normal climatológica dos dados estimados enfatiza a variação da precipitação e mantém-se na mesma linha dos dados observados, ou seja, mantém a mesma configuração de variabilidade temporal da precipitação, com as estações: chuvosa, nos trimestres DJF (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e MAM (Março, Abril e Maio) e o período de transição no trimestre JJA (Junho, Julho e Agosto), e período de menos chuvoso no trimestre de SON (Setembro, Outubro e Novembro).

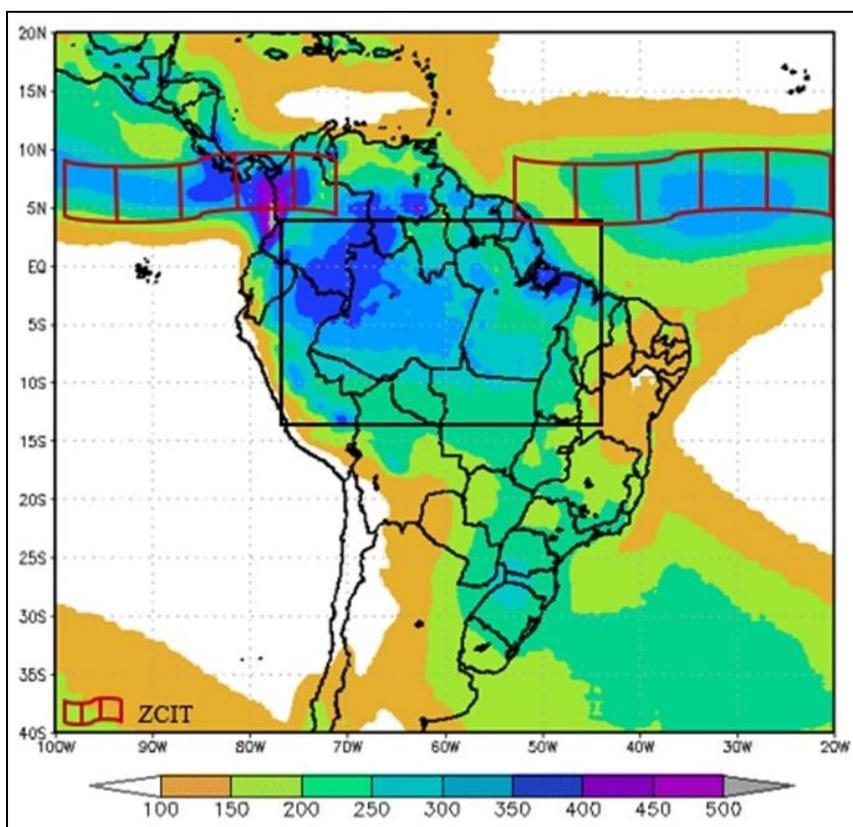
### 3.3 Variação espacial da precipitação

Com os dados estimados de precipitação pluviométrica foram compostas as séries temporais do acumulado mensal e anual (1985 - 2014) da América do Sul e para área de estudo, de posse dessas informações foram elaborados os mapas de espacialização da precipitação anual da série histórica.

Molion (1987) caracteriza duas regiões de máximo de precipitação na Amazônia: a região na costa, próximo à foz do Amazonas, e no interior do continente orientado de centro-sul para noroeste com um mínimo apreciável entre os dois, corroborando com a distribuição espacial da precipitação apresentada na figura 34. Ficam evidentes nesta imagem as influências das circulações de macro e mesoescala que atuam na Região Amazônica e os mecanismos dinâmicos que organizam e promovem precipitação. A circulação de macroescala que aparece bem

evidente na espacialização da precipitação do acumulado anual é a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT.

Figura 34: Espacialização da normal climatológica (mm) – 1985 a 2014



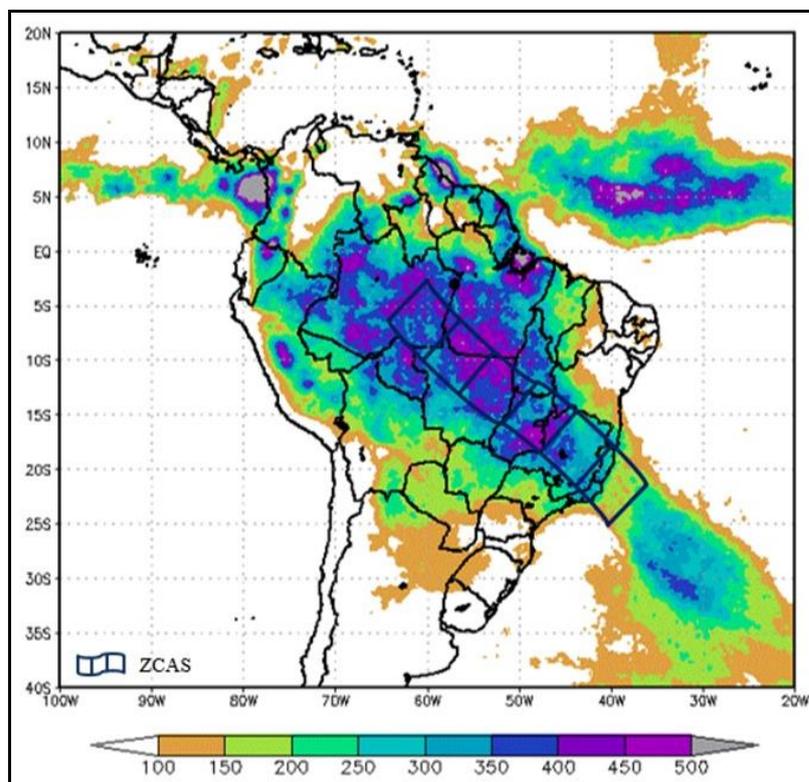
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

A ZCIT é uma área de baixa pressão em torno da linha do equador onde ocorre a confluência dos ventos alísios de nordeste (hemisfério norte) e os ventos alísios de sudeste (hemisfério sul). Esta faixa de nebulosidade que influencia diretamente os elementos meteorológicos, principalmente a precipitação, ocorre na área latitudinal de 1° N a 8° N, e sua posição depende do período do ano, ou seja, varia com a convecção, banda de nebulosidade (UVO, 1989). A precipitação influenciada pela ZCIT é muito clara no mapa descrevendo uma assinatura da precipitação no sentido longitudinal tendo seus máximos em torno de 5° N (figura 34).

A posição da ZCIT mais ao norte ou ao sul caracteriza as estações chuvosas, propiciando um ano mais chuvoso ou não. Os anos chuvosos estão relacionados à permanência por mais tempo da ZCIT em suas posições mais ao sul e anos secos ao retorno antecipado da ZCIT para suas posições mais ao norte (UVO, 1989, 10).

O outro sistema que atua na região de estudo é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) identificado como uma banda de nebulosidade bem assinalada de orientação noroeste-sudeste (figura 35).

Figura 35: Espacialização da normal climatológica (mm) – mês de dezembro



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

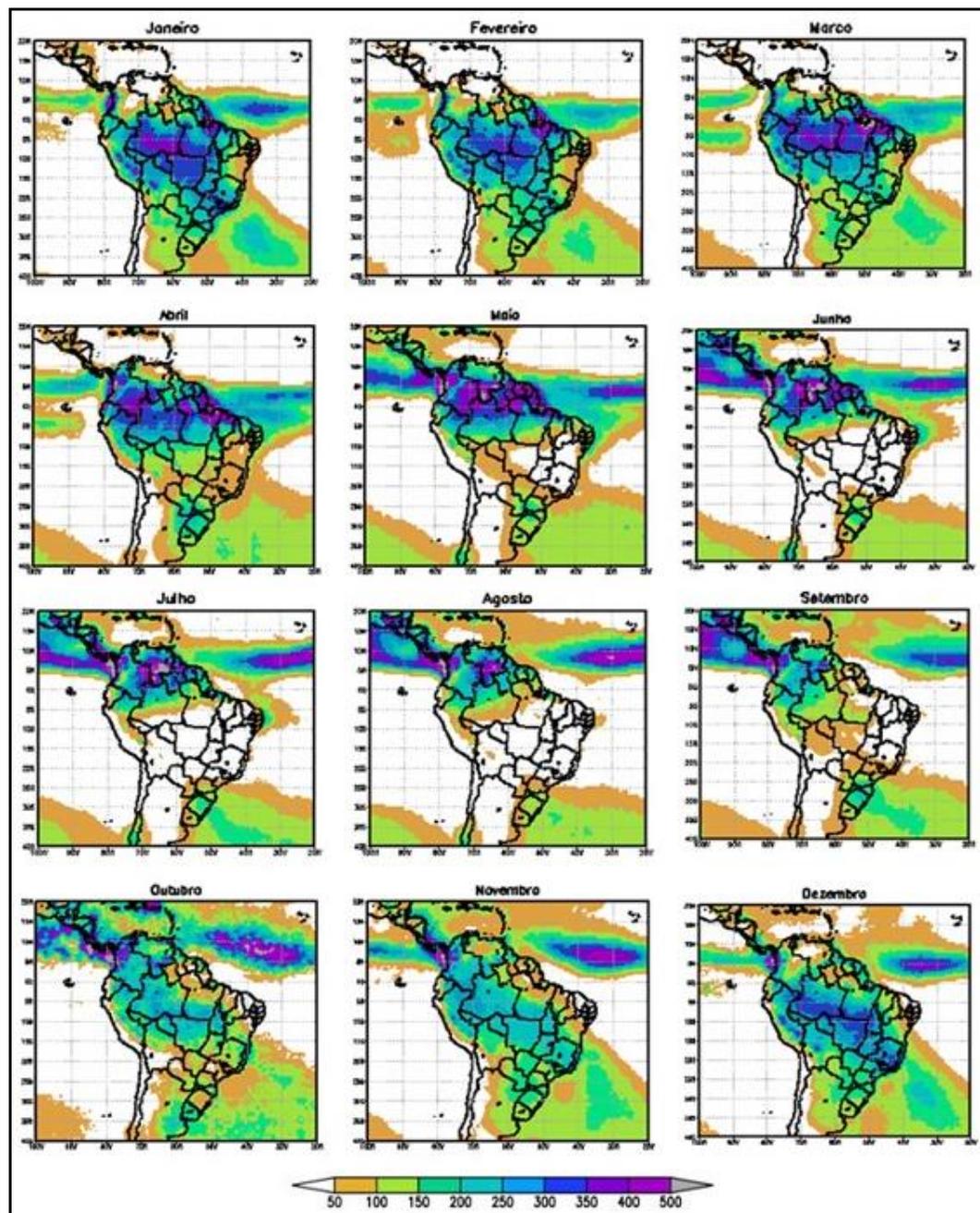
Nobre et al. (2009, p. 3) salienta que durante a primavera austral (hemisfério sul), a precipitação aumenta sobre a Bacia Amazônica, e uma banda NW-SE se desenvolve, associando a convecção tropical no oeste da bacia à atividade de precipitação nos extratropicais. Na estação do verão austral, há um máximo notável, centrado próxima a 10°S.

### 3.4 Variabilidade da precipitação na América do Sul

Os mapas da variabilidade das normais climatológicas mensais para a América do Sul (figura 36) apresentam as estações pluviométricas sobre as regiões, observa-se que os meses de janeiro a março apresentam valores maiores de precipitação, período que recebem diretamente a influência da posição da ZCIT mais

ao sul em torno de 1° Norte (UVO, 1989). Nesse período a ZCIT é o principal mecanismo gerador da precipitação na região, quando a posição da ZCIT está mais ao norte (aproximadamente 8°) durante os meses de junho a agosto (UVO, 1989), inicia a transição entre as estações.

Figura 36: Espacialização da normal climatológica da América do Sul.



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Segundo Nobre, 2009, a estação chuvosa na maior parte da Bacia Amazônica é entre novembro e março, com pico em dezembro-fevereiro (DJF), e a estação seca

ocorre de maio a setembro. O máximo da chuva na região central da Amazônia (próximo de 5° S), segundo o autor pode estar associado com a penetração de sistemas frontais da região sul, interagindo e organizando a convecção local (FISCH; MARENGO; NOBRE, 1998, p. 104).

Essa organização apresenta uma faixa de nebulosidade de orientação NW/SE, estendendo-se deste o sul da região Amazônica até a região central do Atlântico Sul (OLIVEIRA, 1986), quando tem duração de 4 dias consecutivos é denominada de ZCAS, que ocorre mais comumente nos meses de dezembro a março como mostra o mapa da variabilidade da normal climatológica.

No mês de janeiro observaram-se os maiores valores de precipitação nas regiões Norte e Centro-oeste do Brasil, com influência da Zona da Convergência Intertropical (ZCIT), apresentando precipitações mensais superiores a 350 mm no Sul do Amazonas e o Norte do Pará. Em fevereiro a precipitação continuou nas regiões Norte e Centro-oeste com menores valores, no geral 300 mm. No mês de março os valores da precipitação aumentam principalmente na região Norte, com valores entre 300 a 350 mm, nesse mês destaca-se a precipitação sobre o Sudeste do Amazonas e Sudoeste do Pará, apresentando valores superiores a 350 mm.

O trimestre (abril, maio e junho) apresenta valores inferiores de precipitações sobre a região Norte, caracterizando um período de transição na distribuição da precipitação e variabilidade espacial da precipitação sobre a região, nos meses de abril e maio a precipitação avança no sentido da região Centro-oeste a região Norte, com precipitação entre 200 a 350 mm, principalmente Noroeste do Amazonas. No mês de junho a região Norte apresenta valores de precipitação inferior a 200 mm. Nas outras regiões o processo de transição mostra uma queda nos valores da precipitação, as regiões Centro-oeste e Nordeste apresenta uma precipitação inferior a 50 mm, em alguns estados dessas regiões chegando a apresentar precipitação abaixo desses valores.

O trimestre (julho, agosto e setembro) é período de seca na região Norte e Centro-oeste, apresenta uma variabilidade espacial da precipitação no sentido da região Centro-oeste a região Norte com valores de precipitação abaixo de 50 mm no Centro-oeste e 50 a 150 mm no Norte.

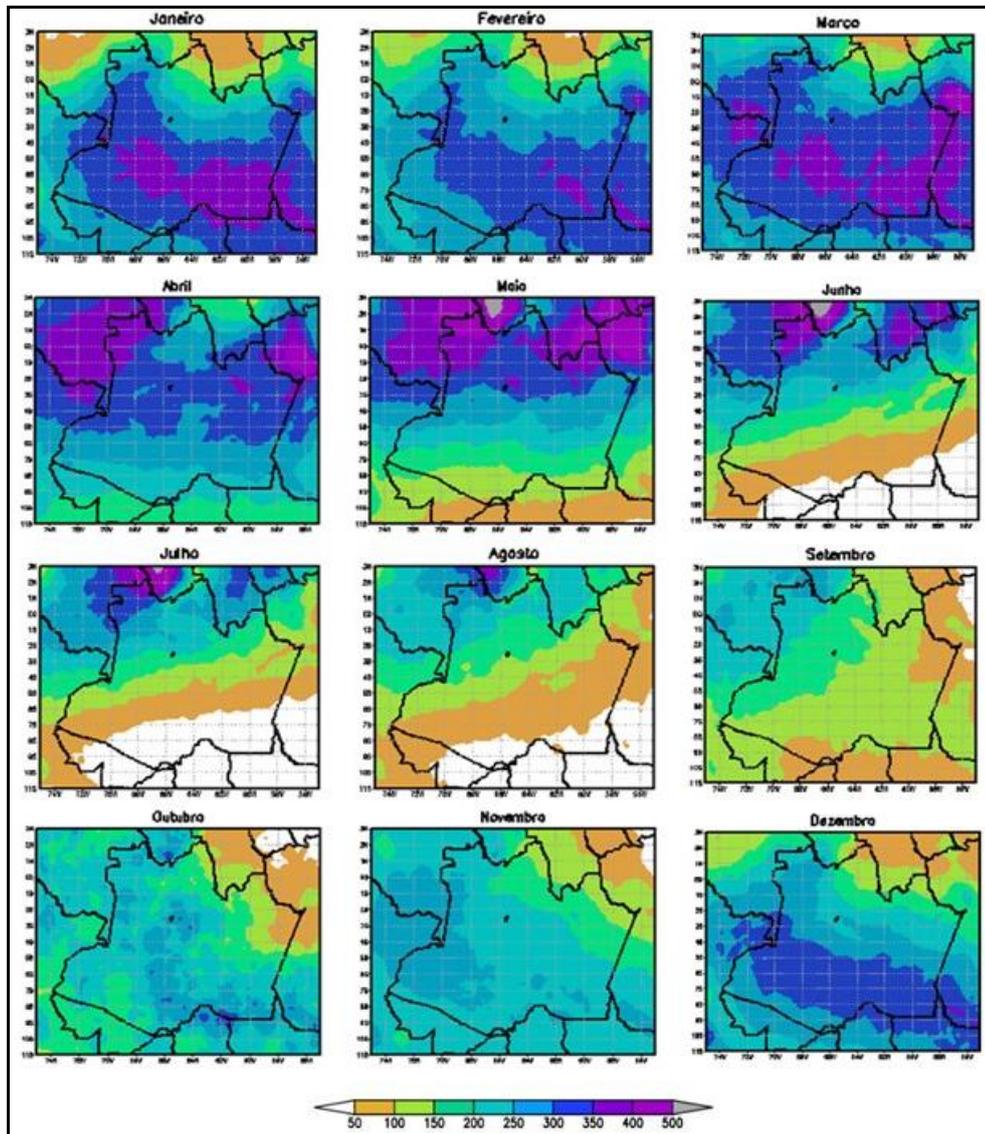
O trimestre (outubro, novembro e dezembro) é o período de transição seco para o início da precipitação sobre a região. Os meses de outubro e novembro apresentam maiores valores da precipitação nas regiões Norte e Centro-oeste, com

valores entre 100 a 200 mm. No mês de dezembro os valores da precipitação apresentam maiores índices, entre 250 a 300 mm, principalmente na região Norte, Centro-oeste e Sudeste, com a Zona de Convergência do Atlântico Sul influenciando diretamente a precipitação nessas regiões.

### 3.5 Variabilidade da precipitação no estado do Amazonas

O mapa de variabilidade da média mensal da normal climatológica para o estado do Amazonas apresentado na figura 37 descreve a distribuição espacial da precipitação sobre a região.

Figura 37: Espacialização da normal climatológica do estado do Amazonas.



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Segundo Fisch, Marengo e Nobre (1998) o período de chuvas ou forte atividade convectiva na região Amazônica é compreendido entre novembro e março, sendo que o período de seca (sem grande atividade convectiva) ocorre entre os meses de maio e setembro. Os meses de abril e outubro são meses de transição entre um regime e outro.

No mês de janeiro foram observados os maiores valores de precipitação no centro e sudeste do Amazonas apresentando precipitações mensais superiores a 350 mm. Em fevereiro a precipitação continuou no centro e sul do estado com valores entre o 300 a 350 mm. No mês de março os valores da precipitação aumentaram principalmente no nordeste, centro e sul do estado, com valores entre 300 a 350 mm, nesse mês destaca-se a precipitação sobre o município de Maués, apresentando valores superiores a 350 mm.

O trimestre (abril, maio e junho) apresentaram valores inferiores de precipitações sobre o estado do Amazonas, caracterizando uma transição na distribuição e a variabilidade espacial da precipitação sobre a região. Nos meses de abril e maio a precipitação avança no sentido do centro para o norte do Amazonas com precipitação superior a 350 mm, principalmente no município de São Gabriel da Cachoeira, região conhecida como a cabeça do cachorro a noroeste do estado. No mês de junho o norte do Amazonas apresenta valores de precipitação entre 300 a 350 mm. Nas outras regiões o processo de transição da distribuição e a variabilidade espacial mostra uma queda nos valores da precipitação, no centro do estado apresentando uma precipitação entre 100 a 150 mm e no sul do estado a precipitação foi entorno de 50 mm, com algumas localidades chegando a apresentar precipitação abaixo desses valores.

O trimestre (julho, agosto e setembro) é período de seca na região apresentando uma variabilidade espacial da precipitação no sentido do centro para o sul do estado com valores de precipitação abaixo de 50 mm no Sul e entre 50 a 150 mm no norte do estado.

O trimestre (outubro, novembro e dezembro) é o período de transição seco para o início da precipitação sobre a região. Os meses de outubro e novembro apresentam maiores valores da precipitação no norte, centro e sul do Amazonas, com valores entre 100 a 200 mm. No mês de dezembro os valores da precipitação apresentam maiores índices, entre 250 a 300 mm, principalmente no sul e sudoeste do estado.

O máximo da chuva na região central da Amazônia (próximo de 5° S) pode estar associado com a penetração de sistemas frontais da região sul, interagindo e organizando a convecção local (FISCH; MARENGO; NOBRE, 1998, p. 104). Essa organização em razão da faixa de nebulosidade de orientação NW/SE, estendendo-se deste o sul da região Amazônica até a região central do Atlântico Sul (Oliveira, 1986).

### **3.6 Precipitação versus produtividade do guaraná**

A série histórica elaborada com os dados estimados e observados foi utilizada, em suas diferentes escalas temporal (mensal e anual), para correlacionar com os dados de produção do guaraná no período de 1985 a 2014.

Levando em consideração a oscilação da produtividade da cultura do guaraná buscou-se compreender e relacionar a precipitação como possível causadora dessas oscilações, isso em virtude do aumento da precipitação, ou até mesmo a ausência da mesma.

A série histórica do acumulado da precipitação anual segundo os dados estimados e observados, em média, ultrapassa os 2.300 mm, essa precipitação média anual está, segundo Tavares et al (2005), dentro da faixa climatológica para o cultivo do guaranazeiro: temperatura média anual entre 22°C e 29°C; umidade relativa entre 80% e 86%; precipitações pluviométricas entre 1.300 mm e 3.300 mm anuais e duração do brilho solar entre 1.630 e 2.380 horas/ano.

Tendo em vista que a fenologia do guaraná e as fases produtivas dependem desse elemento climático, a precipitação está diretamente ligada às fases produtivas do guaraná. O plantio das mudas no local definitivo deve ser feito no início do período chuvoso (TAVARES et al, 2005), os autores destacam que o plantio deve ser feito, de preferência, em dias nublados e com temperatura amena, com a temperatura variando de 22° a 29° C.

O trimestre janeiro, fevereiro e março apresentou uma média de precipitação superior a 300 mm/mês na série histórica, como demonstrado na análise comparativa dos dados observados e estimados de precipitação. Nesses meses chuvosos após o plantio das mudas os produtores devem tomar alguns cuidados em relação à preservação dessas novas mudas, é recomendado, para evitar

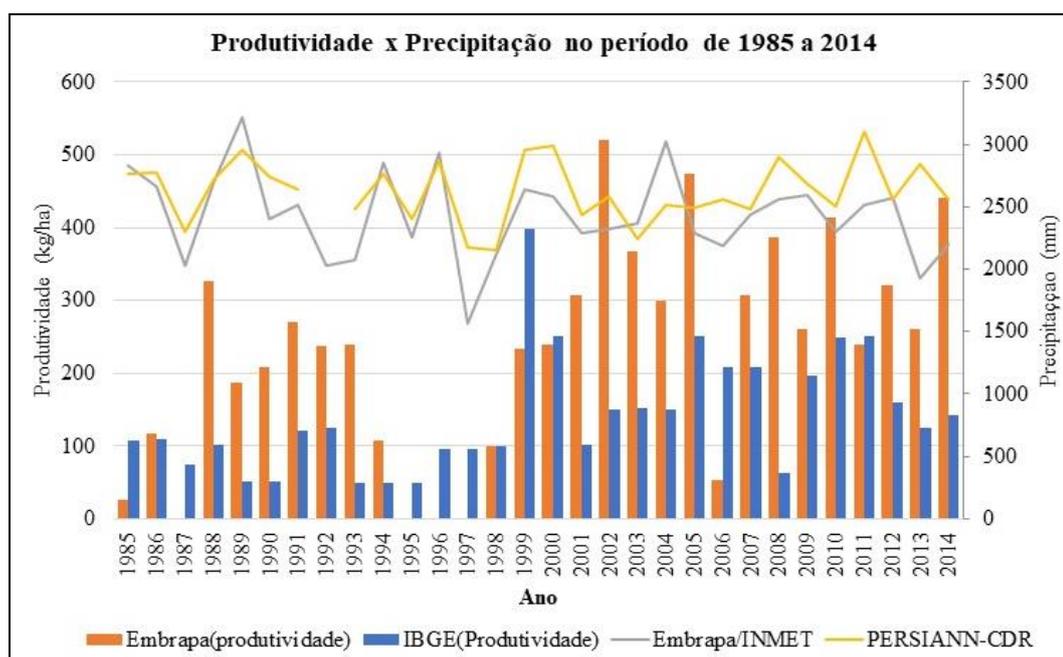
encharcamento (acúmulo de água) dentro da cova, juntar um pouco de terra ao pé da muda, formando um montinho (EMBRAPA, 1998, p. 7).

A floração do guaraná começa em junho, mês do início do período de transição em que a precipitação começa a diminuir sobre município de Maués. O período de floração do guaraná necessita dos raios solares para que a planta inicie um processo de stress para começar a florar, neste período uma forte precipitação (anomalia positiva) pode ocasionar uma perda ou diminuição da produtividade.

O processo de maturação do fruto ocorre em novembro, ou seja, o período da colheita do guaraná que pode ser nos meses de outubro a dezembro, isso, porque o guaranzeiro apresenta a frutificação desuniforme (TAVARES et al, 2005). Segundo o IBGE (2016), cada produto possui características próprias de distribuição espacial, que decorrem das condições edafoclimáticas das áreas produtoras, tipo de exploração e fatores de ordem agrônômica, e, conseqüentemente, o seu próprio calendário agrícola. Com relação à análise dos dados estimados e observados a floração ocorre no período de transição, e a maturação e a colheita ocorrem na estação menos chuvosa.

No gráfico produtividade versus precipitação (figura 38) foi realizado uma correlação entre a precipitação e produtividade dentro da série da pesquisa de 1985 a 2014, onde foi identificado os anos de menor e maior produtividade.

Figura 38: Produtividade do guaraná e precipitação no período de 1985 a 2014



Fonte: Embrapa/IBGE/INMET. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Entre os anos de 1985 a 1988, a produtividade do guaraná no município de Maués continuou em ascensão, sendo o maior produtor de guaraná do Brasil, porém no final da década de 80 inicia um processo de declínio da produção do guaraná em Maués. Na década de 90 no primeiro momento observou-se uma produtividade em queda de acordo com o gráfico dos dados da produtividade do IBGE. Segundo Nascimento Filho et al (2004), as razões da baixa produtividade são o não uso de mudas selecionadas, a idade avançada dos guaranazais, a alta variabilidade genética das plantas produzidas por sementes, a elevada incidência de pragas e de doenças e a falta de tratamentos culturais adequados.

A partir da decadência na produtividade do guaraná em Maués a partir da metade da década de 90 fez com que a AmBev em parceria com a Embrapa passasse a difundir o guaraná clonado, que são mudas mais produtivas e resistentes a doenças (COSTA, 2017).

No final da década de 90 ocorreu um aumento da produção conforme observado no gráfico da figura 39, isto, já em decorrência da distribuição das mudas do guaraná clonado para os produtores. No dia 28 de novembro do mesmo ano a Embrapa lança dois cultivares de guaranazeiro clonado BRS-Amazonas e o BRS-Maués, originário de uma seleção realizada no Campo Experimental de Maués, da Embrapa Amazônia Ocidental. A produtividade média de sementes torradas desse clone é de 1,49 kg por planta/ano, possui ramos longos e curtos e respectivamente um tolerante à antracnose, e outro tolerante à antracnose e ao superbrotamento.

A popularização da utilização do guaraná clonado, com guaranazeiros mais resistentes às pragas e mais produtivos, cresceu a demanda pelo guaraná, com isso, o aumento da produção do guaraná.

Essas mudas melhoradas passaram a ser distribuídas para os camponeses, sobretudo, a partir dos anos 2000 por meio de financiamentos junto aos Bancos. Daí em diante começa um novo período na história da produção comercial do guaraná em Maués (COSTA, p. 16, 2017).

Na década de 2000 a produção e a produtividade do guaraná tiveram um aumento significativo apresentando um rendimento médio da produção superior a 150 kg/ha, uma vez que os cultivares BRS-Amazonas e BRS-Maués distribuídos para produtores da região começaram a produzir em grande escala. A continuidade no desenvolvimento de pesquisas de novos cultivares pela Embrapa possibilitou em

2011 o lançamento de novos cultivares, como: os cultivares BRS Cereçaporanga, BRS Mundurucânia, BRS Luzéia e BRS Andirá. Cultivares mais produtivos em média 1,5 kg de sementes por planta seca, em comparação ao guaraná nativo, que em média produzem 200 g por planta por ano.

A difusão dos tratos culturais da produção do guaraná para os produtores que produzem o guaraná nativo juntamente com os cultivares clonados foi essencial para retomada do aumento da produção do guaraná, isto é, um fato primordial para a continuidade da cultura do guaraná no município de Maués. Esta observância dos tratos culturais na produção do guaraná em consonância com as observações meteorológicas referente a precipitação, a estação chuvosa e seca sobre a região tem contribuído para o aumento da produção ou a mitigação de eventuais perdas em virtude de algum evento extremo (anomalia positiva ou negativa).

A precipitação pluviométrica sobre a região era observada pela estação convencional da Embrapa, localizada dentro da fazenda experimental da própria Embrapa, próximo aos experimentos do guaraná (cultivares). A partir de 2008 a estação convencional foi substituída por uma estação de superfície automática, uma parceria entre a Embrapa e o INMET, que passou a administrar a estação. As estações convencionais e automáticas apresentam alguns problemas, como perdas de dados e falhas nos registros, em decorrência disto, foram utilizados os dados PERSIANN-CDR em conjunto com os dados das estações para correlacionar à precipitação pluviométrica e produtividade do guaraná baseado nos intervalos das classes de produtividade.

### **3.7 As Classes de produtividade do guaraná versus as classes de anomalia de Precipitação**

Os impactos dos eventos extremos de precipitação determinam na ausência de fatores socioeconômicos, a maior ou menor produtividade dos guaranazeiros. Como definido na metodologia da classificação das classes de anomalia, os eventos de precipitação foram classificados em seis níveis para anomalia positiva e seis níveis para anomalia negativa de precipitação utilizando os dados estimados do PERSIANN –CDR, conforme apresentado na figura 27. A produtividade do guaraná também pode ser descrita em diferentes classes, apontando anos de menor e maior produtividade, neste estudo optou-se por utilizar cinco classes conforme descrito na

metodologia (Cap. 3) da determinação dos intervalos de classe de produtividade do guaraná.

Abaixo será apresentada, para cada classe de produtividade e os respectivos anos produtivos (quadro 10), a variação de precipitação entre a normal climatológica e a precipitação anual utilizando para isto os dados observados na estação de superfície de Maués, logo após estas anomalias serão classificadas, utilizando para tal dados estimados.

Quadro 10: As classes de produtividade da PAM e os respectivos anos produtivos

Classes de produtividades da PAM (IBGE) e os respectivos anos produtivos		
Classe	Produtividade (kg/ha)	Ano
1	acima de 329	1999
2	entre 328 a 259	-
3	entre 258 a 189	2000, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010, 2011
4	entre 188 a 119	1991, 1992, 2002, 2003, 2004, 2012, 2013, 2014
5	entre 118 a 49	1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2001, 2008

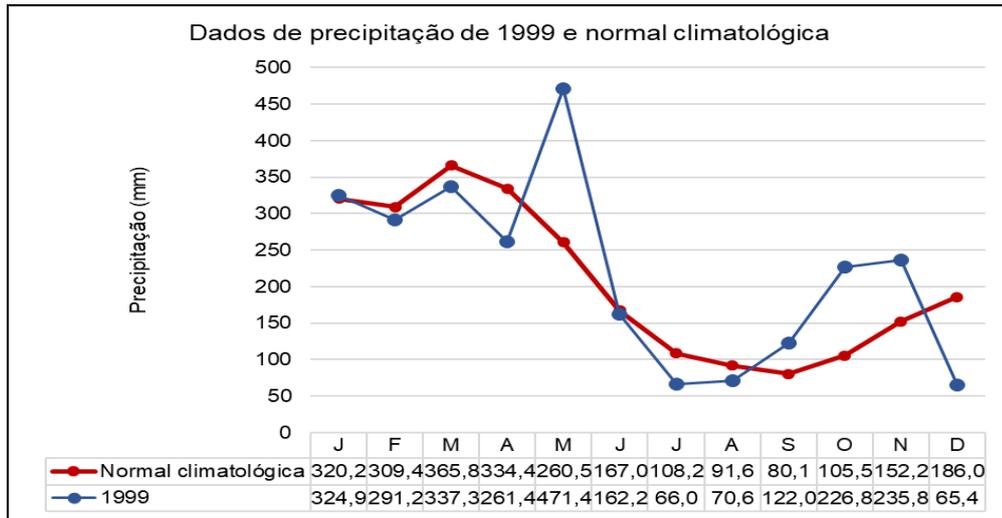
Fonte: Dados do IBGE. Organizado por SANTOS, F. S., 2019

### 3.7.1 Classe 1 – acima de 329 kg/ha

Segundo os dados da produção agrícola municipal do IBGE o ano de maior produtividade de acordo com as classes de produtividades, acima de 329 kg/ha, foi o ano de 1999 com uma produção de 1639 t de guaraná (semente), apresentando um rendimento médio da produção de 399 kg/ha (produtividade), sendo enquadrado na Classe 1.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1999 (figura 39) mostram que os meses, janeiro, maio, setembro, outubro e novembro, apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica, e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, fevereiro, março, abril, junho, julho, agosto e dezembro, apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, caracterizando-os com anomalia negativa.

Figura 39: Precipitação pluviométrica - 1999 e normal climatológica

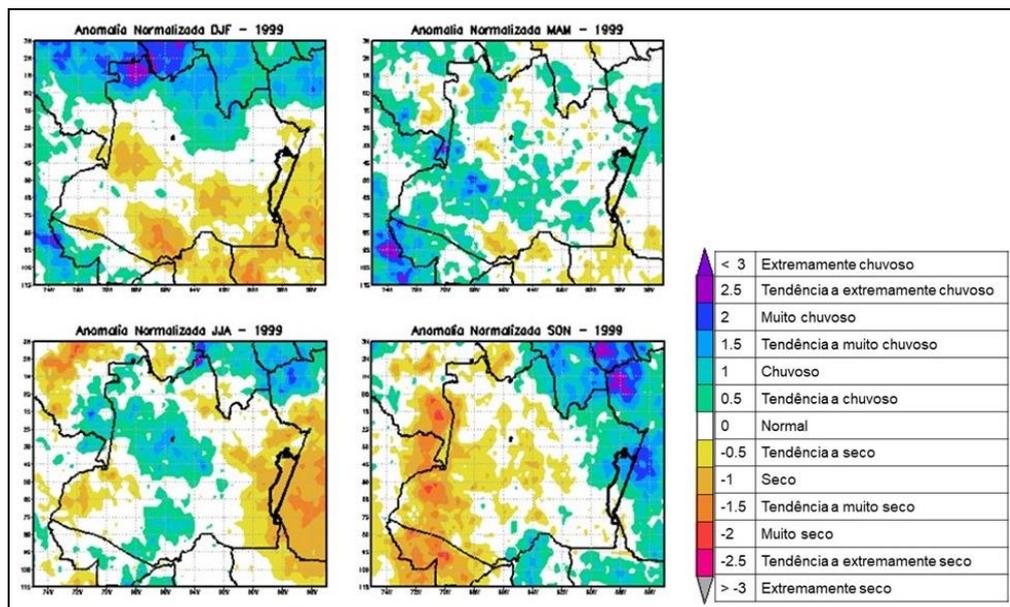


Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

A precipitação pluviométrica anual no ano de 1999 foi de 2.635 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

Conforme o mapa de anomalia normalizada trimestral de 1999 (figura 40), corroborando com o gráfico comparativo da precipitação pluviométrica do mesmo ano, no município de Maués ficou bem evidente uma anomalia negativa nos trimestre DJF e JJA, entre os intervalos de classe da anomalia normalizada, Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2).

Figura 40: Anomalia normalizada trimestral - 1999



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

O déficit de chuva sobre o município nos trimestres, pode ter corroborado com os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, contribuindo para aumento do rendimento médio da produção (produtividade) em quilograma por hectares.

Nos trimestres MAM e SON apresentou uma anomalia positiva, na região norte do município, entre os intervalos de classe da anomalia normalizada, Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Tendência a muito chuvoso (1.5 a 2). Uma das prováveis causas para as anomalias positivas de precipitação regional e local nestes trimestres foi a La Niña (1998-1999) de intensidade fraca e La Niña (1999-2000) de intensidade moderada. Outro sistema que ocorre normalmente neste período e pode ter influenciado a anomalia positiva de precipitação pluviométrica sobre a região é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

O excesso de chuva no período do plantio (MAM) não ocasionou grande impacto considerando que estas lavouras não são culturas temporárias. No trimestre SON o excesso de chuva não apresentou prejuízo a colheita, pois as fenofases reprodutivas (floração e maturação) já estavam concluídas.

### **3.7.2 Classe 2 – entre de 328 a 259 kg/ha**

Na classe 2 de produtividade, entre o intervalo de 328 a 259 kg/há, não houve nenhum ano do período da série de estudo dentro do intervalo de classe de produtividade do guaraná.

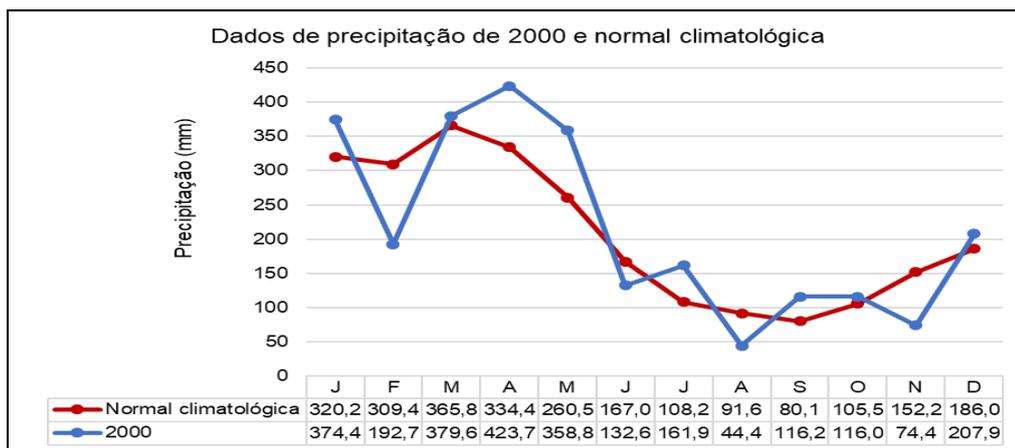
### **3.7.3 Classe 3 – entre de 258 a 189 kg/ha**

Na classe 3 de produtividade, entre o intervalo de 258 a 189 kg/ha, se destacaram os anos, 2000, 2005 – 2007 e 2009 – 2011, com um rendimento médio da produção de 230 kg/ha (produtividade). Foram analisados a precipitação pluviométrica nos respectivos anos, fazendo uma relação entre a precipitação e a produtividade.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica da estação da Embrapa (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2000 (figura 41) mostram que os meses, janeiro, março, abril, maio, julho, setembro, outubro e dezembro, apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal

climatológica, caracterizando anomalia positiva. Os meses, fevereiro, junho, agosto e novembro, apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2000 foi de 2.582,6 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

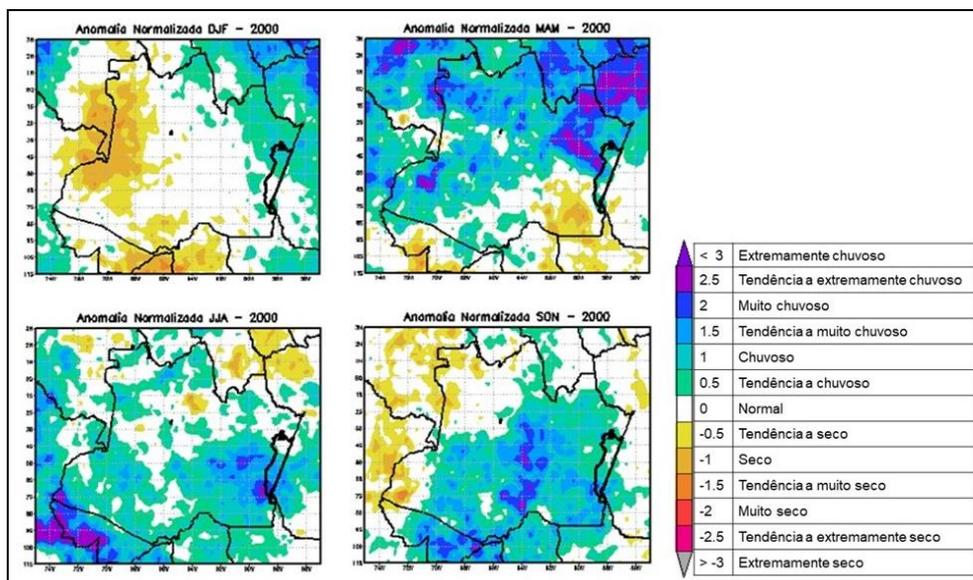
Figura 41: Precipitação pluviométrica - 2000 e normal climatológica



Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

A anomalia positiva sobre Maués, de acordo com a distribuição e espacialização da precipitação (figura 42) foram distintamente evidentes em todos os trimestres de 2000.

Figura 42: Anomalia normalizada trimestral - 2000

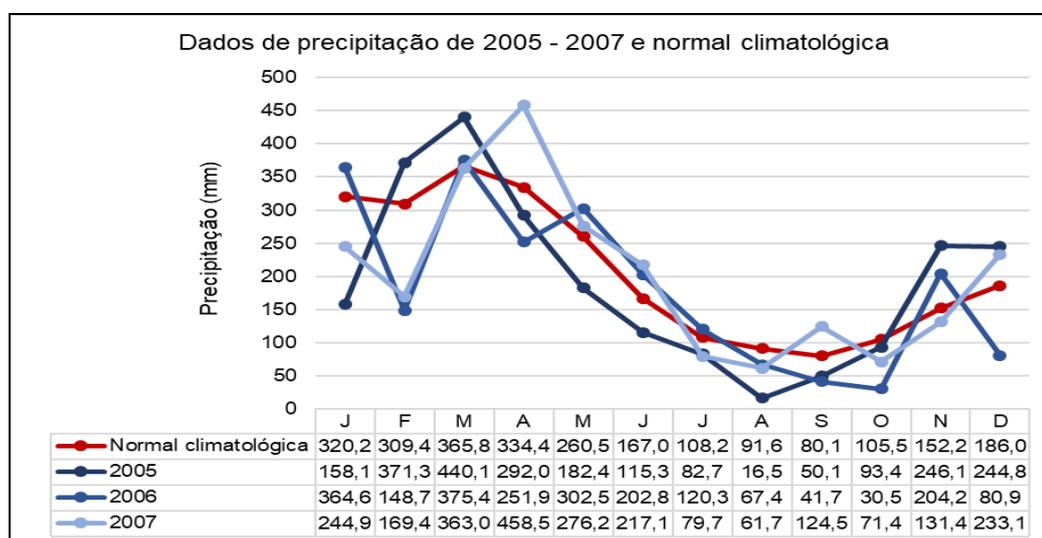


Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Nos trimestres DJF e MAM, a precipitação apresentou uma anomalia positiva no norte do município, entre os intervalos de classe de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Chuvoso (1 a 1.5). Nos trimestres JJA e SON apresentou uma anomalia positiva no norte e sul do município, entre os intervalos de classe de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Muito chuvoso (2 a 2.5), as outras áreas se apresentaram dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). Estes eventos extremos, podem ser explicados em decorrência da influência do fenômeno La Niña (1999-2000) de intensidade moderada, que contribuiu no aumento da precipitação no município. De acordo com os dados da produção agrícola municipal de guaraná, a quantidade produzida neste ano foi de 308 t, apresentando um rendimento médio da produção (produtividade) de 250 kg/ha. Apesar das anomalias positivas presente em todos os trimestres, a mesma não impactou negativamente a produtividade do guaraná.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2005 (figura 43) mostra que os meses de fevereiro, março, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica, caracterizando anomalia positiva. Os meses, janeiro, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, caracterizando anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2005 foi de 2.292,8 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

Figura 43: Precipitação pluviométrica do ano de 2005 - 2007 e normal climatológica

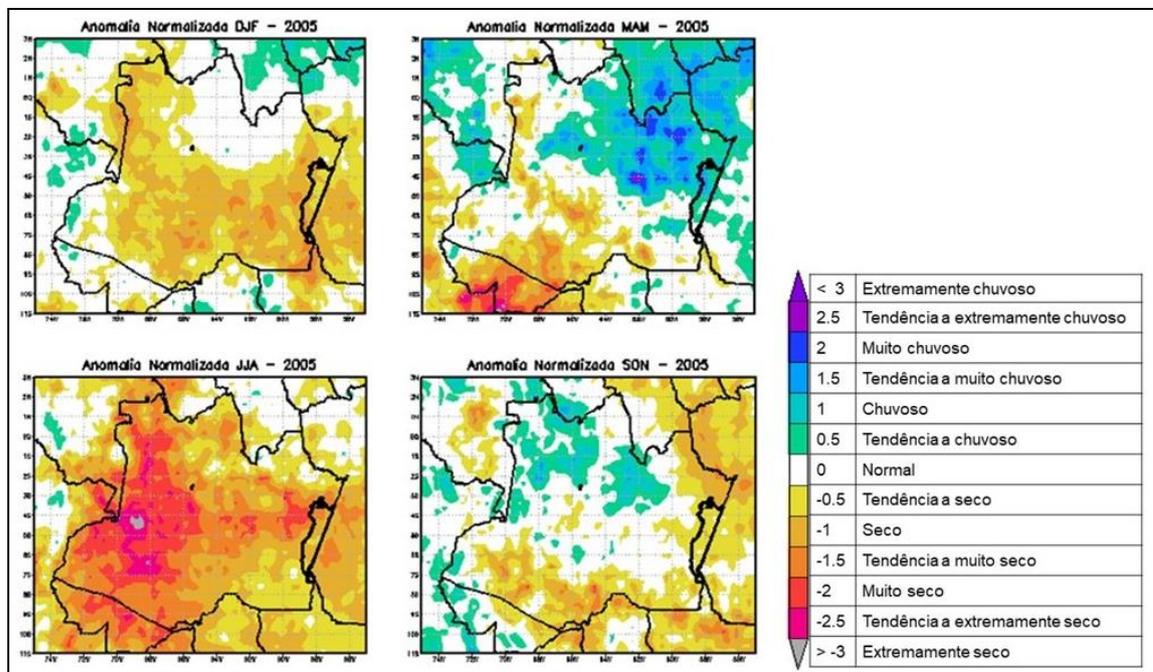


Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

Na região de Maués, ficou bem caracterizada uma anomalia negativa de precipitação (figura 44) nos trimestres DJF, JJA e SON, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2). Este déficit de precipitação foi influenciado pela variabilidade da ZCIT (UVO, 1989), que, devido as anomalias de temperatura da superfície do mar no Atlântico Norte acabou atrasando seu deslocamento em direção ao sul. O fenômeno El Niño, apesar de ser considerado de fraca intensidade, também pode ter influenciado o déficit de precipitação.

Este déficit de precipitação pluviométrica nos trimestres JJA e SON, respectivamente, durante os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, e a colheita pode ter favorecido em uma maior produtividade neste ano. De acordo com os dados da produção agrícola municipal de guaraná, a quantidade produzida neste ano foi de 625 t, apresentando um rendimento médio da produção (produtividade) de 250 kg/ha.

Figura 44: Anomalia normalizada trimestral - 2005



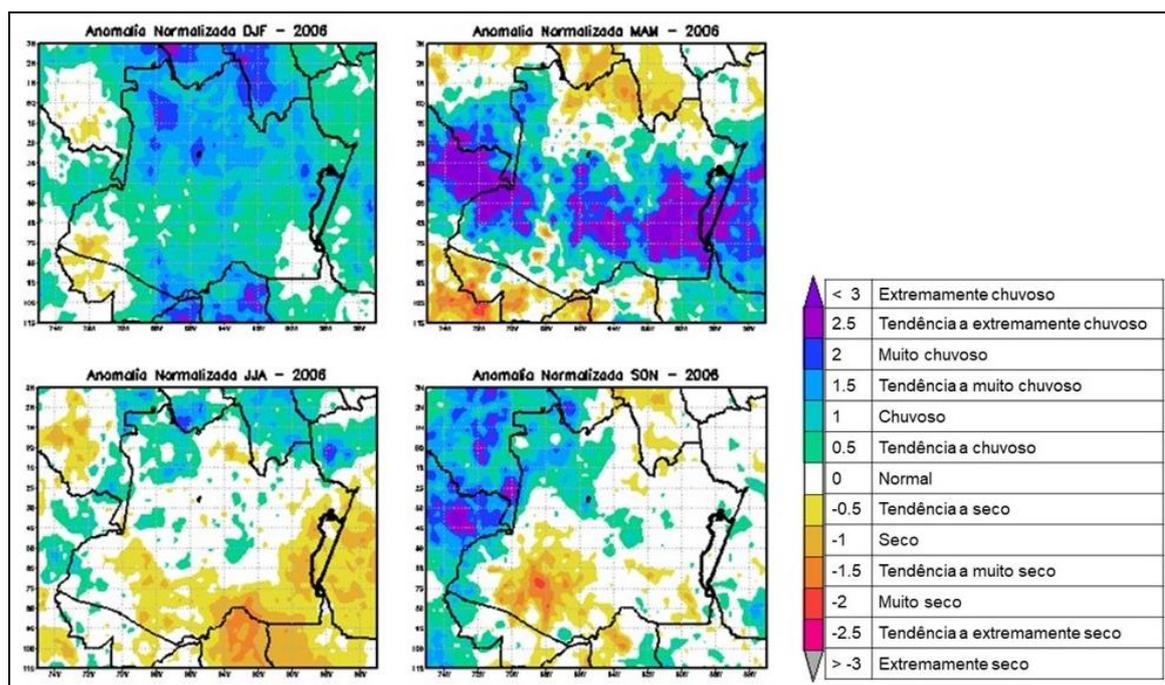
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

A anomalia positiva ocorreu somente no trimestre MAM entre os intervalos de classe de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Tendência a muito chuvoso (1.5 a -2) pode ter sido influenciada pelo lento deslocamento da ZCIT de volta.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2006 (figura 43) mostra que os meses, janeiro, março, maio, junho, julho e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, fevereiro, abril, agosto, setembro, outubro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, caracterizando as anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2006 foi de 2.190,9 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2006 (figura 45), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas em Maués. A anomalia positiva de precipitação em Maués ficou bem evidente nos trimestres DJF e MAM, apresentada respectivamente, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0,5 a 1) a Tendência a muito chuvoso (1,5 a 2) e a Tendência a extremamente chuvoso (2,5 a 3). O excesso de chuva sobre o município foi influenciado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Figura 45: Anomalia normalizada trimestral – 2006



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

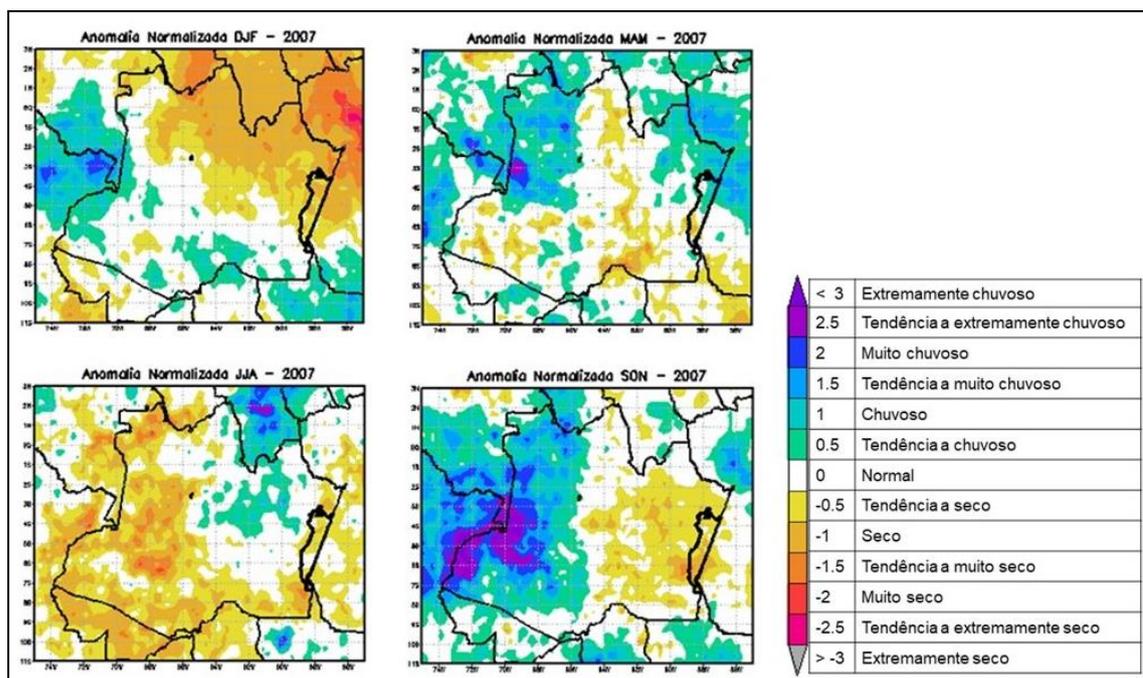
O trimestre MAM foi influenciado pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) com uma faixa, bem caracterizada, de nebulosidade de orientação NW/SE, estendendo-se desde o sul da região Amazônica até a região central (OLIVEIRA, 1986).

O trimestre JJA foi o único a apresentar anomalia negativa de precipitação com classificação de Tendência a Seco (-0.5 a -1.0). O fenômeno El Niño (2006-2007) de intensidade moderada contribuiu para a anomalia negativa. Este pequeno déficit de chuva não foi o suficiente para beneficiar completamente os processos de desenvolvimentos das fenofases reprodutivas do guaranazeiro, indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores região, propiciando uma queda da produtividade em relação ao ano anterior. A produção do guaraná deste ano foi bem elevada, 625 t e uma produtividade de 208 kg/ha em uma área colhida de 3000 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2007 (figura 43) mostra que os meses, abril, maio, junho, setembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica, foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, fevereiro, março, julho, agosto, outubro e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, caracterizando as anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2007 foi de 2.430,9 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2007 (figura 46), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas no município de Maués.

Figura 46: Anomalia normalizada trimestral - 2007



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S. 2018.

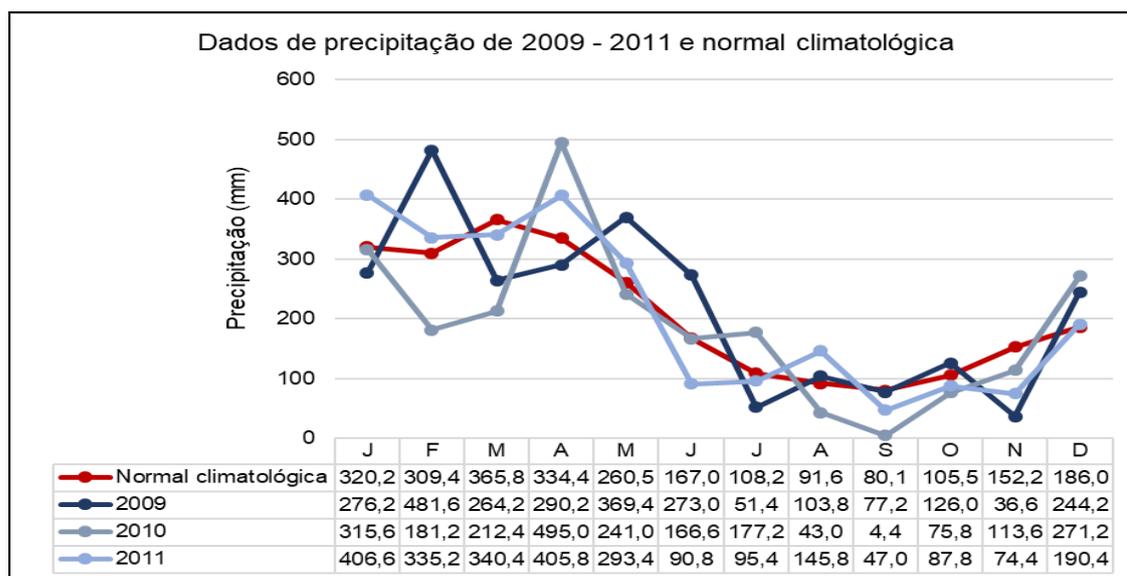
No trimestre MAM ocorreu uma anomalia positiva, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a chuvoso (0.5 a 1). Esta anomalia pode ter sido influenciada pelo fenômeno La Niña (2007-2008) de intensidade moderada, caracterizando um pequeno excesso de precipitação sobre o município, que não impactou negativamente no plantio de novas mudas de guaraná.

No município de Maués ficou caracterizada uma anomalia negativa nos trimestres DJF, JJA e SON, apresentada entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2). Esta anomalia negativa no trimestre DJF pode ter sido influenciada pelo “salto” no mês de fevereiro, principalmente durante anos secos, a ZCIT apresenta uma interrupção no seu deslocamento para o sul, voltando aproximadamente 1,5° para o norte e retornando em direção ao sul para então atingir sua posição mais ao sul (UVO, 1989, p. 58). O fenômeno El Niño (2006-2007) de intensidade moderada é outro fator para explicar o déficit de precipitação nos trimestres JJA e SON, prologando a estação seca, e aumentando o tempo dos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, com isto, favorecendo uma produção elevada. A produção de

guaraná deste ano foi de 624 t, com um rendimento médio da produção 208 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 3000 ha.

O gráfico dos dados de precipitação pluviométrica dos anos de 2009 – 2011 (figura 47) demonstra uma variabilidade mensal em relação a normal climatológica da estação (Embrapa/INMET).

Figura 47: Precipitação pluviométrica do ano de 2009 - 2011 e normal climatológica

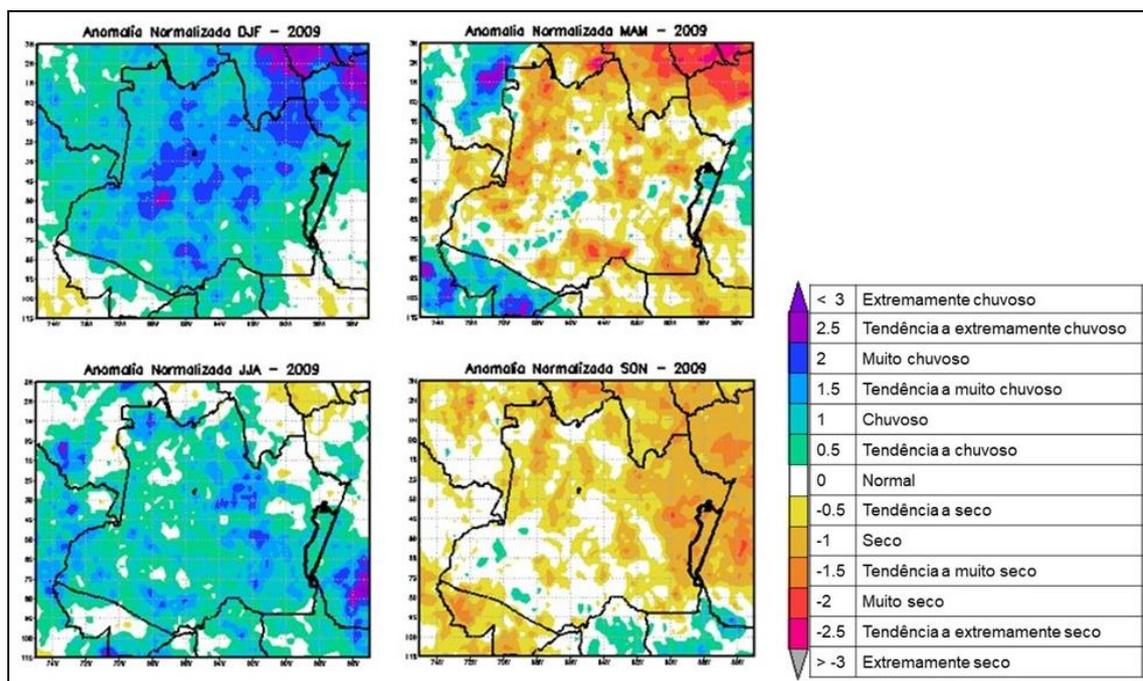


Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2009 mostra que os meses, fevereiro, maio, junho, agosto, outubro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, março, abril, julho, setembro e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, caracterizando as anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2009 foi de 2.593,8 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação.

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2009 (figura 48), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Figura 48: Anomalia normalizada trimestral - 2009



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

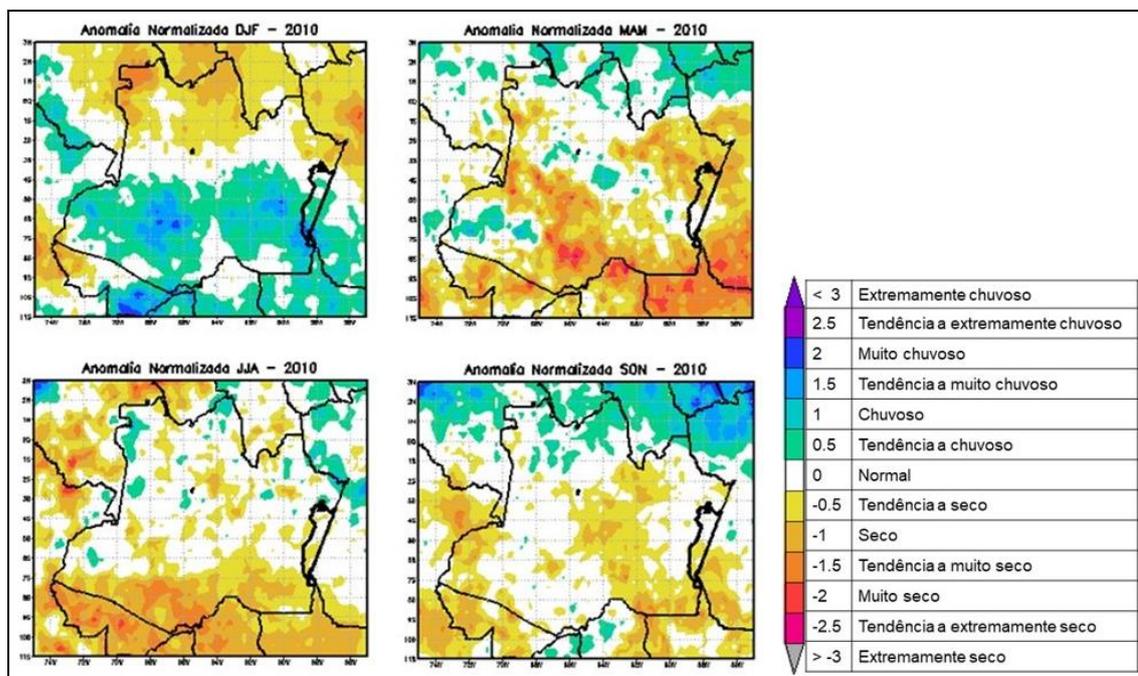
Em Maués foi caracterizada uma anomalia positiva, nos trimestres DJF, MAM e JJA, entre os intervalos de classe de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a chuvoso (1 a 1.5). A anomalia positiva no trimestre JJA, justamente no período das fenofases reprodutivas do guaranazeiro, processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, pode ter impactado, mesmo que de forma menos intensa, na produção de guaraná deste ano, não foi avaliado a qualidade do fruto. O trimestre seguinte, SON, foi caracterizado com anomalia negativa sobre o município, entre os intervalos de classe de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2). Este déficit de precipitação foi influenciado pelo El Niño (2009-2010) de intensidade moderada. Esta anomalia negativa pode ter impactado negativamente os processos de desenvolvimentos das fenofases reprodutivas do guaranazeiro. Apesar do crescimento do rendimento médio da produção, que foi de 196 kg/ha (produtividade), superior a produtividade do ano anterior, porém muito baixa em relação a produção deste ano que foi de 911 t, em uma área colhida de 4640 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2010 (figura 47) mostra que os meses, abril, julho e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à

normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, fevereiro, março, maio, junho, agosto, setembro, outubro e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, caracterizando as anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2010 foi de 2.297 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2010 (figura 49), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas em Maués.

Figura 49: Anomalia normalizada trimestral - 2010



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

No trimestre DJF apresentou uma anomalia positiva, intervalos de classe de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Tendência a muito chuvoso (1.5 a 2), com um excesso de chuva mais no centro e norte do município, influenciado pela La Niña (2010-2011) de intensidade moderada. No trimestre MAM foi caracterizada uma anomalia negativa, entre os intervalos de classificação de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2).

Nos trimestres JJA e SON apresentaram uma pequena anomalia negativa em áreas isoladas no Norte e centro do município intervalos de classe de Normal (-0.5 a

0.5) a Tendência a seco (-0.5 a -1). Um pequeno déficit de chuva influenciado pelo El Niño (2009-2010) de intensidade moderada sobre o município.

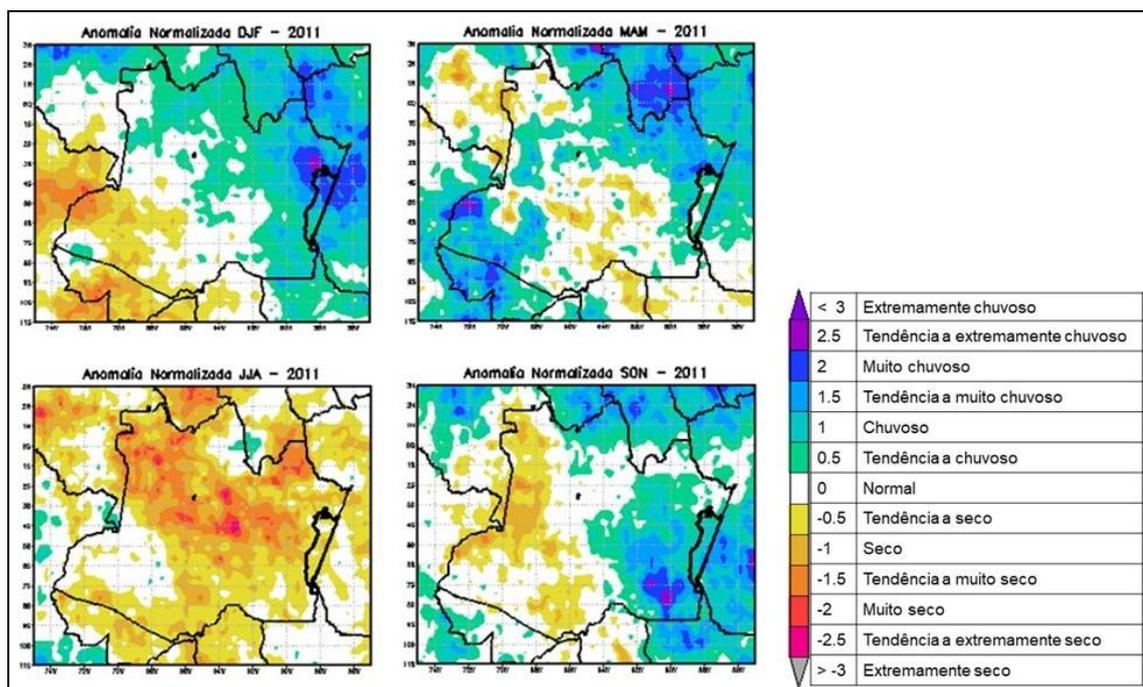
A produção de guaraná deste ano foi de 371 t, com rendimento médio da produção (produtividade) de 249 kg/ha, em uma área colhida de 1485 ha. Essa produção e produtividade pode ter sido influenciado pela anomalia negativa sobre a região, nos trimestres DJF, JJA e SON, isto em decorrência do fenômeno El Niño (2009-2010), prologando estação seca e aumentando tempo dos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, com isto, favorecendo a uma maior produção.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2011 (figura 47) mostra que os meses, janeiro, fevereiro, abril, maio, agosto e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica, sendo caracterizados como anomalia positiva. Os meses, março, junho, julho, setembro, outubro e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, caracterizado como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica acumulada anual (2011), 2.513 mm foi superior à média do acumulado anual da normal climatológica da estação (Embrapa/INMET), 2.481,0 mm.

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2011 (figura 50) apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação no município de Maués, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Nos trimestres DJF, MAM e DJF apresentou uma anomalia positiva, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Chuvoso (1 a 1.5) a Muito chuvosa (2 a 2.5), com um excesso de chuva, influenciada pelo evento La Niña (2010-2011) de intensidade moderada. No trimestre JJA foi caracterizada uma anomalia negativa, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a seco (-1.5 a -2). Um pequeno déficit de chuva influenciado pelo El Niño (2009-2010) de intensidade moderada sobre o município.

Figura 50: Anomalia normalizada trimestral - 2011



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

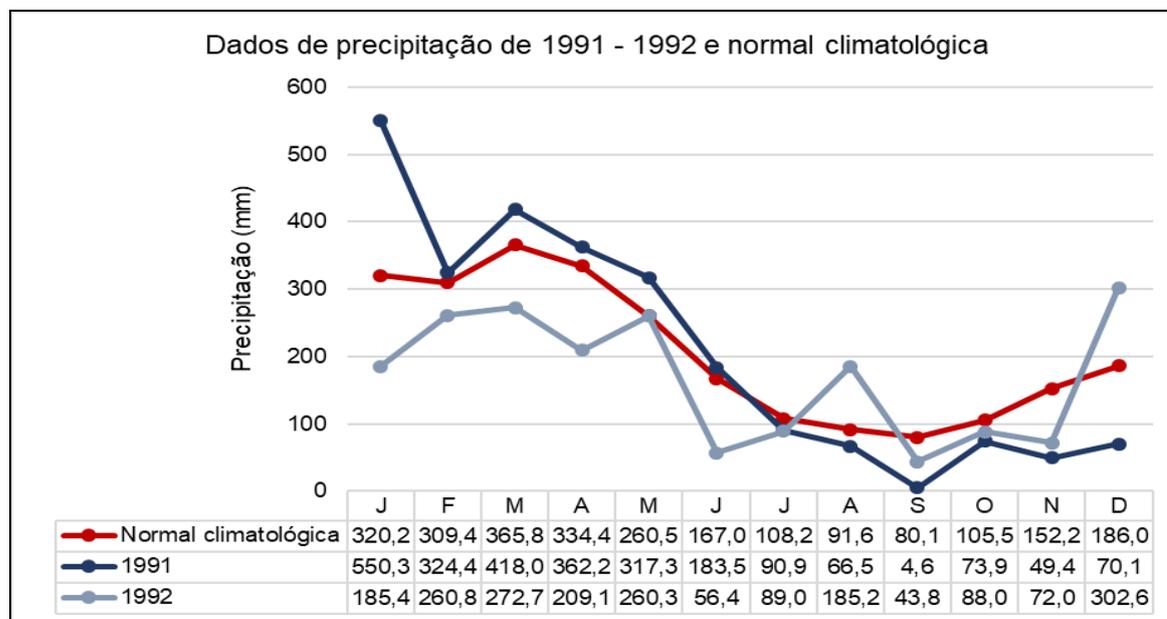
A produção de guaraná deste ano foi de 371 t com um rendimento médio da produção (produtividade) de 250 kg/ha, em uma área colhida de 1485 ha. O fenômeno El Niño (2009-2010) de intensidade moderada, caracterizado em um déficit de precipitação pode ser um fator para explicar a anomalia negativa no trimestre JJA, apresentando uma estação seca mais intensa, porém no trimestre seguinte (SON) apresentou uma anomalia positiva de tendência a chuvoso a chuvoso inibindo os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, com isto, impactando negativamente na produção e produtividade do guaraná.

### 3.7.4 Classe 4 – entre de 188 a 119 kg/ha

Na classe 4 de produtividade (entre 188 a 119 kg/ha), se destacaram os anos, 1991 – 1992; 2002 – 2004 e 2012 - 2014, com um rendimento médio da produção de 140 kg/ha (produtividade). Foi analisada a precipitação pluviométrica nos respectivos anos, fazendo uma relação entre a precipitação e a produtividade.

O gráfico dos dados de precipitação pluviométrica dos anos de 1991 – 1992 (figura 51) demonstra uma variabilidade mensal em relação a normal climatológica da estação (Embrapa/INMET).

Figura 51: Precipitação pluviométrica do ano de 1991 - 1992 e normal climatológica

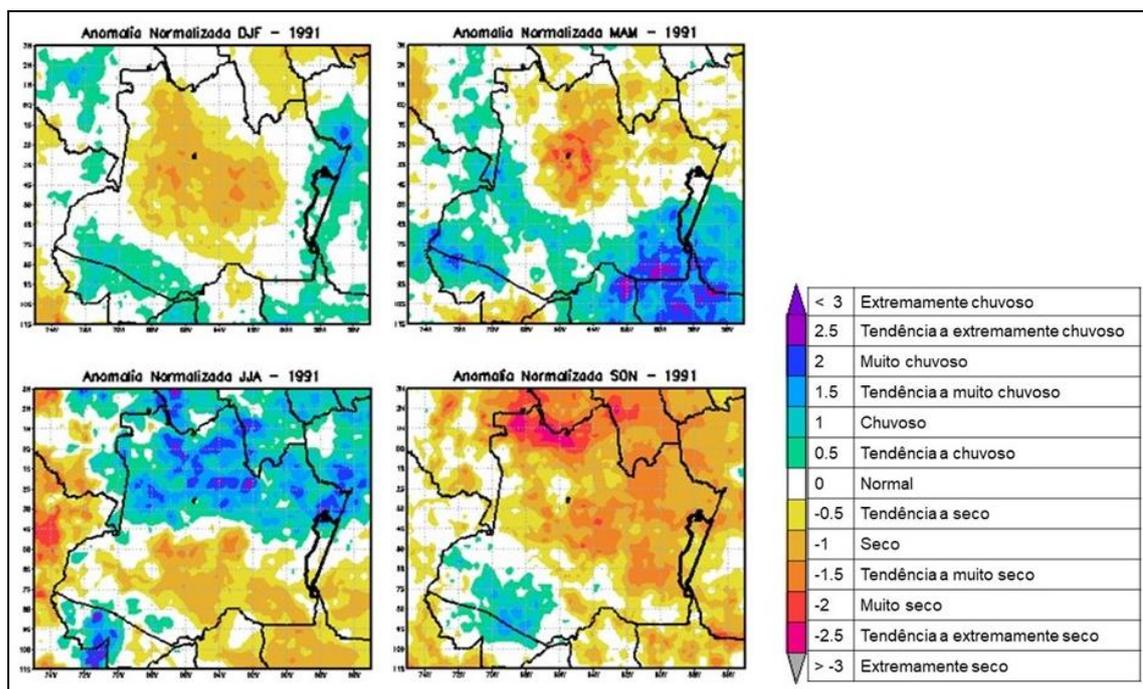


Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1991 mostra que os meses, janeiro, fevereiro, março, maio e junho apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica, sendo caracterizados como anomalia positiva. Os meses, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1991 foi de 2.511,1 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm.

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1991 (figura 52), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas sobre o município de Maués.

Figura 52: Anomalia normalizada trimestral - 1991



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Nos trimestres DJF, MAM e JJA apresentaram áreas com uma anomalia positiva, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Tendência a muito chuvoso (1.5 a 2) e áreas dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). O trimestre SON foi caracterizado por uma anomalia negativa sobre o município entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2), apresentando um déficit de precipitação pluviométrica, influenciado diretamente pelo fenômeno El Niño (1991-1992) de intensidade forte.

O déficit de precipitação corroborou com as fenofases reprodutivas, visto que no período da estação seca apresentou uma anomalia positiva (JJA), provocando o atraso nos eventos fenológicos como os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores do guaranazeiro. Com a anomalia negativa os eventos fenológicos ocorreram em tempo hábil para a maturação e a colheita do guaraná, com isto, recuperando uma possível perda na produção em consequência o rendimento médio da produção (produtividade) que neste ano foi de 120 kg/ha em uma área colhida de 500 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1992 (figura 51) mostra que os meses,

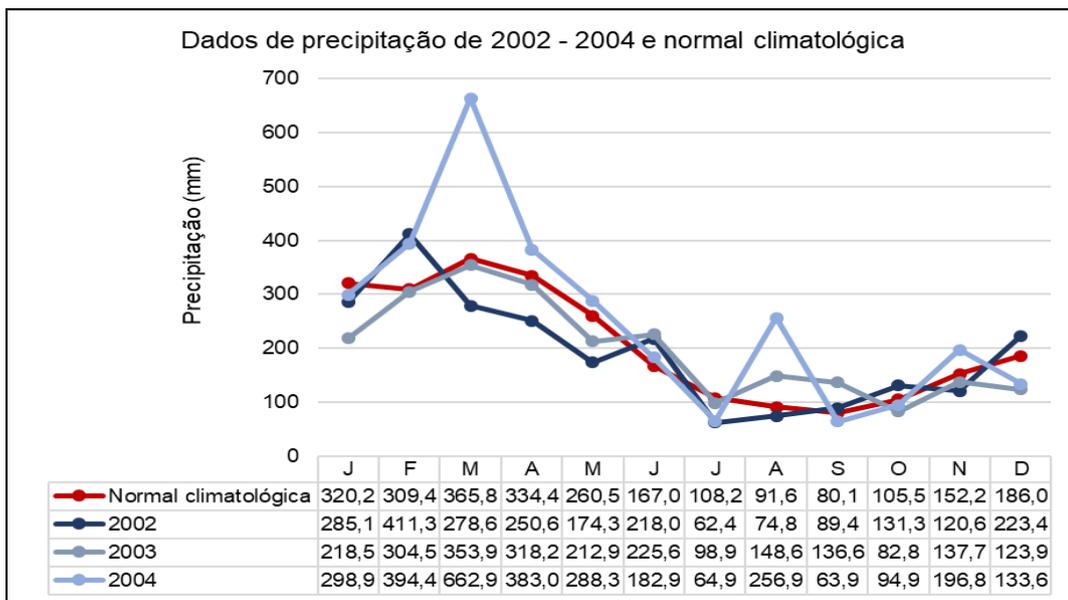
agosto e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, setembro, outubro e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica acumulada anual (1992), 2.025,3 mm foi inferior à média do acumulado anual da normal climatológica da estação (Embrapa/INMET), 2.481,0 mm.

Por não haver registro dos dados estimados do PERSIANN-CDR para o ano de 1992, os eventos extremos foram sinalizados de acordo com o gráfico comparativo da precipitação pluviométrica mensal de 1992 (figura 51) em relação a normal climatológica, baseada somente na variabilidade da precipitação.

A anomalia negativa caracterizada no município segundo a variabilidade dos meses foi influenciada pelo fenômeno El Niño (1991-1992) de intensidade forte que caracterizou o déficit de chuva principalmente no início da estação seca, nos meses de junho-julho. O rendimento médio da produção (produtividade) foi de 124 kg/ha, com produção de 33 t em uma área colhida de 265 ha. A baixa produtividade deve estar associada ao longo período com déficit de precipitação, interferindo no desenvolvimento dos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores.

O gráfico dos dados de precipitação pluviométrica dos anos de 2002 – 2004 (figura 53) demonstra uma variabilidade mensal em relação a normal climatológica da estação (Embrapa/INMET). A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2002 mostra que os meses, fevereiro, junho, setembro, outubro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, março, abril, maio, julho, agosto e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2002 foi de 2.319,8 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

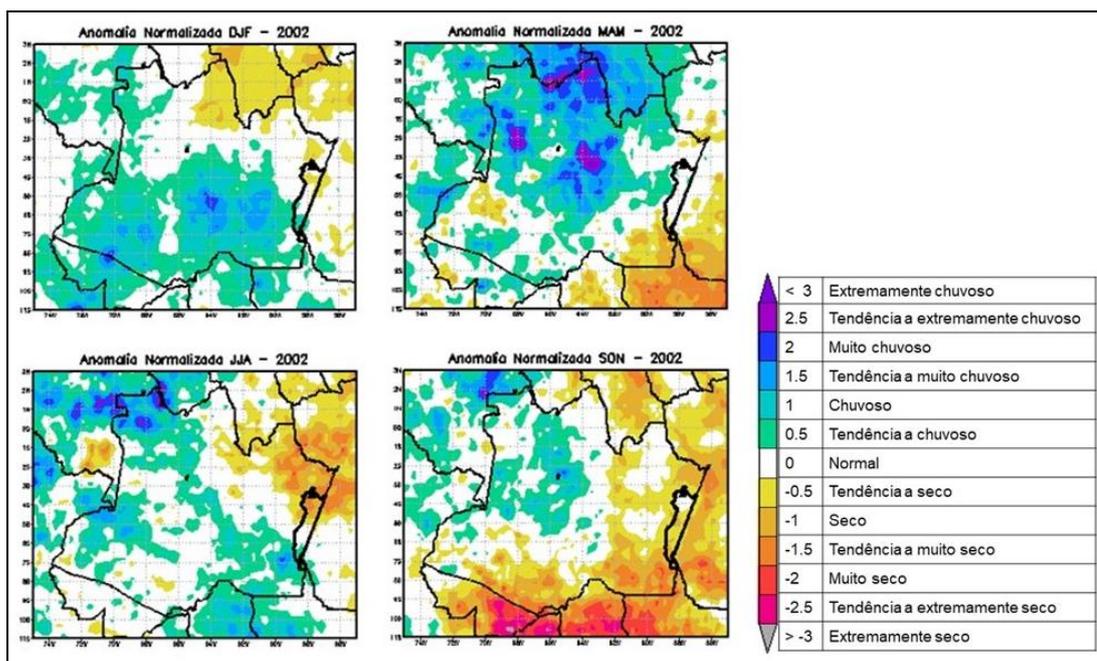
Figura 53: Precipitação pluviométrica do ano de 2002 - 2004 e normal climatológica



Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2002 (figura 54), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas no município de Maués.

Figura 54: Anomalia normalizada trimestral - 2002



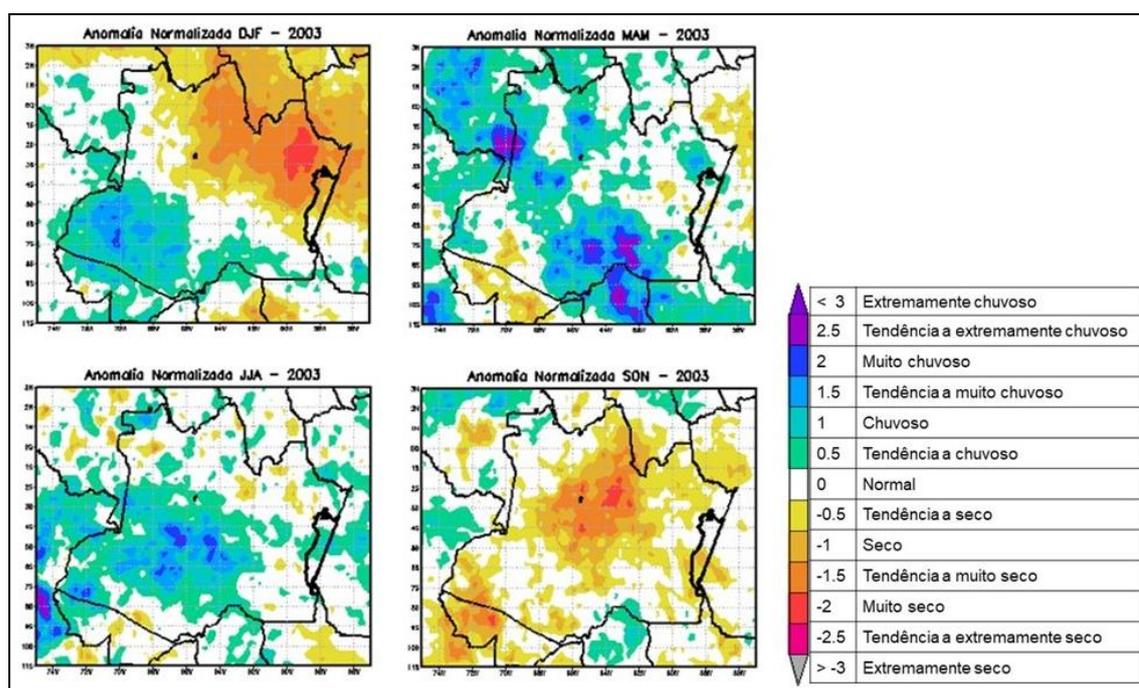
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

O trimestre DJF em Maués apresentou uma anomalia negativa, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Seco (-1 a -1.5) em áreas isoladas no norte, e uma anomalia positiva entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a chuvoso (0.5 a 1) no sul do município. No trimestre MAM praticamente toda área de Maués ficou dentro da normalidade (-0.5 a 0.5), o que pode ter influenciado negativamente o período do plantio de novas mudas do guaraná, que geralmente ocorrem no período chuvoso. O fenômeno El Niño (2002-2003) de intensidade moderada começa a impactar com déficit de chuva nos trimestres JJA SON apresentando uma anomalia negativa, respectivamente, em áreas no norte e sul, entre os intervalos de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2), favorecendo os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores. A produção de guaraná deste ano foi de 360 t com um rendimento médio da produção (produtividade) de 150 kg/ha em uma área colhida de 2400 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2003 (figura 53) mostra que os meses, junho, agosto e setembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, julho, outubro, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica acumulada anual (2003), 2.362,1 mm foi inferior à média do acumulado anual da normal climatológica da estação (Embrapa/INMET), 2.481,0 mm.

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2003 (figura 55), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas no município. Os trimestres MAM e JJA apresentaram os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a chuvoso (0.5 a 1) no município.

Figura 55: Anomalia normalizada trimestral - 2003



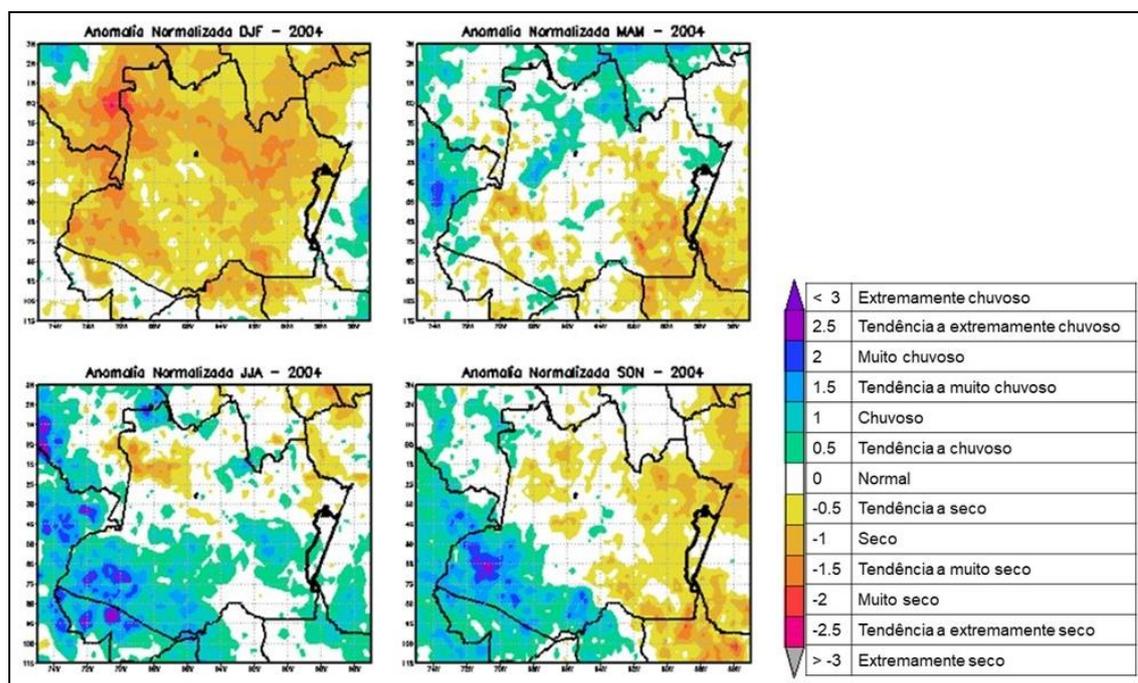
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

O fenômeno El Niño (2002-2003) de intensidade moderada influenciou o déficit de chuva (anomalia negativa) nos trimestres DJF e SON no município, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2), e áreas dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). O déficit de chuva impactou no balanço hídrico na região, dificultando os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, impactando negativamente na produção e produtividade do guaraná. A produção que neste ano foi de 378 t, com rendimento médio da produção (produtividade) de 151 kg/ha em uma área colhida de 2500 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2004 (figura 53) mostram que os meses, fevereiro, março, abril, maio, junho, agosto e novembro, apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica, caracterizando um longo período com anomalia positiva. Os meses, janeiro, setembro, outubro e dezembro, apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2004 foi de 3.021,4 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2004 (figura 56), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas no município. No trimestre JJA ficou caracterizada uma anomalia positiva em áreas no sul do município, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a chuvoso (0.5 a 1).

Figura 56: Anomalia normalizada trimestral de 2004



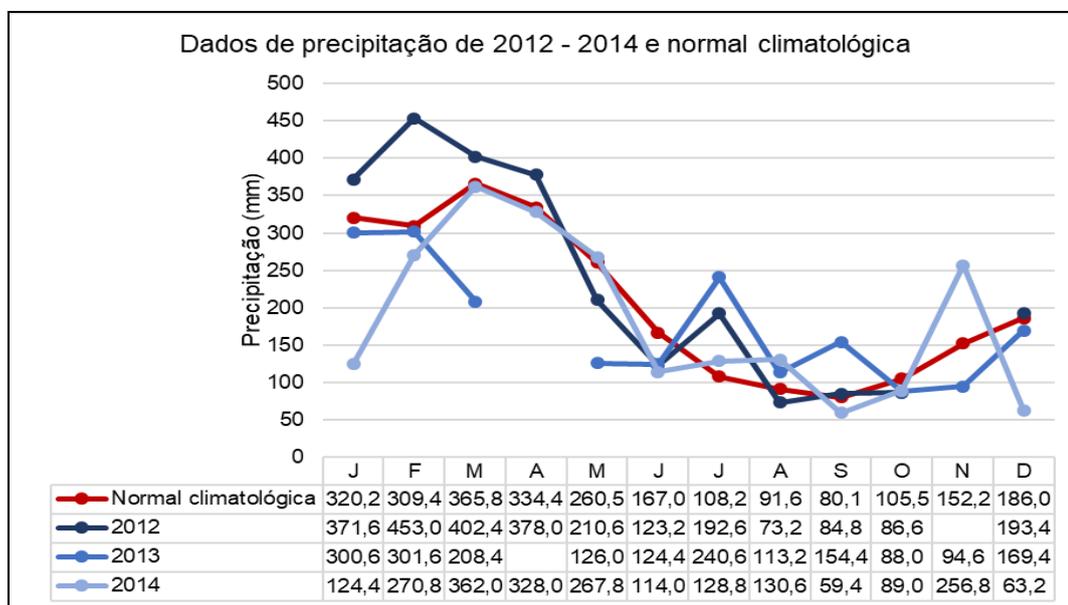
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S. 2019.

Ficou bem evidente nos trimestres DJF, MAM e SON uma anomalia negativa de precipitação entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Seco (-1 a -1.5), e áreas dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). O déficit de precipitação nos trimestres impactou no balanço hídrico na região, inibindo as fenofases reprodutivas dos guaranazeiros, principalmente nos eventos fenológicos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, desta forma influenciando negativamente resultado da produção e produtividade. A produção de guaraná deste ano foi de 405 t com um rendimento médio da produção (produtividade) de 150 kg/ha em uma área colhida de 2700 ha.

Segundo Michiles (2010, p. 102), as perspectivas para a colheita de 2004 apontavam para uma queda de aproximadamente 50% na produção do ano. Os produtores apontaram como causa a chuva na época da floração e a falta de manejo do guaranazal por progressiva e acelerada descapitalização. Porém o que foi demonstrado na anomalia normalizada de precipitação dos trimestres (figura 57) foi um déficit que impactou o balanço hídrico no município, resultando em uma baixa produtividade, e que se manteve em relação ao ano anterior, apresentando uma diferença de 1 kg/ha.

O gráfico dos dados de precipitação pluviométrica dos anos de 2012 – 2014 (figura 57) demonstra uma variabilidade mensal em relação a normal climatológica da estação (Embrapa/INMET). A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2012 mostra que os meses, janeiro, fevereiro, março, abril, julho, setembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica, sendo caracterizados como anomalia positiva.

Figura 57: Precipitação pluviométrica do ano de 2012 - 2014 e normal climatológica



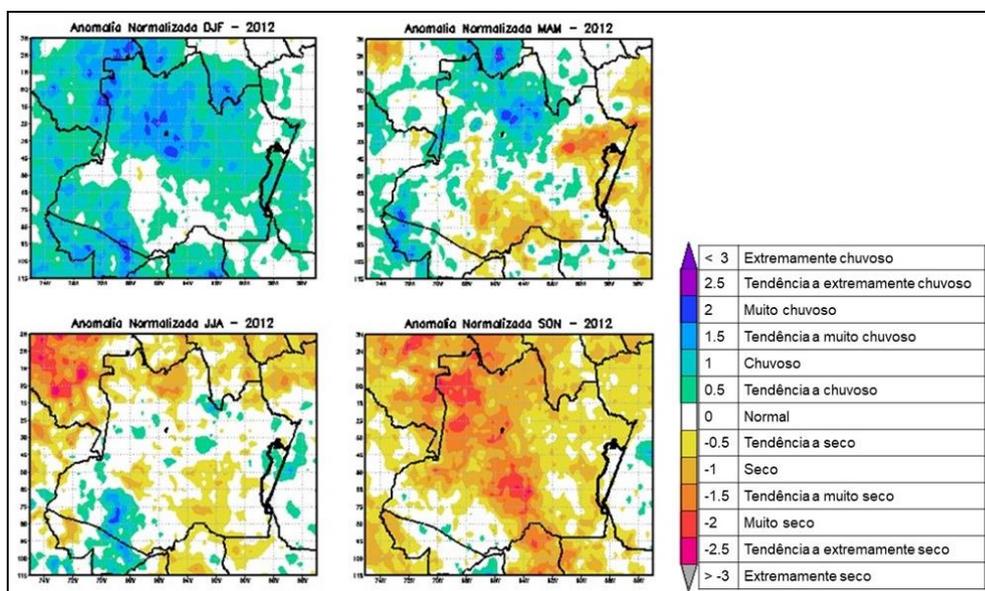
Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

Os meses, maio junho, agosto e outubro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. O mês de outubro não teve registro, mesmo com esta ausência de dados,

a precipitação pluviométrica anual no ano de 2012 foi de 2.569,4 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2012 (figura 58), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta a variabilidade e espacialização sazonal da precipitação no município de Maués, caracterizando as anomalias positivas e negativas. Ficou bem evidente nos trimestres DJF e JJA uma anomalia positiva entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Chuvoso (1 a 1.5.) e áreas dentro da normalidade (-0.5 a 0.5).

Figura 58: Anomalia normalizada trimestral - 2012



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

O trimestre MAM apresentou uma anomalia negativa entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a 1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2) e áreas dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). O trimestre SON apresentou dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). Esse trimestre apresentou uma anomalia negativa de tendência a seco, em um período que normalmente é chuvoso, o mesmo ocorreu no trimestre seguinte (JJA), que é um trimestre de pouca precipitação (estação seca) e teve anomalia positiva. Estas anomalias interferiram nos processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas. A produção que neste ano foi de 384 t, com rendimento médio da produção (produtividade) de 160 kg/ha em uma área colhida de 2400 ha.

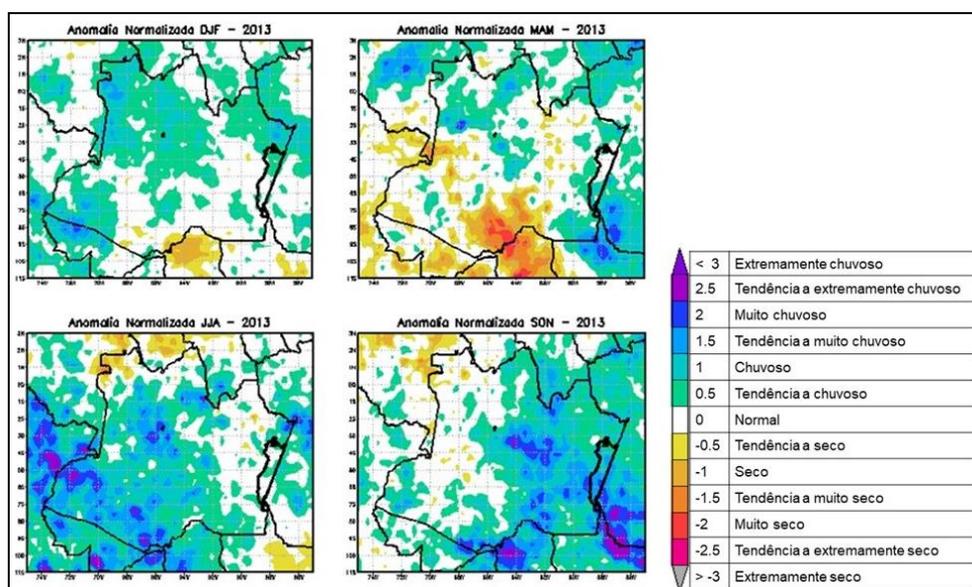
O trimestre MAM apresentou uma anomalia negativa entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a 1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2) e áreas dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). O trimestre SON apresentou dentro da normalidade (-0.5 a 0.5).

A produção que neste ano foi de 384 t, com rendimento médio da produção (produtividade) de 160 kg/ha em uma área colhida de 2400 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2013 (figura 57) mostra que os meses, julho, agosto e setembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, fevereiro, março, maio, junho, outubro, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. O mês de abril consta sem registro, isso influenciou no total anual de precipitação no ano de 2013 que foi de 1.921,2 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada para 2013, por serem estimados, não apresentou falhas nos registros como os dados observados na estação automática de Maués. A figura 59 apresenta os quatro trimestres do ano, mostrando uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação em Maués, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Figura 59: Anomalia normalizada trimestral - 2013



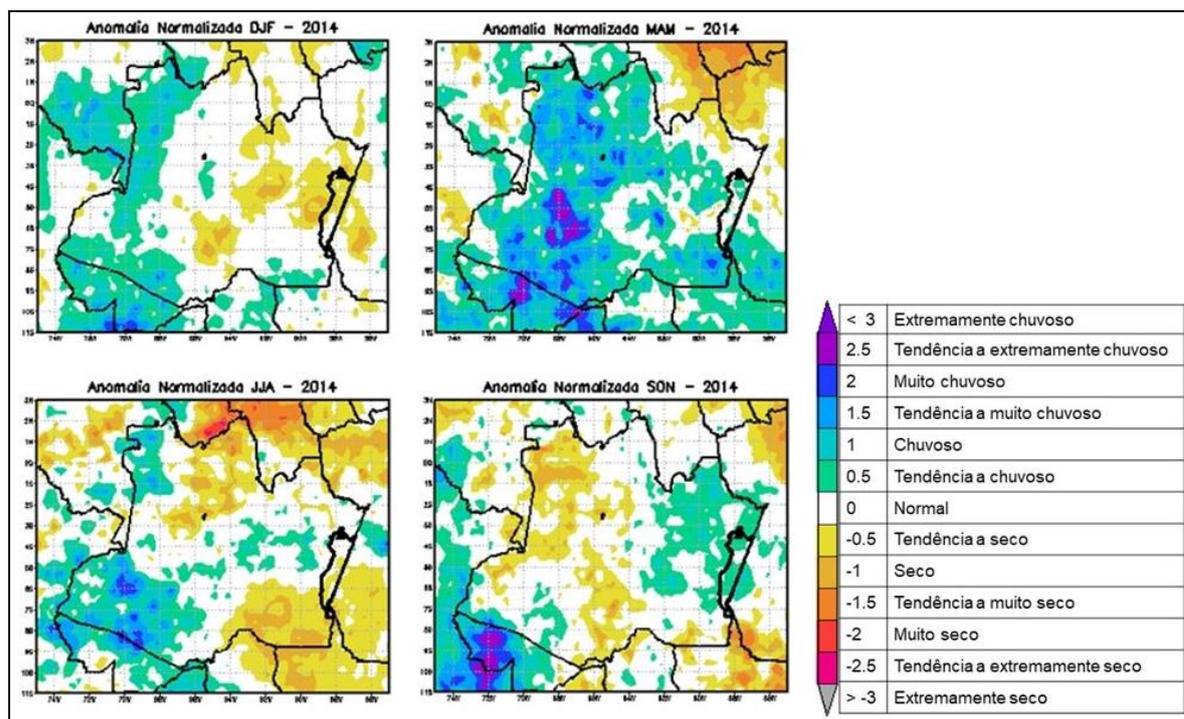
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Em Maués ficou bem evidente nos quatro trimestres uma anomalia positiva, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Tendência a muito chuvoso (1.5 a 2), e áreas dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). O excesso de precipitação nos trimestres JJA e SON pode ter inibido os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores dos guaranazeiros em fase madura, a colheita por sua vez, no início da estação chuvosa, ficou parcialmente comprometida com o excesso de chuva (anomalia positiva) em decorrência da antecipação da estação chuvosa no trimestre SON, inibindo as fenofases reprodutivas, afetando com isso a produção e a produtividade do guaraná, que neste ano foi de 300 t com uma produtividade de 125 kg/ha, com uma diferença de 35 kg/ha em relação ao ano anterior, em uma mesma área colhida de 2400 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2014 (figura 57) mostra que os meses, maio, junho, agosto e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, fevereiro, março, abril, junho, setembro, outubro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2014 foi de 2.194,8 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2014 (figura 60), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas no município de Maués.

Figura 60: Anomalia normalizada trimestral - 2014



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

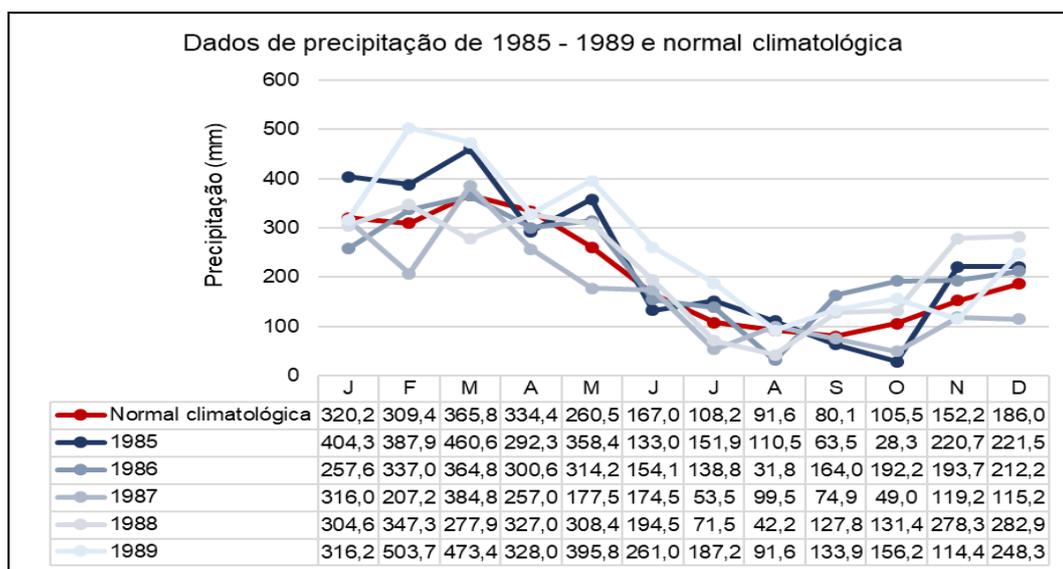
Os trimestres DJF e JJA apresentaram uma anomalia negativa, respectivamente, na região norte e sul do município, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a Chuvoso (0.5 a 1), e áreas dentro da normalidade (-0.5 a 0.5), respectivamente no sul e centro do município. Nos trimestres MAM e SON foi caracterizado um predomínio da anomalia positiva e áreas dentro da normalidade no município, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a chuvoso (0.5 a 1). A anomalia positiva no trimestre SON comprometeu parcialmente os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores dos guaranazeiros em fase madura, uma vez que, os mesmos ainda tiveram um estímulo nas fenofases reprodutivas no trimestre JJA, caracterizado por uma área de anomalia negativa e áreas dentro da normalidade, respectivamente sul e norte do município. A antecipação da estação chuvosa prejudicou o período de colheita da produção, que neste ano foi de 370 t com uma produtividade de 142 kg/ha em uma área colhida de 2610 ha.

### 3.7.5 Classe 5 de produtividade

Na classe 5 (entre 118 a 49 kg/ha), se destacaram os anos, 1985 - 1990; 1993 – 1998, 2001 e 2008, com um rendimento médio da produção de 78 kg/ha (produtividade). Foi analisada a precipitação pluviométrica nos respectivos anos, fazendo uma relação entre a precipitação e a produtividade.

O gráfico dos dados de precipitação pluviométrica de 1985 (figura 61) demonstra uma variabilidade mensal em relação a normal climatológica da estação (Embrapa/INMET). A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1985 mostra que os meses, janeiro, fevereiro, março, maio, julho, agosto, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, abril, junho, setembro e outubro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1985 foi de 2.832,6 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

Figura 61: Precipitação pluviométrica do ano de 1985 - 1989 e normal climatológica

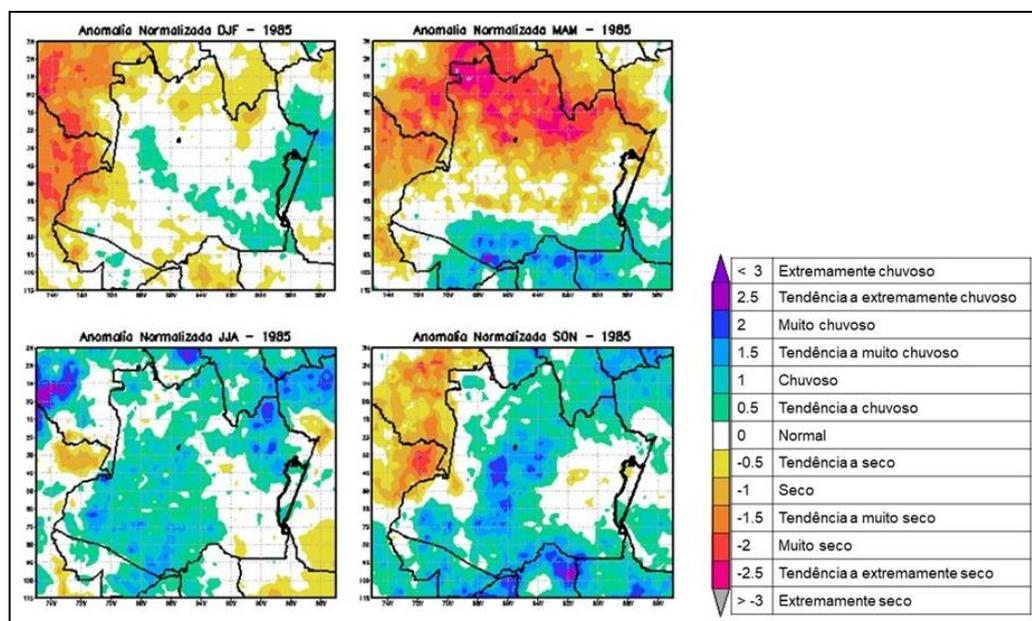


Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1985 (figura 62), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e

espacialização sazonal da precipitação em Maués, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Figura 62: Anomalia normalizada trimestral - 1985



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

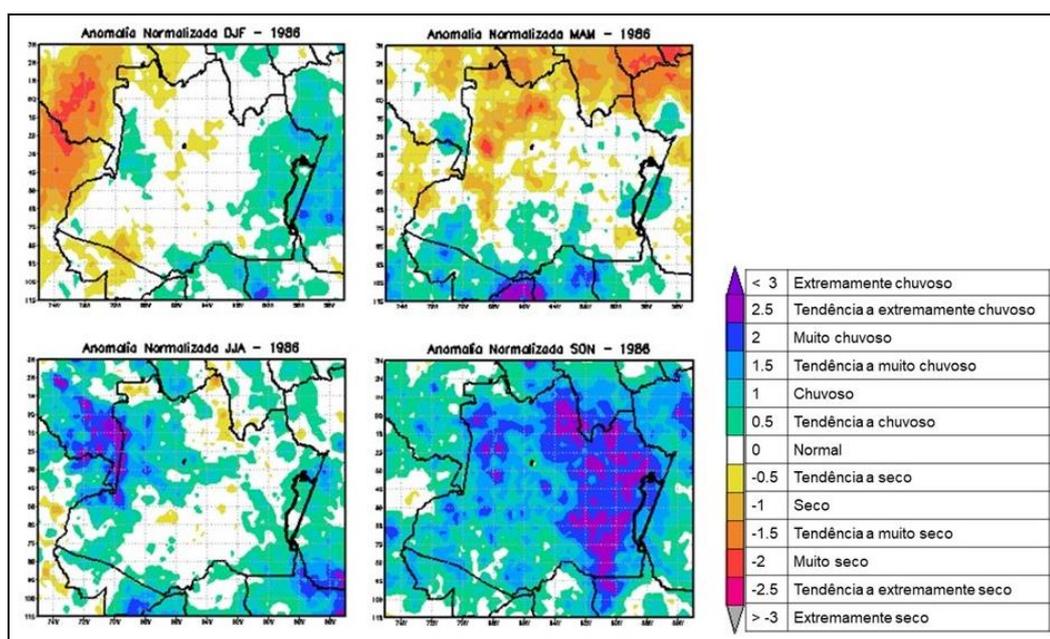
Em Maués ficou bem evidente uma anomalia positiva entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Chuvoso (1 a 1.5) nos trimestres DJF e JJA apresentando um excesso de chuva que pode comprometer as fenofases reprodutivas, principalmente os eventos fenológicos, processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores dos guarazeiros em fase madura. Os trimestres MAM e SON apresentaram uma anomalia negativa no norte do município, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Seco (-1 a -1.5) e áreas dentro da normalidade (-0.5 a 0.5) no centro e uma anomalia positiva no extremo norte do município, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Chuvoso (1 a 1.5). O trimestre JJA apresentou uma pequena anomalia positiva (Tendência a chuvoso). A produção e produtividade de guaraná deste ano foram de 518 t com uma produtividade de 107 kg/ha em uma área colhida de 4839 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1986 (figura 61) mostra que os meses,

fevereiro, maio, julho, setembro, outubro, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, março, abril, junho e agosto apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1986 foi de 2.661 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1986 (figura 63), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas em Maués.

Figura 63: Anomalia normalizada trimestral - 1986



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S. 2019.

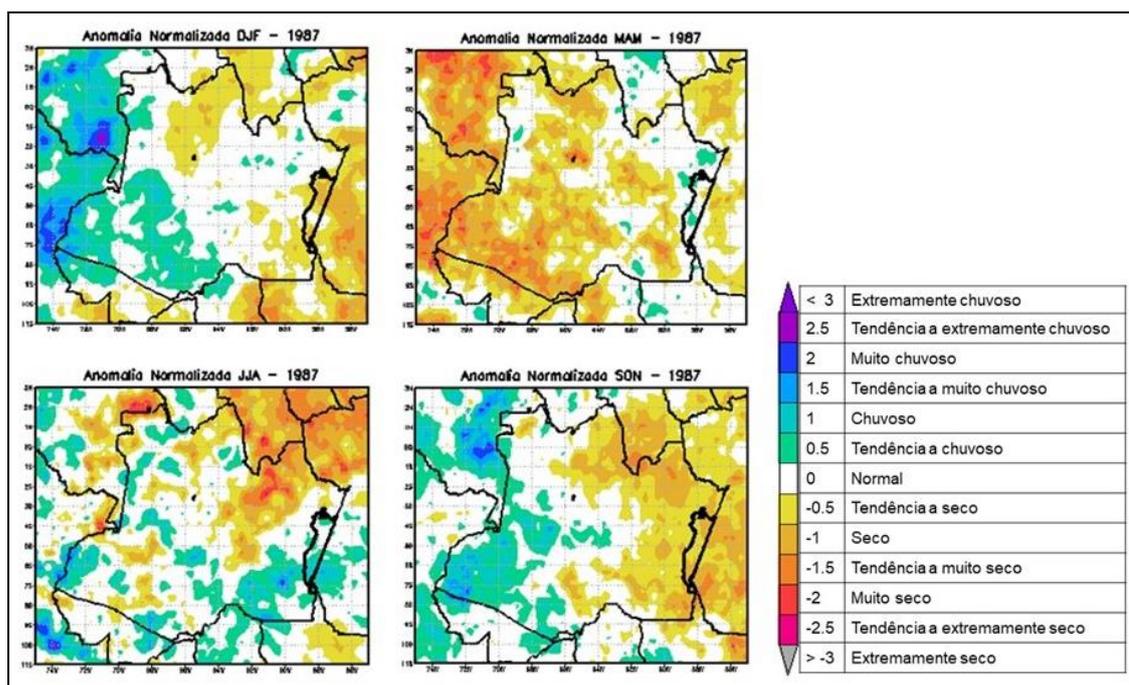
Em Maués ficou bem evidente uma anomalia positiva em todos os trimestres entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Muito chuvoso (2 a 2.5). Apesar da atuação do El Niño (1986-1987) de intensidade moderada na região, o município apresentou uma anomalia positiva (Tendência a chuvoso) que pode ter comprometido as fenofases reprodutivas, principalmente os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores dos guaranazeiros

em fase madura. A anomalia positiva intensificou no semestre seguinte (SON), entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a muito chuvoso (1.5 a 2) a Muito chuvoso (2 a 2.5), dificultando ainda mais as fenofases reprodutivas e período da colheita. Portanto, pode ter contribuído para baixa produtividade apresentada neste ano. A produção de guaraná deste ano foi de 528 t com uma produtividade de 109 kg/ha em uma área colhida de 4854 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1987 (figura 61) mostra que os meses, março, junho e agosto apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, fevereiro, abril, maio, julho, setembro, outubro, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1987 foi de 2.028,3 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1987 (figura 64), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, caracterizando as anomalias positivas e negativas no município de Maués.

Figura 64: Anomalia normalizada trimestral - 1987



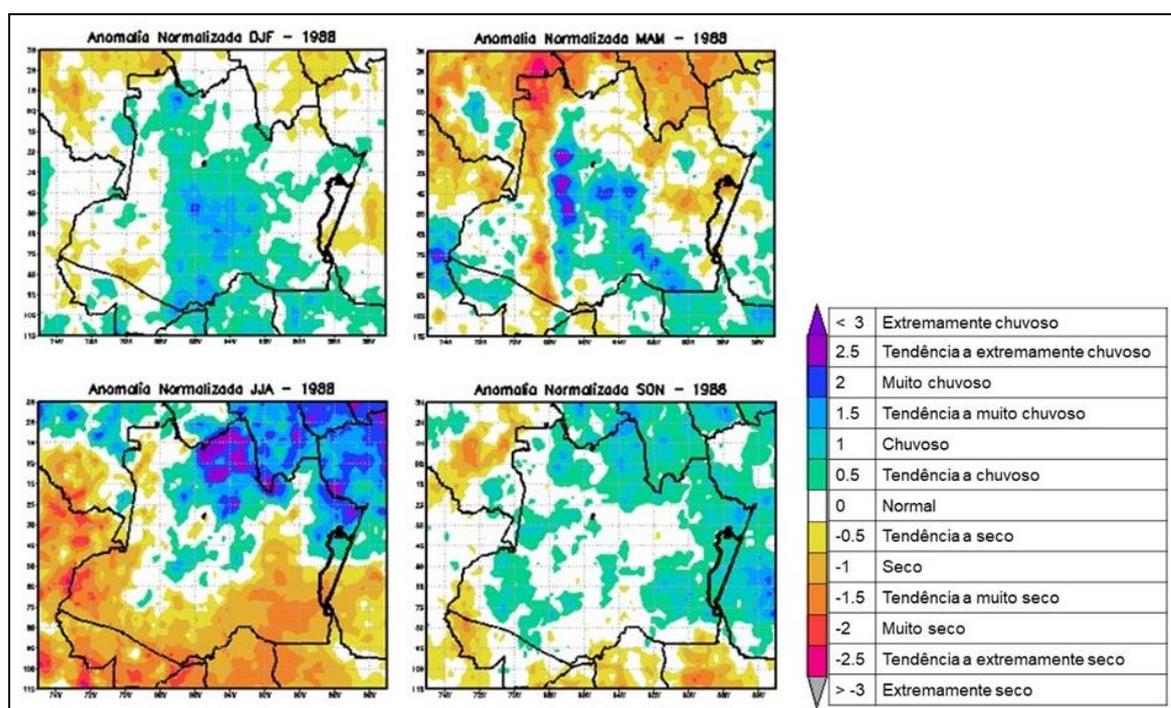
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Nos trimestres MAM e JJA apresentaram algumas áreas com anomalia negativa entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a chuvoso (0.5 a 1), e áreas dentro da normalidade no município. O excesso de precipitação principalmente no trimestre JJA pode ter contribuído para os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura. Em Maués a anomalia negativa entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2) foi bem evidente nos trimestres DJF e SON, influenciada pelos fenômenos El Niño (1986-1987) e o El Niño (1987-1988) de intensidade, respectivamente, moderada e forte. O déficit de precipitação pode ter contribuído para a proliferação de pragas, em especial o tripses ou Lacerdinha (*Liothrips adisi*), pequenos insetos que impedem o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e, em consequência a produção. A produção de guaraná deste ano foi de 372 t com uma produtividade de 74 kg/ha em uma área colhida de 5000 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1988 (figura 61) mostra que os meses, fevereiro, maio, junho, setembro, outubro, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, março, abril, julho, agosto apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1988 foi de 2.693,8 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1988 (figura 65), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Figura 65: Anomalia normalizada trimestral - 1988



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Os trimestres DJF e MAM apresentaram uma anomalia negativa em áreas isoladas no sul e norte do município, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Seco (-1 a -1.5), as outras áreas se apresentaram dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). No trimestre JJA foi caracterizada uma anomalia positiva em áreas no norte, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Tendência a muito chuvoso (2 a 2.5), e uma anomalia negativa em áreas no sul do município, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Muito seco (-2 a -2.5), as outras áreas do estado se apresentaram dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). No trimestre SON apresentou uma anomalia positiva em todo o município, entre os intervalos de classificação de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Chuvoso (1 a 1.5).

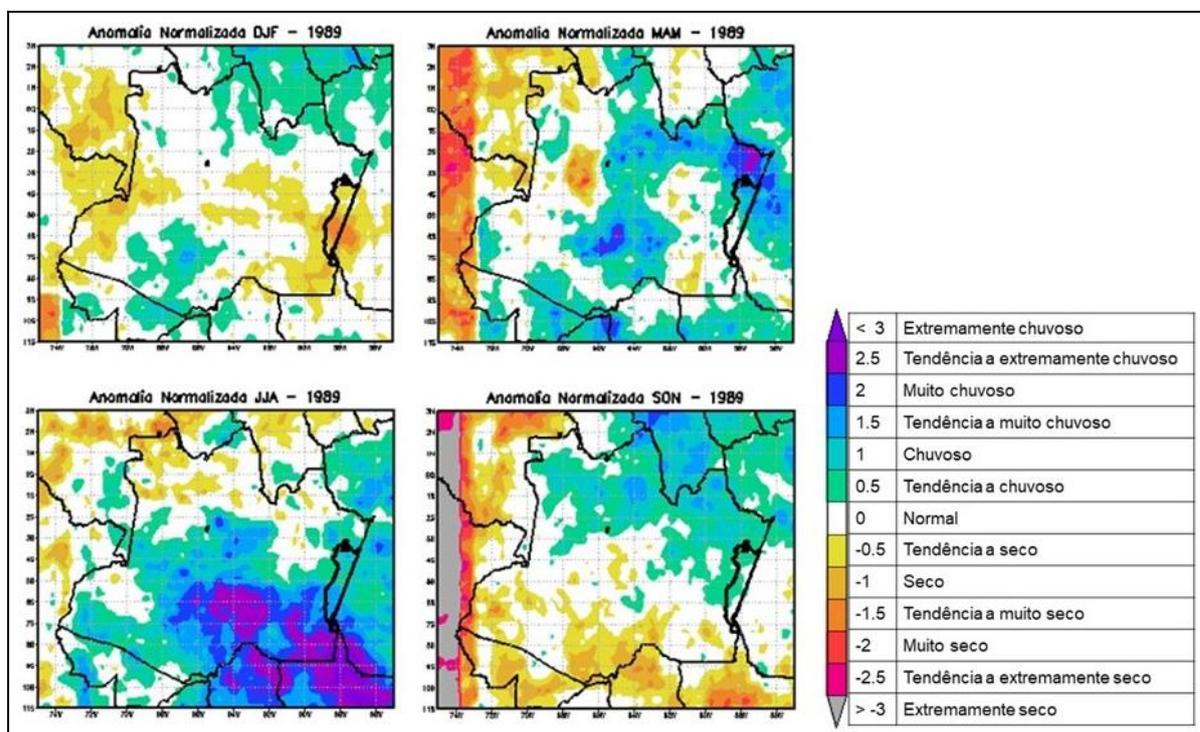
Anomalia positiva sobre o município de Maués nos trimestres JJA e SON foi influenciado pelo fenômeno La Niña (1988 a 1989) apresentando um excesso de precipitação que pode comprometer a produção, principalmente na inibição dos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores em fase madura. O período da colheita também é comprometido pela falta de frutos maduros, com isto, pode ter

contribuindo para baixa produtividade apresentada neste ano. A produção de guaraná deste ano foi de 520 t com uma produtividade de 102 kg/ha em uma área colhida de 5104 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1989 (figura 61) mostra que os meses, fevereiro, março, maio, junho, julho, setembro, outubro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, abril e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. O mês de agosto apresentou-se dentro da normalidade. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1989 foi de 3.209,7 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1989 (figura 66), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, caracteriza as anomalias positivas e negativas em Maués.

Figura 66: Anomalia normalizada trimestral - 1989



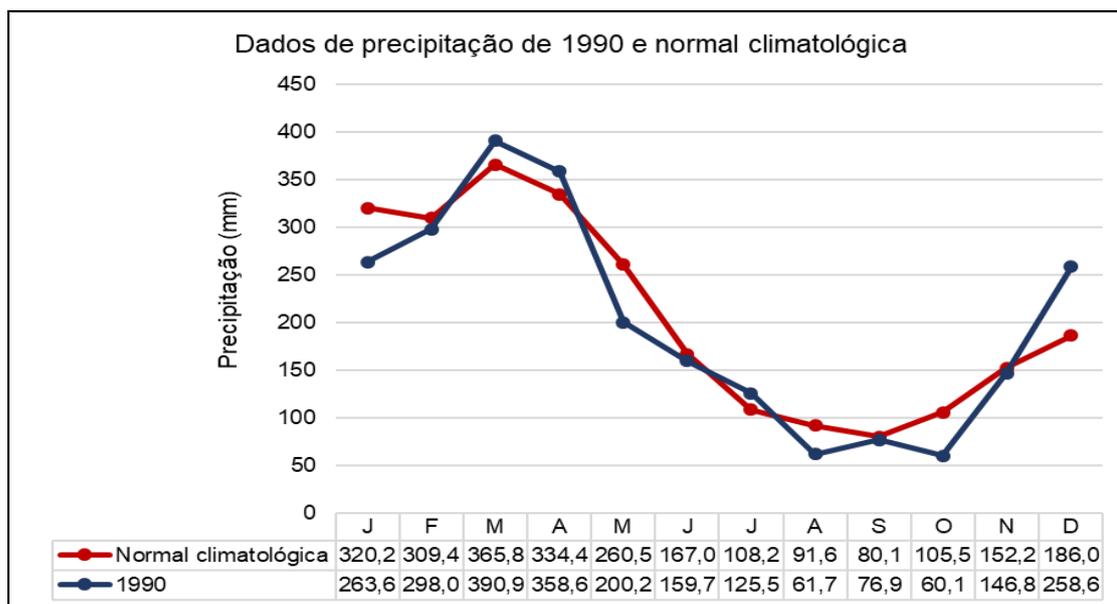
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

No trimestre DJF ficou bem evidente uma anomalia negativa no município, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Tendência a muito seco (-1.5 a -2). Os trimestres MAM, JJA e SON apresentaram uma anomalia positiva, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Tendência a muito chuvoso (1.5 a 2). O excesso de chuva no município pode ter sido influenciado pelo fenômeno La Niña (1988-1989) de intensidade moderada. Esse excesso de chuva pode comprometer as fenofases reprodutivas, principalmente no plantio de novas mudas, e os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura, e o período da colheita contribuindo para queda na produtividade apresentada neste ano. A produção de guaraná deste ano foi de 238 t com uma produtividade de 51 kg/ha em uma área colhida de 4690 ha.

O final da década de 80 foi o período em que o município de Maués perde para a Bahia o título de maior produtora de guaraná do Brasil. A produtividade do guaraná teve uma redução crescente, isso ficou bem evidente na elaboração das classes de produtividades e nos dados apresentados em relação a área colhida (ha), produção (t) e o rendimento médio da produção, ou seja, a produtividade (kg/ha). A queda na produção e produtividade do guaraná neste período está diretamente ligada aos guaranazeiros antigos (velhos), a falta de tratamentos culturais e a progressiva e acelerada descapitalização do guaraná neste período, e também aos Fenômenos El Niño e La Niña, em menor proporção e de forma distinta colaborou para a diminuição da produtividade.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1990 (figura 67) mostra que os meses, março, abril, julho e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, fevereiro, maio, junho, agosto, setembro, outubro e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1999 foi de 2.400,6 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

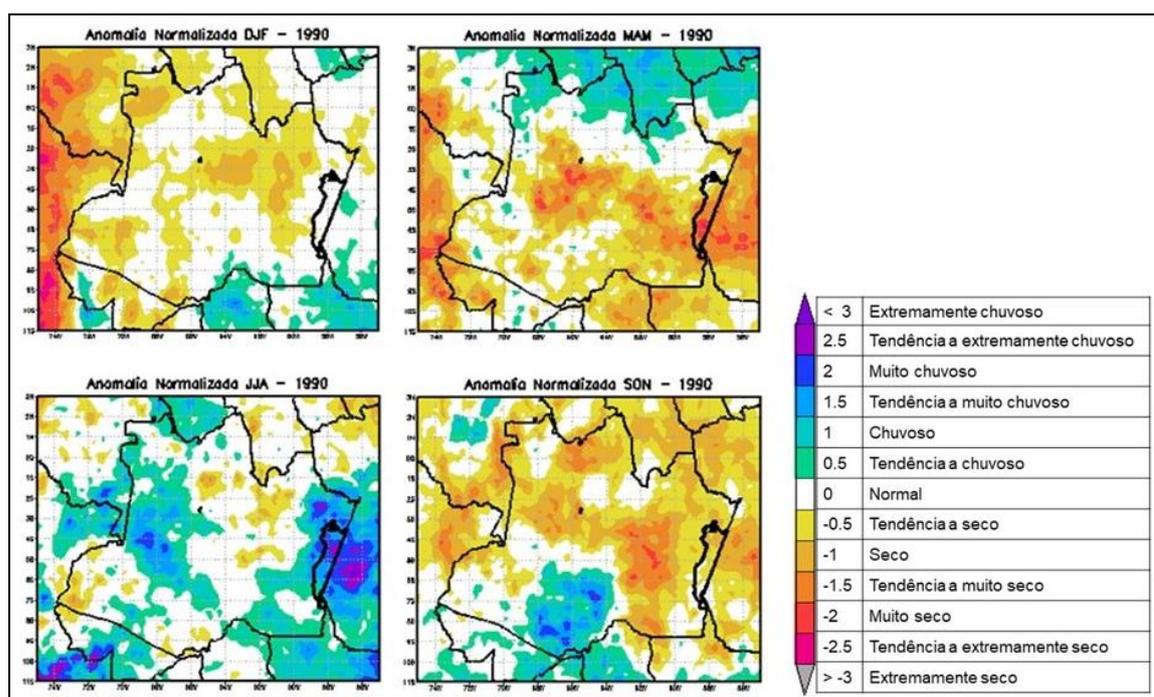
Figura 67: Precipitação pluviométrica do ano de 1990 e normal climatológica



Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1990 (figura 68), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas no município de Maués.

Figura 68: Anomalia normalizada trimestral - 1990

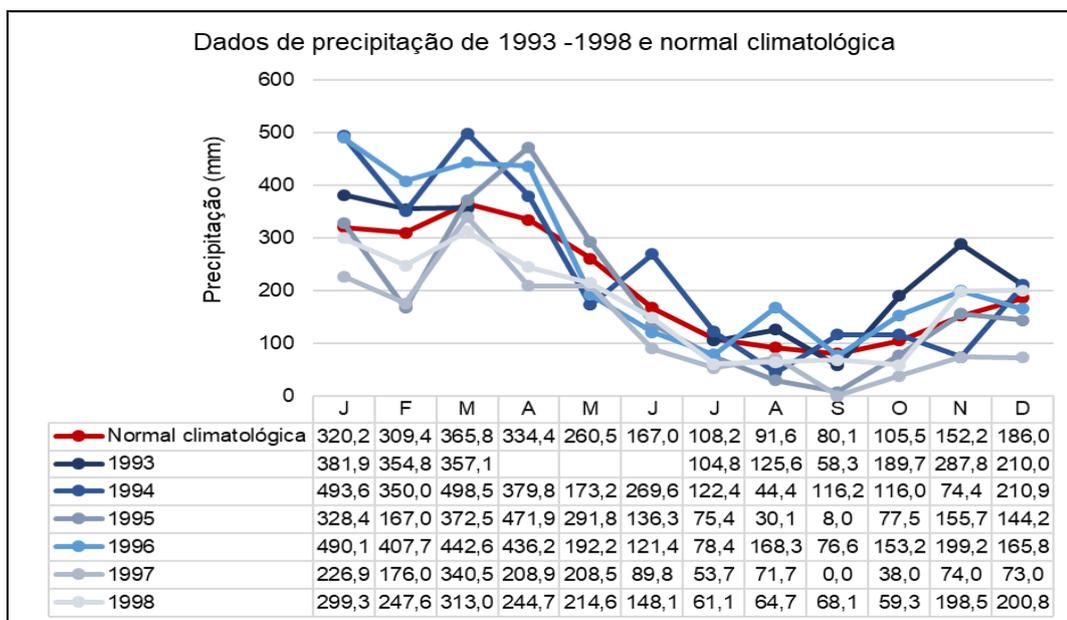


Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Os trimestres JJA apresentaram uma anomalia positiva entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Tendência a extremamente chuvoso (2.5 a 3), foi bem evidente no município de Maués, apresentando um excesso de precipitação que comprometeu as fenofases reprodutivas, principalmente nos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura. O trimestre DJF apresentou-se dentro da normalidade (-0.5 a 0.5) em todo o município. Nos trimestres MAM e SON apresentaram uma anomalia negativa entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Seco (-1 a -1.5) a Muito seco (-2 a -2.5). A produção de guaraná deste ano foi de 234 t com um rendimento médio da produção (produtividade) de 52 kg/ha em uma área colhida de 4500 ha. Tal baixa produtividade pode ser explicada pelo excesso de chuva (anomalia positiva) dificultando as fenofases reprodutivas do guaranazeiro, a proliferação de pragas no período de déficit de chuva (anomalia negativa).

O gráfico dos dados de precipitação pluviométrica dos anos de 1993 – 1998 (figura 69) demonstra uma variabilidade mensal em relação a normal climatológica da estação (Embrapa/INMET). A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1993 mostra que os meses, janeiro, fevereiro, agosto, outubro, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, março, julho e setembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. Os meses, abril, maio e junho estão sem registros (S/R) devido ao extravio do malote com os dados no barco. Essa ausência de dados pode ter contribuído para a precipitação pluviométrica anual no ano de 1993 ser de 2.070 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

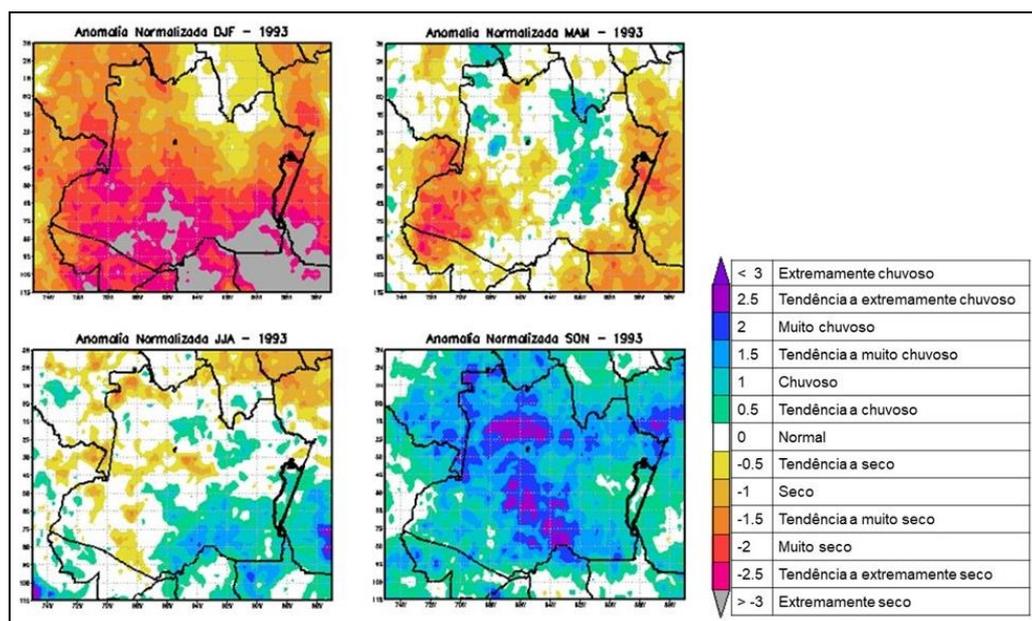
Figura 69: Precipitação pluviométrica do ano de 1993 - 1998 e normal climatológica



Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1993 (figura 70), corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, apresenta uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas sobre o município de Maués.

Figura 70: Anomalia normalizada trimestral - 1993



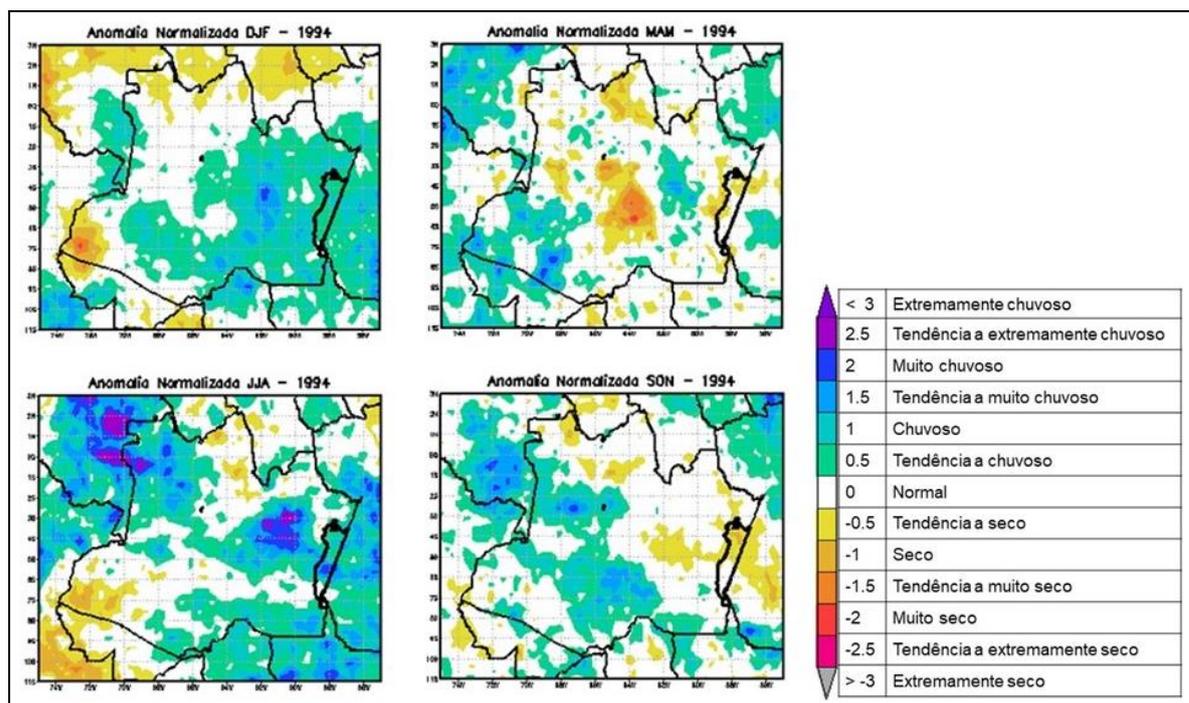
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

A anomalia negativa influenciada pelo fenômeno El Niño (1992-1993) de intensidade fraca, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Seco (-1 a -1.5) a Muito seco (-2 a -2.5) foi bem caracterizada sobre o município de Maués nos trimestres DJF e MAM. A anomalia negativa no trimestre DJF pode ter sido comprometida pela ausência de dados estimados (PERSIANN-CDR) do ano de 1992 (mês de dezembro), contabilizado no trimestre DJF. O déficit de chuva no trimestre MAM pode comprometer o plantio de novas mudas, que geralmente ocorre na estação chuvosa. Nos trimestres JJA e SON apresentaram uma anomalia positiva entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Chuvoso (1 a 1.5), um excesso de precipitação pode dificultar as fenofases reprodutivas, principalmente nos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura, comprometendo o período da colheita e impactando na redução da produção e a produtividade do guaraná. A produção de guaraná deste ano foi de 90 t com um rendimento médio da produção de 50 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 1800 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1994 (figura 69) mostra que os meses, janeiro, fevereiro, março, abril, junho, julho, setembro, outubro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, maio, agosto e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1994 foi de 2.849 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1994 (figura 71) apresenta, corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, caracteriza as anomalias positivas e negativas sobre o município de Maués.

Figura 71: Anomalia normalizada trimestral - 1994



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

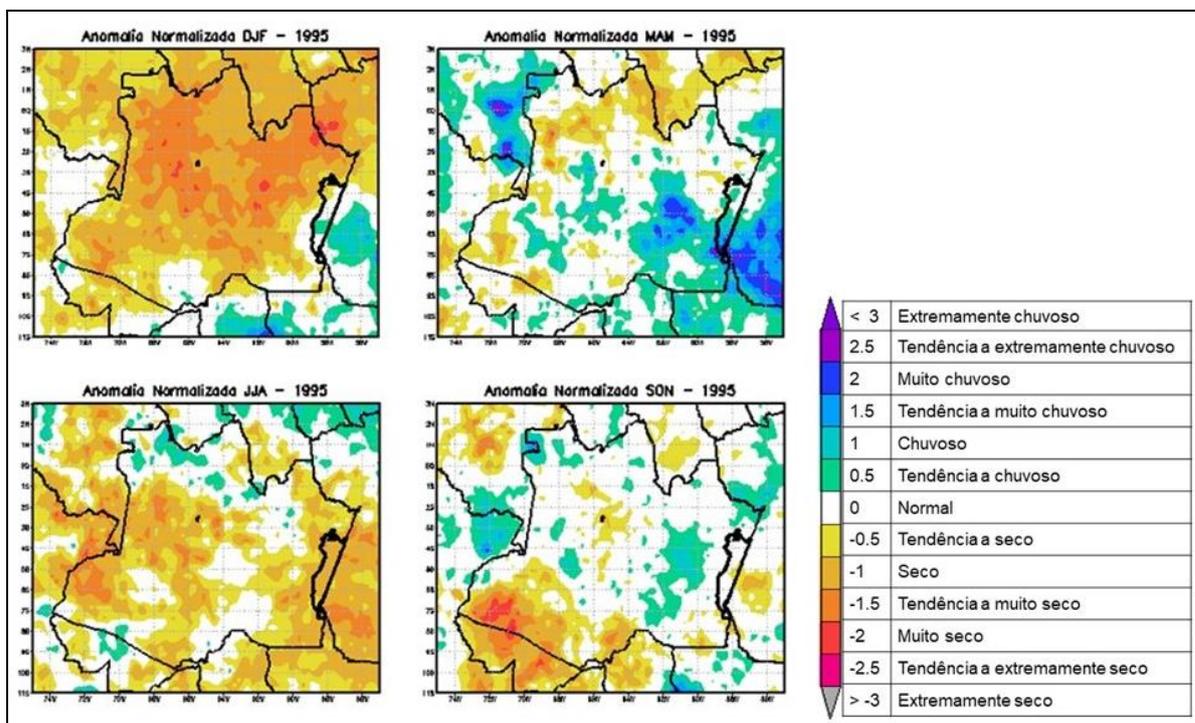
Nos trimestres DJF e JJA apresentaram uma anomalia positiva entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Muito chuvoso (2 a 2.5), bem caracterizada sobre o município de Maués, apresentando um excesso de precipitação que compromete as fenofases reprodutivas, principalmente nos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura. A anomalia negativa nos trimestres MAM e SON pode ter contribuído para a proliferação de pragas em especial a tripés, pequenos insetos que impedem o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e, em consequência, a produção e produtividade de guaraná. A produção de guaraná deste ano foi de 90 t com um rendimento médio da produção de 50 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 1800 ha. A baixa produção e produtividade pode estar associada às anomalias positivas nas fenofases reprodutivas do guaraná e a proliferação de pragas associadas às anomalias negativas (déficit de chuva).

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1995 (figura 69) mostra que os meses, janeiro, março, abril, maio, junho e novembro apresentaram uma variabilidade da

precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, fevereiro, julho, agosto, setembro, outubro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1995 foi de 2.258,5 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1995 (figura 72) apresenta, corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas em Maués.

Figura 72: Anomalia normalizada trimestral - 1995



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

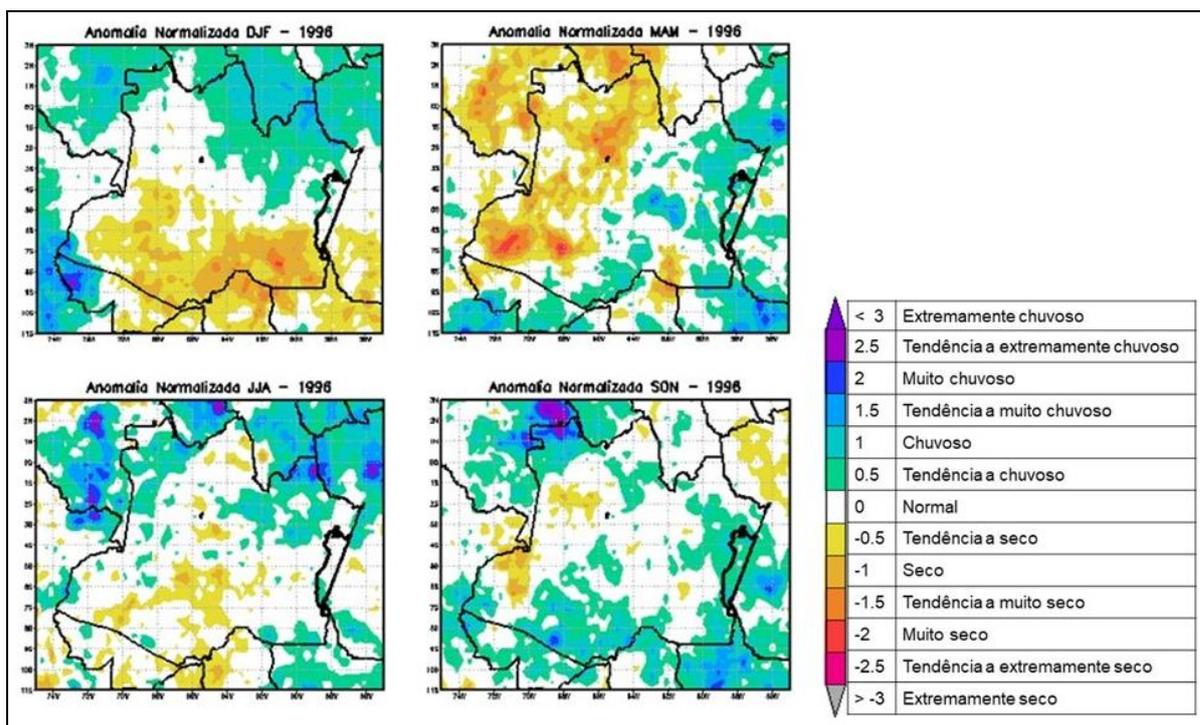
No trimestre DJF ficou caracterizada uma anomalia negativa entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Seco (-1 a -1.5) no norte, e uma anomalia positiva no sul do município, caracterizada sobre o município de Maués nos trimestres DJF, em áreas isoladas no norte do município entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a chuvoso (0.5 a 1). No trimestre MAM apresentou uma anomalia positiva entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a

chuvoso (0.5 a 1) a Muito chuvoso (2 a 2.5). Os trimestres JJA e SON apresentaram, respectivamente, uma anomalia negativa entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Tendência a seco (-0,5 a -1) a Tendência muito seco (-1 a -1.5) e dentro da normalidade (-0.5 a 0.5). A anomalia negativa apresentando um déficit de precipitação prolongando a estação seca que facilita os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura. A estação seca, pode também contribuir para a proliferação do tripes (*Liothrips adisi*), impedindo o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e, em consequência, a produção de flores. A produção de guaraná deste ano foi de 89 t com um rendimento médio da produção de 50 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 1780 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1996 (figura 69) mostra que os meses, janeiro, fevereiro, março, abril, agosto, outubro e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, maio, junho, julho, setembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1996 foi de 2.931,7 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1996 (figura 73) apresenta, corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Figura 73: Anomalia normalizada trimestral - 1996



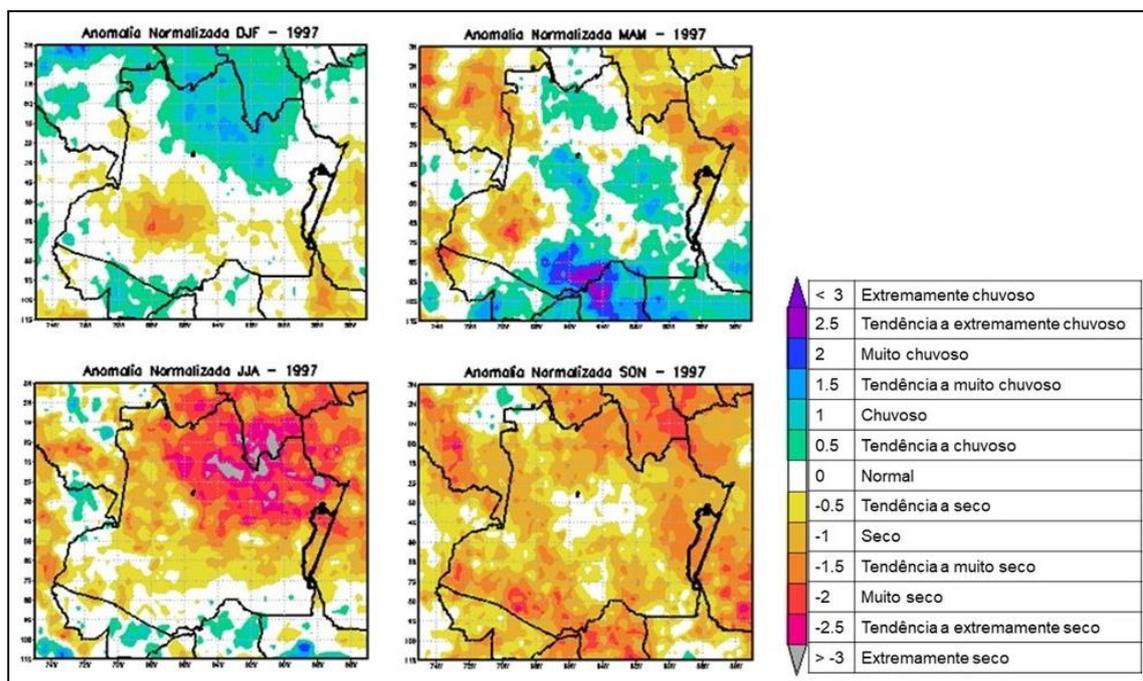
Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

A anomalia positiva de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Tendência a muito chuvoso (1.5 a 2), ficou bem caracterizada sobre o município de Maués nos trimestres DJF, MAM e SON apresentando um excesso de precipitação, que podem interferir na manutenção de frutos imaturos nas inflorescências, e prejudicar a produção. A produção de guaraná deste ano foi de 231 t com um rendimento médio da produção de 95 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 2420 ha.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1997 (figura 69) mostra que todos os meses apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica, caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1997 foi de 1.561 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1997 (figura 74) apresenta, corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Figura 74: Anomalia normalizada trimestral - 1997



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Anomalia negativa de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Muito seco (-2 a -2.5), ficou bem caracterizada sobre o município de Maués nos trimestres MAM, JJA e DJF, que foi influenciado pelo fenômeno El Niño (1997-1998) de intensidade forte que apresentou um déficit de precipitação nestes trimestres. A anomalia no trimestre MAM compromete o período de plantio (MAM) que ocorrem no período chuvoso. A anomalia negativa no trimestre JJA prolonga a estação seca, que facilita os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura, mas também a proliferação de pragas, em especial a tripes, insetos que impedem o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e, em consequência, a produção de flores. A produção de guaraná deste ano foi de 231 t com um rendimento médio da produção de 95 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 2420 ha.

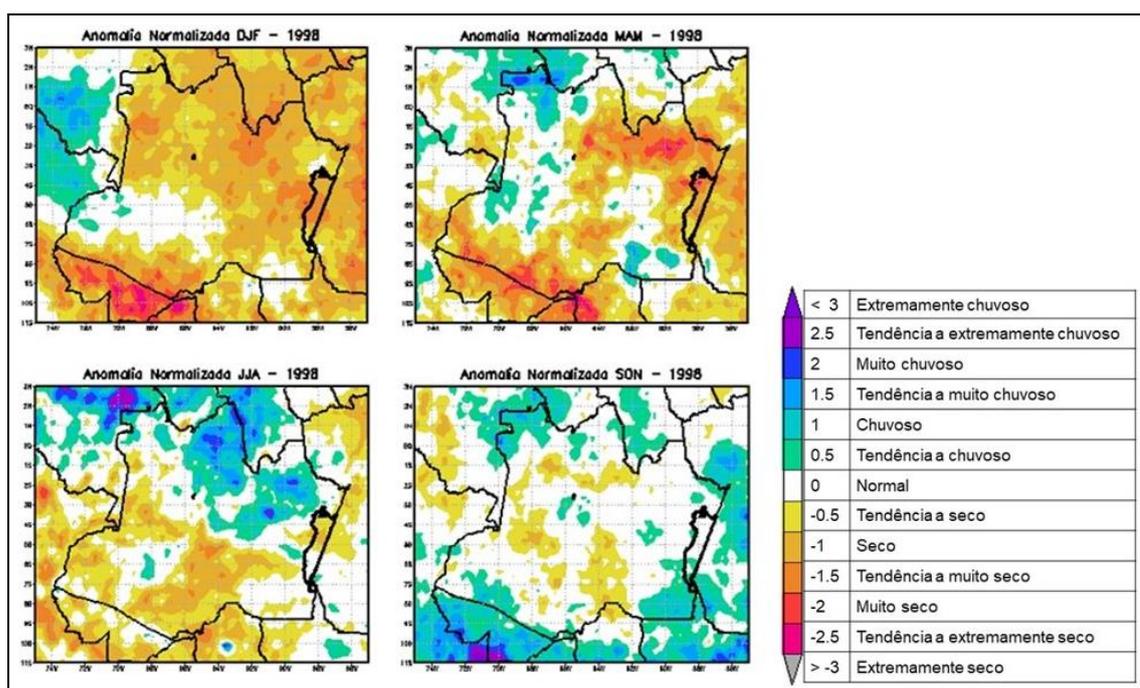
A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 1998 (figura 69) mostra que os meses, novembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro

apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 1998 foi de 2.119,8 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 1998 (figura 75) apresenta, corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Anomalia negativa de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Muito seco (-2 a -2.5), ficou bem caracterizada sobre o município de Maués nos trimestres DJF, MAM, JJA, influenciado pelo fenômeno El Niño (1997-1998) de intensidade forte apresentando um déficit de precipitação. A anomalia negativa no trimestre MAM compromete o período de plantio (MAM) que ocorrem no período chuvoso. A anomalia negativa no trimestre JJA prolonga a estação seca, que facilita os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranzeiros em fase madura. A produção de guaraná deste ano foi de 242 t com um rendimento médio da produção de 100 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 2420 ha.

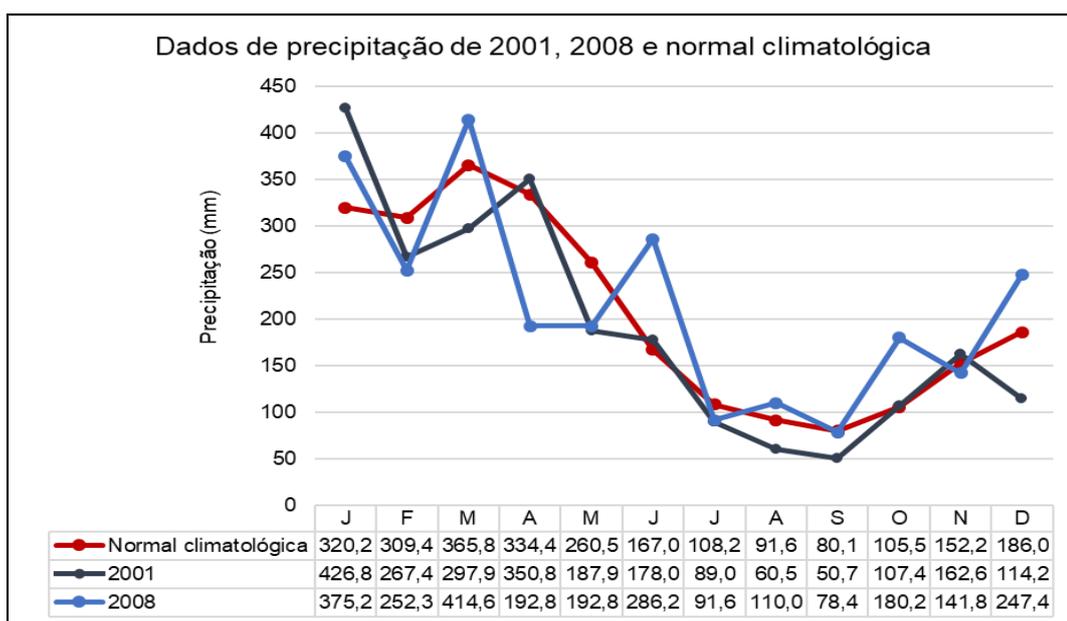
Figura 75: Anomalia normalizada trimestral - 1998



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

O gráfico dos dados de precipitação pluviométrica dos anos de 2001 e 2008 (figura 76) demonstra uma variabilidade mensal em relação a normal climatológica da estação (Embrapa/INMET). A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2001 mostra que os meses, janeiro, abril, junho, outubro e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, fevereiro, março, maio, julho, agosto, setembro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2001 foi de 2.293,2 mm, inferior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

Figura 76: Precipitação pluviométrica do ano de 2001 e normal climatológica



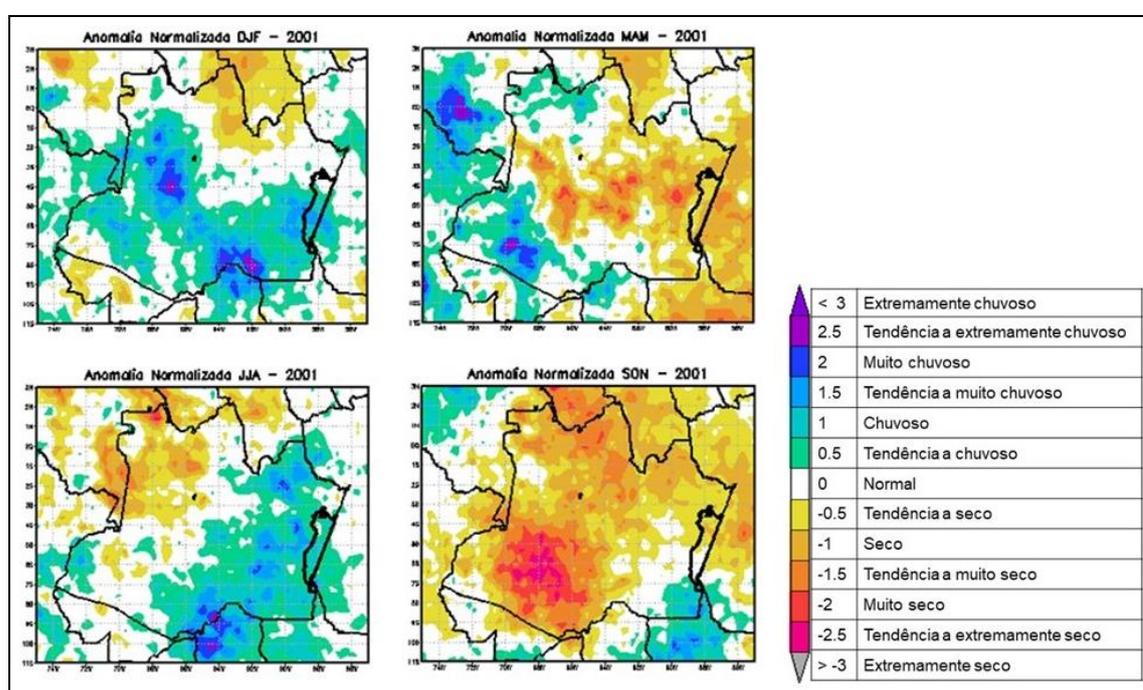
Fonte: Embrapa/INMET – Série histórica (1985 – 2014)

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2001 (figura 77) apresenta, corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Anomalia negativa de Tendência a seco (-0.5 a -1) a Muito seco (-2 a -2.5), ficou bem caracterizada sobre o município de Maués nos trimestres MAM e SON, com um déficit de precipitação e uma anomalia positiva de Tendência a chuvoso (0.5

a 1) a Tendência a muito chuvoso (1.5 a 2) nos trimestres DJF e JJA, com excesso de precipitação. A anomalia negativa no trimestre MAM compromete o período de plantio (MAM) que ocorrem no período chuvoso. A anomalia positiva no trimestre JJA prejudicar os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura. A produção de guaraná deste ano foi de 240 t com um rendimento médio da produção de 101 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 2370 ha.

Figura 77: Anomalia normalizada trimestral - 2001

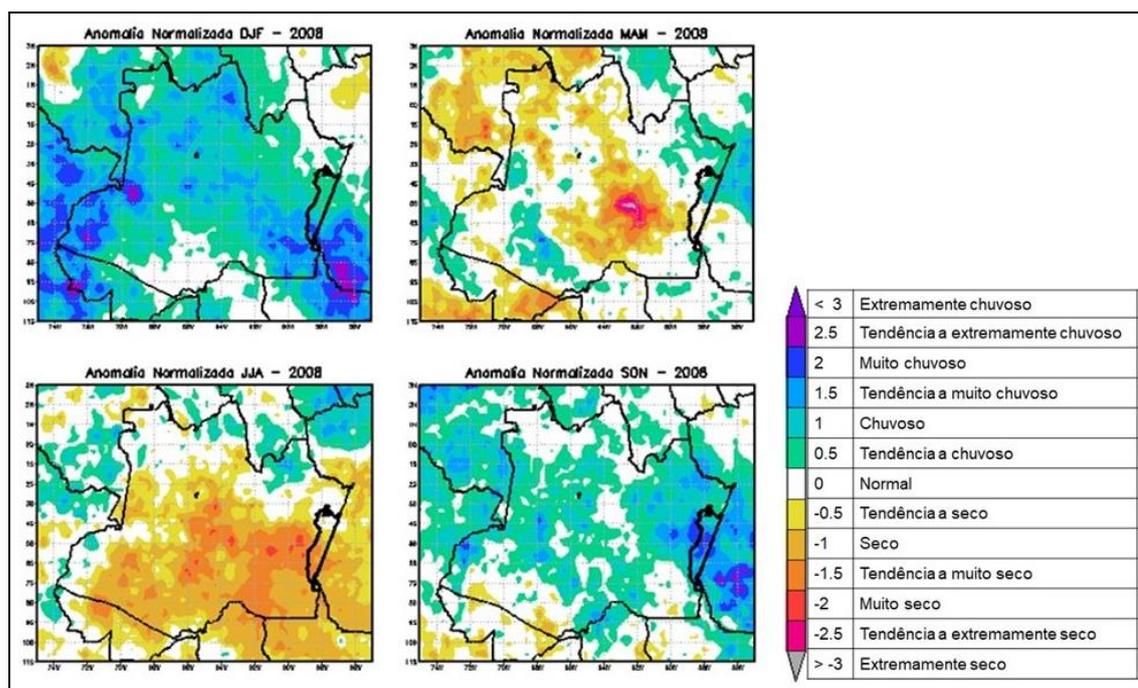


Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

A comparação dos dados observados da precipitação normal climatológica (1985 – 2014) com a precipitação do ano de 2008 (figura 76) mostra que os meses, janeiro, março, junho, agosto, outubro e dezembro apresentaram uma variabilidade da precipitação superior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalia positiva. Os meses, fevereiro, abril, maio, julho, setembro e novembro apresentaram uma variabilidade da precipitação inferior à normal climatológica e foram caracterizados como anomalias negativas. A precipitação pluviométrica anual no ano de 2008 foi de 2.563,3 mm, superior à normal anual climatológica de 2.481,00 mm da estação (Embrapa/INMET).

O mapa de anomalia normalizada trimestral de 2008 (figura 78) apresenta, corroborando com o gráfico comparativo do mesmo ano, uma variabilidade e espacialização sazonal da precipitação, caracterizando as anomalias positivas e negativas.

Figura 78: Anomalia normalizada trimestral - 2008



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Anomalia positiva de Tendência a chuvoso (0.5 a 1) a Muito chuvoso (2 a 2.5), ficou bem caracterizada sobre o município de Maués nos trimestres DJF, MAM e SON, com um excesso de precipitação. O trimestre JJA no extremo norte de Maués se apresentou dentro da normalidade, Normal (-0.5 a 0.5). A anomalia positiva comprometeu o período de plantio de novas mudas que ocorrem no período chuvoso, e prejudicou os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura. A produção de guaraná deste ano foi de 300 t com um rendimento médio da produção de 63 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 4700 ha.

Os eventos extremos influenciam significativamente a produtividade de culturas como o guaranazeiro (MORAIS, 2008, p. 2). Na safra de 2007/2008 os guaranazeiros do Amazonas, em geral apresentaram um declínio de produtividade. Segundo Morais et al. (2008) dentre as hipóteses levantadas para explicar a redução

da produtividade, foi a influência de anomalias positivas de precipitação (excesso de chuvas) em 2007, em alguns dos meses caracteristicamente menos chuvosos da região (julho, agosto, setembro e outubro). Segundo Moraes et al (2008) o excesso de chuvas pode ter interferido efetivamente nos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores do guaranazeiro.

Segundo Silva (2001), altas taxas de precipitação no mês de agosto (> 150 mm) reduziram significativamente a produtividade do guaranazeiro. De acordo com Silva (2001), as chuvas fortes no trimestre JJA (período de floração do guaranazeiro) prejudicam a produção, uma vez que o processo de polinização é dependente dos principais agentes polinizadores, que são as abelhas.

Segundo Moraes et al (2008), a partir de certo limiar, as chuvas fortes no período de floração podem provocar a queda de flores e frutos jovens, prejudicando a produção. Chuvas com intensidades maiores que 15 mm/h já começam a causar queda de flores e frutos (SILVA, 2001).

Houve uma diminuição trágica na produtividade do guaraná (semente) em 2008, totalizando nesse ano somente 63 kg/ha, com uma perda de 140 kg/ha em relação ao ano de 2007, cuja, a produtividade foi de 203 kg/ha.

A cultura do guaraná estava em crescente na produtividade, principalmente após o lançamento dos cultivares (BRS-Amazonas e BRS-Maués) no final da década de 90 (1999), com isto, o aumento da produtividade na década de 2000. Esta queda brusca na produtividade do guaraná em 2008 está diretamente ligada a um evento extremo ocorrido no mês de junho que apresentou uma precipitação acima (286,2 mm) da normal climatológica (167 mm), caracterizando em uma anomalia positiva sobre a região. O período de floração dos guaranazeiros pode ocorrer entre junho a agosto, esta forte chuva no mês de junho pode ter influenciado significativamente o processo de indução de florescimento, assim como o processo de polinização (MORAIS, p. 3, 2008).

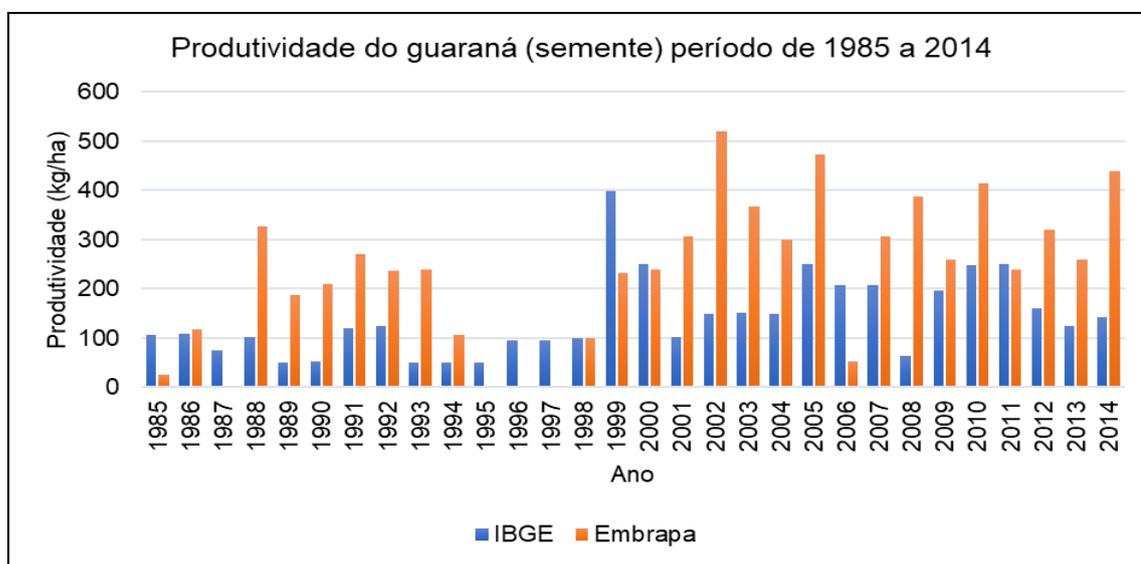
### **3.8 A produtividade dos cultivares experimentais**

A Embrapa Amazônia Ocidental no início da década de 70, dar início ao programa de melhoramento genético do guaranazeiro com objetivo de desenvolver cultivares mais produtividade e resistente as principais doenças. Em 1999

recomendou oficialmente a produção de clones de guaranazeiro, ou seja, mudas produzidas a partir de estacas retiradas de uma planta matriz selecionada, tendo sido lançados os clones BRS-Amazonas e BRS-Maués. A partir de 2000 lançam mais dez clones: BRS-CG372, BRS-CG648, BRS-CG189, BRS-CG505, BRS-CG610, BRS-CG612, BRS-CG850, BRS-CG882, BRS-CG608 e BRS-CG611 (NASCIMENTO FILHO et al. 2016).

Os cultivares clonados apresentaram uma maior produtividade em relação a produtividade do guaraná do relatório da Produção Agrícola Municipal (PAM - IBGE) do município de Maués (figura 79). Na comparação das produtividades dos cultivares (clones) e PAM, tem que levar em consideração a precocidade para o início da produção, em média, de 2 anos, contra 4 anos das plantas tradicionais; a produção comercial estabiliza-se após 3 anos do plantio no caso dos clones, e em 5 anos nas plantas tradicionais; a área planta e colhida, os tratos culturais e o sistema de produção agrícola que são diferentes dos adotados pelos produtores e os na fazenda experimental.

Figura 79: Produtividade dos cultivares clonados versus Produtividade da PAM



Fonte: Dados do IBGE e Embrapa. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

Os cultivares clonados na década de 80 apresentaram um rendimento médio da produção (produtividade) crescente. Em 1985 o rendimento médio da produção foi de 26,7 kg/ha de sementes secas, produtividade de um único experimento de acordo com a tabela 5 (Produtividades anuais dos experimentos do campo experimental da Embrapa em Maués – AM), com isso, sendo bem inferior a

produtividade da Produção Agrícola Municipal (Dados do IBGE) que foi de 107 kg/ha. A anomalia positiva no trimestre DJF e JJA Inibiu os processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas, processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores guaranazeiros em fase madura, conseqüentemente a produtividade.

No ano de 1986 mesmo com uma produção mais diversificada dos cultivares apresentou apenas uma produtividade de 117,8 kg/ha. Vale ressaltar que neste ano a precipitação teve influência do evento El Niño (1986-1987) de intensidade moderada (predomínio de seca na região), mas o que foi observado na anomalia normalizada de precipitação de 1986 (figura 64) foi uma anomalia positiva em todos os trimestres, o que pode ter inibido os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, prejudicando a produtividade dos cultivares. Em 1987 não houve produção (sem registro).

Em 1988 o rendimento médio da produção foi 326,7 kg/ha, uma produtividade mediana, visto que ter ocorrido o evento El Niño (1987-1988) de intensidade forte no primeiro semestre e o evento La Niña (1988-1989) de intensidade moderada (predomínio de chuva na região) no segundo semestre (JJA e SON) que apresentaram anomalia positiva que interferiu nos processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas. No ano de 1989 a produtividade dos cultivares foi de 186,7 kg/ha, bem inferior em relação ao ano anterior. Esta queda na produtividade pode estar relacionada com o evento La Niña (1988-1989), bem caracterizado na anomalia positiva de tendência a muito chuvoso nos trimestres MAM, JJA e SON (figura 66). O excesso de chuva pode ter inibido as fenofases do guaraná, comprometendo a produtividade dos experimentos. Apesar da produtividade dos cultivares (clones) apresentar uma oscilação a partir da metade da década de 80, se apresentou quase sempre superior a PAM do IBGE (cultivares nativos) do município de Maués, com exceção o ano de 1985 que foi inferior.

Na década 90 continuou o crescimento dos cultivares (clones) apresentando uma produtividade anual superior a 230 kg/ha, com exceções do ano de 1994 e 1998, com uma produtividade, respectivamente, de 106,7 e 100 kg/ha. Nesta década ocorreram alguns eventos extremos (anomalia negativa e positiva) de precipitação influenciados pelos os eventos El Niño e La Niña, que podem ter contribuído para o

aumento ou declínio da produtividade. Em 1990 a produtividade dos experimentos foi de 208,9 kg/ha, apesar do crescimento da produtividade em relação ao ano anterior, a produtividade foi afetada pela anomalia positiva no trimestre JJA, no início da estação seca. O excesso de precipitação interferiu nos processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas comprometendo o crescimento da produção e produtividade (figura 68).

Em 1991 o rendimento médio da produção foi de 270 kg/ha. O evento El Niño (1991 -1992) de intensidade forte influenciou a anomalia negativa no trimestre SON (figura 52), de tendência a muito seco sobre o município de Maués. O déficit de precipitação neste período pode ter favorecido os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, contribuindo para o crescimento do rendimento médio da produção (produtividade).

Os El Niño (1991-1992 e 1993), respectivamente, de intensidade forte e fraca, apresentaram uma anomalia negativa em quase todo o ano de 1992 conforme o gráfico comparativo da precipitação do ano e normal climatológica (figura 51), com exceções nos meses de agosto e dezembro que apresentaram uma anomalia positiva. O déficit de chuva por um longo período pode ter interferido nos processos de desenvolvimento dos processos das fenofases reprodutivas, apresentando uma queda na produtividade do ano, que foi de 236,7 kg/ha.

Em 1993 o rendimento médio da produção foi de 240 kg/ha. Neste ano o El Niño (1992-1993) apresentou uma fraca intensidade, que continuou influenciando a anomalia negativa nos trimestres DJF e MAM (figura 70). Nos trimestres JJA e SON contrabalanceou os trimestres anteriores apresentando uma anomalia positiva entre os intervalos de classe de Tendência a chuvoso a Chuvoso. Os eventos extremos podem ter impactado indiretamente a produção, uma vez que houve um pequeno crescimento em relação ao ano anterior. Em 1994 houve uma queda drástica no rendimento médio da produção que foi de 106,7 kg/ha, a baixa produtividade foi decorrência da anomalia positivas, no trimestre JJA, no período dos processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas, e nos anos seguintes, 1995, 1996 e 1997 não houve produtividade (sem registros). Este retrocesso na produtividade pode estar relacionado a questões referentes aos tratos culturais dos cultivares e a inserção (plantio) de novos cultivares (Tabela 5) na fazenda experimental da Embrapa, e, não aos fatores externos, como a precipitação.

Em 1998 é retomada a produtividade dos novos cultivares, o rendimento médio da produção foi de 100 kg/ha. Os trimestres DJF, MAM e JJA (figura 75) apresentaram uma anomalia negativa de entre as classes de Tendência a muito seco a Muito seco, o trimestre SON se apresentou dentro da normalidade. O déficit de precipitação sobre a região foi influenciado pelo o El Niño (1997-1998) de intensidade forte, e que pode ter interferido no balanço hídrico do solo e afetado as fenofases reprodutivas do guaranazeiro. Outro fator da baixa produtividade pode ser devido a primeira colheita destes novos cultivares (clones), uma vez que, no ano seguinte, 1999 o rendimento médio da produção foi de 233,3 kg/ha (produtividade), um crescimento significativo em relação ao ano anterior. O trimestre DJF apresentou uma anomalia negativa ainda reflexo do El Niño (figura 41). Os trimestres MAM, JJA e SON apresentaram, respectivamente, anomalia positiva, anomalia negativa e anomalia positiva (figura 41). Apesar dos eventos extremos, influenciados pelo El Niño e La Niña (1998-1999 e 2000) respectivamente de intensidade fraca e moderada não impactou diretamente os processos de desenvolvimento nas fenofases reprodutivas. Na década de 90, mesmo apresentando algumas oscilações na produtividade e o plantio de novos cultivares, houve um crescimento contínuo da produtividade do guaraná dos cultivares (clones).

Este crescimento é evidente na década 2000, quase todos os anos apresentaram uma produtividade igual ou superior 240 kg/ha, com exceções do ano de 2006 que apresentou um rendimento médio da produção de 53,3 kg/ha. Em 2000 a produtividade foi de 240 kg/ha. Todos os trimestres deste ano apresentaram anomalia positiva, influenciada pela La Niña (1999-2000) de intensidade moderada. Apesar da anomalia positiva, a mesmo não impactou negativamente nas fenofases reprodutivas dos guaranazeiros, os processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores, uma vez que, o rendimento médio da produção dos anos subsequente (2001, 2002, 2003, 2004, 2005 e 2006) apresentou variação no crescimento da produtividade, respectivamente, de 306,7; 520; 366,6; 300, 473,3 e 53,3 kg/ha. Neste período ocorreram alguns eventos de El Niño e La Niña que podem ter influenciado na oscilação da produtividade. Apesar da anomalia positiva no trimestre JJA de 2001, período dos processos de desenvolvimento da fenofases reprodutivas a produtividade deste ano apresentou um crescimento em relação ao ano anterior. O El Niño (2002-2003) influenciou diretamente na anomalia negativa de precipitação

nos trimestres JJA e SON de 2002 (figura 54), estendendo a estação seca que contribuiu nos processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas, uma vez que, a produtividade deste ano foi a maior da série dos cultivares (clones). O ano de 2003 teve anomalias negativas nos trimestres DJF e SON (figura 55) com classificação de tendência a muito seco na região e anomalias positivas nos trimestres MAM e JJA sendo classificado em tendência a chuvoso. Apesar de apresentar anomalias contrárias em um mesmo ano, provavelmente o excesso de chuva deva ter prejudicado as fenofases reprodutivas, e conseqüentemente a queda na produção e a produtividade em relação ao ano de 2002. Em 2004 a produtividade permanece em queda, no caso, influenciada diretamente pela anomalia negativa, bem caracterizada nos semestres DJF, MAM e SON (figura 56), a estação seca prolongada pode ter interferido nos processos de desenvolvimentos das fenofases reprodutivas e contribuído para a diminuição da produtividade em relação ao ano anterior. Em 2005 o rendimento médio da produção (produtividade) cresceu significativamente em relação ao ano anterior, neste ano foi caracterizada uma anomalia negativa de precipitação nos trimestres DJF, JJA e SON, caracterizando uma região muito seca. O trimestre MAM contrabalanceou a precipitação na região apresentando uma anomalia positiva, classificada entre os intervalos de tendência a muito chuvoso a chuvoso, um excesso de chuva acima da média. Esse período de seca com um intervalo muito chuvoso pode ter contribuído para os processos desenvolvidos nas fenofases reprodutivas do guaraná contribuindo para a elevada produtividade. Em 2006 o rendimento médio da produção teve uma queda drástica em relação aos anos precedentes, que pode ter sido influenciado pela anomalia positiva entre os intervalos de Tendência a muito chuvoso a Tendência a extremamente chuvoso nos trimestres DJF e MAM (figura 45). Esse excesso de chuva no primeiro semestre do ano pode ter impactado negativamente nas fenofases reprodutivas, conseqüentemente esta baixa produtividade, já que a anomalia ocorreu nos meses de maior precipitação podendo ter provocado o encharcamento do guaranazeiro facilitando com isso as doenças.

A partir de 2007 é retomado o crescimento da produtividade do guaraná, apresentando um rendimento médio de 306,7 kg/ha, neste ano quase todos os trimestres apresentaram uma anomalia negativa, o déficit de chuva foi influenciado pelo El Niño (2006-2007), com exceção do trimestre MAM, o que corrobora com o ocorrido em 2005 em que esse trimestre possivelmente tenha sido o responsável

pela produtividade daquele ano. A anomalia positiva, o excesso de chuva foi influenciado pela La Niña (2007-2008) de intensidade moderada nos trimestres DJF, MAM e SON de 2008 (figura 78), apesar do excesso de chuva a produtividade foi de 386,7 kg/ha que aumentou em relação ao anterior. Em 2009 o rendimento médio da produção foi de 260 kg/ha, este ano apresentou-se o evento El Niño (2009-2010) de intensidade moderada, que influenciou a anomalia negativa de tendência a muito seco no trimestre SON (figura 48).

Na década de 2010 o rendimento médio da produção (produtividade) dos cultivares (clones) continuam em franco crescimento, com produtividade anual igual ou superior a 240 kg/ha. A produtividade dos anos, 2010; 2011; 2012; 2013 e 2014 mostram este crescimento, apesar de apresentar algumas variações que são, respectivamente, 413,3; 240; 320; 260 e 440 kg/ha. Alguns eventos extremos de precipitação (anomalia negativa e positiva) influenciados pelo El Niño ou La Niña, podem ter levado a esta variação anual de produtividade. Apesar do El Niño (2009-2010) ter sido considerado de intensidade moderada com anomalia negativa (Tendência a seco) no trimestre de MAM de 2010 (figura 49), os outros trimestres apresentaram dentro da normalidade na região de Maués, o que pode ter favorecido os processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas e conseqüentemente uma boa produção e produtividade neste ano.

A La Niña (2010-2011) de intensidade moderada contribuiu para as anomalias positivas nos trimestres de DJF, MAM e SON em 2011 (figura 50) no município. O excesso de chuva pode ter interferido nos processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas do guaraná, e conseqüentemente influenciou na queda da produtividade em relação ao ano anterior, apresentando uma de diferença de 173,3 kg/ha. Em 2012 a produtividade apresenta um crescimento, neste ano a precipitação apresentou uma anomalia positiva no primeiro trimestre (DJF) de intensidade a chuvoso, o trimestre MAM apresentou uma anomalia negativa de tendência a seco (figura 58), em um período que normalmente é chuvoso, o mesmo ocorreu no trimestre seguinte (JJA), que é um trimestre de pouca precipitação (estação seca) e teve anomalia positiva. Estas anomalias interferiram nos processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas, apesar do crescimento na produtividade de 80 kg/ha em relação ao ano anterior, porém abaixo tendência produtivas dos cultivares (clones). No ano de 2013, houve uma queda na produtividade que pode estar relacionada a anomalia positiva de precipitação em

todos os trimestres do ano no município. No trimestre SON apresentou uma anomalia entre os intervalos de tendência a chuvoso a tendência a muito chuvoso. O excesso de chuva apresentado nos trimestres pode ter interferido nos processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas, e conseqüentemente na diminuição da produtividade, que apresentou uma de 60 kg/ha em relação ao ano anterior. Em 2014 a produtividade teve um crescimento significativo, apresentando um aumento de 180 kg/ha em relação ao ano precedente. Este ano a precipitação se apresentou quase dentro da normalidade para região, com exceção do primeiro trimestre (DJF) que apresentou uma anomalia negativa de tendência a seco, o que não impactou negativamente nos processos de desenvolvimento das fenofases reprodutivas do guaraná, o que ficou evidente na alta produtividade deste ano.

O quadro 11 mostra comparação das classes de produtividade da PAM (IBGE) e a produtividade dos cultivares dos experimentos da fazenda experimental da Embrapa.

Quadro 11: A comparação das classes de produtividade do guaraná

Classes de produtividade do PAM e os cultivares com os respectivos anos produtivos				
Classe	PAM-IBGE		Embrapa	
	Produtividade (kg/ha)	Ano	Produtividade (kg/ha)	Ano
1	acima de 329	1990	acima de 403	2002, 2005, 2010 e 2014
2	entre 328 a 259	-	entre 402 a 309	1988, 2003, 2008 e 2012
3	entre 258 a 189	2000, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010 e 2011	entre 308 a 215	1991, 1992, 1993, 1999, 2000, 2001, 2004, 2007, 2009, 2011 e 2013
4	entre 188 a 119	1991, 1992, 2002, 2003, 2004, 2012, 2013 e 2014	entre 214 a 121	1989 e 1990
5	entre 118 a 49	1985 – 1990, 1994 – 1998, 2001 e 2008	entre 120 a 21	1985, 1986, 1994, 1998 e 2006

Fonte: Dados do Embrapa e IBGE. Organizado por SANTOS, F. S. 2019

Na classe de produtividade acima de 403 kg/ha (classe 1) os anos produtivos dos experimentos (clones) da Embrapa prevalecem em relação a produtividade da PAM-IBGE. Com destaque para os anos da década de 2000 e 2010, que podem estar relacionados a produção dos novos cultivares, apesar da variação da produtividade neste período, estiveram as melhores produtividade da série (6 anos produtivos). Nesta classe 1 (PAM – IBGE) aparece o ano de 1999, que foi o maior ano produtivo da PAM, apresentado a maior produtividade da série. Os anos produtivos dos cultivares (clones) de maior produtividade estão basicamente nas classes 1, 2 e 3, respectivamente, entre 403 – 215 kg/ha, mais da metade da série dos cultivares (19 anos produtivos). Os anos produtivos da PAM nestas classes, em particular a classe 3, com destaque para os anos produtivos da década de 2000 e 2010, que já são reflexos da difusão dos cultivares (clones) para os produtores da região, vale ressaltar que a Embrapa disponibilizou para o plantio comercial mudas dos clones BRS-Amazonas e BRS-Maués em 1999 e a partir da década de 2000, disponibilizou mais 10 clones, entre eles o BRS-Cereçaporanga, BRS-Mundurucânia, BRS-Andirá, BRS-Luzéia. No caso do plantio comercial se destaca a comunidade rural de Urupadi em Maués que representa 60% da produção do guaraná no município (COSTA, 2017).

Na classe 4 e 5 de produtividade da PAM, respectivamente, entre o intervalo de 188 - 119 e 49 kg/ha, se destaca principalmente os anos produtivos das décadas de 80, 90 e início das décadas de 2000 e 2010, apresentando 22 anos produtivos dentro desta classe de produtividade. Os anos produtivos dentro da classe 4 (entre 188 a 119 kg/ha), no caso das décadas de 2000 e 2010 pode estar relacionado a produção dos novos cultivares (clones) distribuídos para os produtores da região. Os anos produtivos da classe 5, basicamente do final da década de 80 e início da década de 90, estão relacionadas aos guaranazeiros velhos, mas vulneráveis a pragas, doenças, a falta de tratamentos culturais e a forte descapitalização do guaraná. Os anos produtivos dos cultivares (clones) da fazenda experimental da Embrapa dentro dos intervalos da classe 4 e 5, estão relacionados à produção final dos experimentos e ao início da produção dos novos experimentos (clones).

Os eventos extremos de precipitação (anomalia negativa e positiva) influenciado pelo El Niño e a La Niña podem ter contribuído na variação dos anos produtivos dentro dos intervalos das classes de produtividade. A anomalia positiva, ou seja, o excesso de chuva principalmente no trimestre JJA pode inibir os

processos desenvolvidos nas fenofases reprodutivas, que ocorrem justamente na estação seca, e a anomalia negativa, o déficit de chuva prolongada durante o ano de acordo com as análises das anomalias negativas normalizadas de precipitação no período da série de estudo, também, podem interferir na produção e produtividade.

#### 4 CONCLUSÃO

A comparação pontual entre os dados de precipitação estimados (PERSIANN-CDR) e observados (estações), superestima a precipitação, porém consegue reproduzir a variabilidade mensal e anual.

A validação destes dados por meio de correlação de Pearson demonstra confiabilidade e viabilidade para a utilização dos dados estimados do PERSIANN-CDR para a precipitação sobre a região. Apesar dos dados estimados superestimar a precipitação na região, os mesmos, reproduzem as médias e acumulados anuais da série histórica, assim como os sistemas precipitantes atuantes em cada período. A normal climatológica dos dados estimados apresentou um acumulado anual de precipitação para Maués de 2.529,7 mm, dentro dos parâmetros da precipitação pluviométrica favorável ao cultivo do guaraná na região.

Na relação precipitação e produtividade do guaraná ficaram evidentes os impactos da precipitação pluviométrica nas fenofases reprodutivas do guaraná quando se considera a influência de anomalias positivas no trimestre JJA, o excesso de precipitação pluviométrica sobre os eventos fenológicos do guaranazeiro, principalmente nos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores. A polinização é dependente dos principais agentes polinizadores, que são as abelhas, que no período do excesso de precipitação são inibidas.

As análises das anomalias positivas apresentadas sobre a região corroboram com os valores de precipitações superiores a 150 mm/mês ou 15 mm/h, que já começam a causar queda de flores e frutos prejudicando a produção. Enquanto a anomalia negativa, déficit de precipitação pluviométrica, no mesmo trimestre, podem propagar mais facilmente pragas e doenças entre a cultura do guaraná. No caso das pragas, em especial o tripses, no início do período seco se multiplica rapidamente e permanece na cultura durante a floração e frutificação, destruindo as flores e os frutos jovens em crescimento, tais condições podem ser associadas à queda no rendimento médio da produção (produtividade) do guaraná.

Estes fatores concorrem para baixa produtividade, como corrobora os dados produtivos da produção agrícola municipal do IBGE de acordo com os anos produtivos dentro da classe de produtividade 5 (entre 118 a 49 kg/ha) no município de Maués. A queda na produtividade também está relacionada aos guaranazeiros

antigos e falta de manejo, dos mesmos. Cultivares clonais é uma alternativa viável para incrementar a produtividade e o fortalecimento do agronegócio, e a expansão dos plantios de cultivares mais produtivos e resistentes à pragas.

A disseminação dos tratos culturais e o sistema de produção do guaraná da Embrapa são fundamentais para ações mitigadoras em relação à queda na produtividade.

A propagação de tecnologias e cultivares que sejam capazes de promover progressos contínuos na produtividade favorece a manutenção da cultura do guaraná no município de Maués.

Sugestões de pesquisa para corroborar com os resultados relacionados, um estudo do Balanço Hídrico Climatológico na região de acordo com os eventos extremos de precipitação (anomalia positiva e negativa) e o impacto nas fenofases reprodutivas do guaraná; Estudo da configuração do El Niño e La Niña e a sua influência na variabilidade pluviométrica na região; Estudo sobre a variação da produtividade do guaraná, uma vez que a produção e a produtividade não são uniformes.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER et al. 2003: The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis (1979-Present). *J. Hydrometeor.*, 4,1147-1167.

ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **ACTA AMAZÔNICA**. 9 (1): p. 163-198. 1979.

ATROCH, A. L; NASCIMENTO FILHO, F. J; PEREIRA, J. C. R. BRS Noçoquém: Primeira Cultivar de Guaranazeiro de Reprodução via Sementes para Cultivo no Estado do Amazonas. In: **Comunicado técnico**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 114, nov. 2015, p. 1 - 4.

BERTRAND, G. "Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico". **Revista RA'E GA**. Curitiba, Editora UFPR. n. 8, p. 141 – 152, 2004.

CARVALHO, A. M.G. **Conexões entre a circulação em altitude e a convecção sobre a América do Sul**. Dissertação de Mestrado/INPE, São José dos Campos, Fev., 1989.

CARVALHO, M. A. V. **Variabilidade da largura e intensidade da Zona de Convergência Intertropical Atlântica: aspectos observacionais e de modelagem**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos - SP: INPE, 2011. 107 p.

Centro de Estudos Oceânico-Terra-Atmosfera – COLA. **Grid Analysis and Display System (GrADS)**. Disponível em: <<http://cola.gmu.edu/grads/>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

CLIMA. In: FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2. ed. rev. e aum., 35.<sup>a</sup> impressão. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1996. p. 733.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM. **Boletim de Monitoramento Hidrometeorológico da Amazônia Ocidental**. Boletim nº 05, fev. 2019. p. 13.

COHEN, J. C. **Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). 121f. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos – SP. INPE, 1989. 153 p.

COSTA, L. F. B. **Cultivadores de guaraná: um estudo do processo de monopolização do território pelo capital no município de Maués-AM**. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Amazonas - UFAM, 2017. 112 p.

DUBREUIL, V. et al. Padrões de precipitação no Sul da Amazônia baseado no PERSIANN-CDR: Características e tendências. **Anais**. XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR. 28 a 31 de maio de 2017 - INPE, Santos - SP, Brasil. ISBN: 978-85-17-00088-1.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). **Formação e seleção de mudas de guaraná**. Manaus, 1984. 25p.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). **Guaraná: como cultivar**. Manaus. 1998. 15p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 14). ISSN 0103-6238.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (EMBRAPA-CPAA). **Clones de guaraná para o estado do Amazonas: BRS-Amazonas e BRS-Maués**. Manaus. 1999. 2p. Manaus, AM.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma Revisão Geral Sobre o Clima da Amazônia. **Acta Amazônica**, V. 28, nº 2, 1998. p. 121-126.

GARCIA, T.B.; NASCIMENTO FILHO, F.J.; SILVA, S.E.L. Propagação vegetativa do guaranazeiro (*paullinia cupana* var. *sorbilis*). In: **Circular técnica**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 4, dez. 1999, p. 1 – 20.

GARCIA, M. V. B. **Tripes**: praga do guaranazeiro. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1998. 1 folder.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia**: história, ecologia, economia e domesticação. Embrapa: Brasília-DF, 2014.

HUFFMAN, G. J.; ADLER, R. F.; BOLVIN, D. T.; GU, G. 2009: Improving the Global Precipitation Record: GPCP Version 2.1. **Geophys. Res. Lett.**, **36**, L17808, doi: 10.1029/2009GL040000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes / IBGE**. v. 43, p.1-62, 2016. ISSN 0101-3963. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>>. Acesso em: 22 mai. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Nota Técnica**. No. 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/topo\\_iframe/pdf/Nota\\_Tecnica-Rede\\_estacoes\\_INMET.pdf](http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/topo_iframe/pdf/Nota_Tecnica-Rede_estacoes_INMET.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS/ CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (INPE/CPTEC). **Boletim Climanálise**. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

LORENZ, S. S. **Sateré Mawé: os filhos do guaraná**. São Paulo: Centro de trabalho indigenista, 1992.

MARIANO, Z. de F., SANTOS, M. J. Z. dos. A importância das Chuvas para a produtividade da Soja na Microrregião do Sudoeste de Goiás (GO). IN: GERARDI, L.

H. de O., CARVALHO, P. F. de. (Org.) **Geografia: ações e reflexões**. Rio Claro: AGETEO, 2006, p. 383-398.

MICHILES, R. J. **A cadeia produtiva do guaraná: um estudo com o guaraná no município de maués**. Dissertação de mestrado. UFAM. 2010. 218p.

MOLION, L. C. B. Climatologia Dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2(1): 1987. p. 107 - 117.

MORAIS, R. R. et al. Influência de eventos climatológicos extremos sobre a produtividade do guaranazeiro no Amazonas. In: **Comunicado técnico**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 64, dez. 2008, p. 1 - 6.

MORAIS, R. R. et al. Escala Fenológica da Fase Reprodutiva de *Paullinia cupana var. Sorbilis (Mart.) Ducke*, Cultivar BRS Maués. In: **Comunicado técnico**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 124, set. 2016, p. 1 - 4.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do.; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**. Sobral, v.6/7, nº 1, 2004/2005.

NASCIMENTO FILHO, F. J. et al. Cultivar BRS Mundurucânia: Resistente e Produtiva. In: **Comunicado técnico**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 54, dez. 2007a, p. 1 - 2.

NASCIMENTO FILHO, F. J. et al. BRS-Andirá: Cultivar de Alta Produção e Resistente as Principais Doenças. In: **Comunicado técnico**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 55, dez. 2007b, p. 1 - 2.

NASCIMENTO FILHO, F. J. et al. BRS-Cereçaporanga: Nova Cultivar para o Agronegócio do Guaraná. In: **Comunicado técnico**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 56, dez. 2007c, p. 1 - 2.

NASCIMENTO FILHO, F. J. et al. BRS-Luzéia: Nova Cultivar para o Agronegócio do Guaraná no Estado do Amazonas. In: **Comunicado técnico**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 57, dez. 2007d, p. 1 - 2.

NASCIMENTO FILHO, F. J. et al. Cultivo do Guaranazeiro no Amazonas: Técnicas para a Melhoria da Produtividade. In: **Circular técnica**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 22, nov. 2016. p. 1 - 12.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. - 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 422p.

NOBRE, C. A. et al. Características do Clima Amazônico: Aspectos Principais. In: **Amazonia and Global Change, Geophysical Monograph Series, American Geophysical Union**. p. 49-162. 2009.

OLIVEIRA, A. S. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção na Amazônia**. 1986. 134f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) -

Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986 (INPE-4008-TDL/239).

PACHECO, B. L. R.; SILVA JÚNIOR, L. G.; OLIVEIRA, L. A. Estudo da relação entre temperatura/altitude e precipitação/altitude aplicando-se os métodos de correlação e regressão. **Revista Geonorte**. Edição Especial 2, V.1, N.5, p.561 – 572, 2012.

PEREIRA, Nunes. **Os índios Maués**. 2º ed. Manaus: editora Valer e Governo do Estado do Amazonas, 2003.

POLTRONIERI, M. C. et al. **A cultura do guaraná**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental; Brasília: Embrapa-SPI.1995.

QUADRO, M. F. L. **Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos: INPE, 1994. 124 p.

ROCHA, A. M. G. C.; GANDU, A. W. Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Boletim do Climanálise Especial - Comemoração dos 10 anos**, 1996. Disponível em: < <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/16.html>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

SALATI, E. **O clima atual depende da floresta**. In: SALATI et al. Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia. São Paulo: Brasiliense/CNPq, Brasília, 1983.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. In: **Boletim de Geografia**, v. 16, n. 1, p. 1-13, 1998.

SANTOS, J. G. M. **Introdução ao climate data operators (versão atualizada)**. São José dos Campos: INPE, versão: 2016-11-18. 67 p. Disponível em:<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3MQU4Q8>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

SERRÃO, A. M.; CRUZ, M. J. M.; COSTA, L. F. B. Da trajetória secular aos novos caminhos do guaraná: desafios e perspectivas da produção na Amazônia do século XVII ao século XXI. **Revista Geonorte**, V.8, N.28, p.98-114, 2017. (ISSN 2237 - 1419)

SILVA, E. A. **A influência do clima na produção de clones de guaraná (*Paullinia cupana var. sorbilis*) no município de Manaus, Amazonas**. 2001. 77 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SILVA, D. C. A; LIBERATO. A. M. Análise da anomalia de precipitação no Sudoeste da Amazônia. **Anais**. X Encontro de engenharia de produção agroindustrial, 26 a 27 de setembro de 2016. 7p.

TAVARES et al. **Cultura do guaranazeiro no Amazonas (4. Edição)**. In: **Sistema de Produção**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 2, nov. 2005. p. 1 - 40.

TAVARES, A. M; GARCIA, M. V. B. Tripes do guaranazeiro: *Liothrips adisi zur Strassen, 1977 (Thysanoptera: Phlaeothripidae, Phlaeothripinae)*. In: **Documentos 69**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, mai. 2009. p. 1 - 52.

UVO, C. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da Região Norte do Nordeste Brasileiro**. 81p. (INPE – 4887 – TDL/378). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1989.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital 2, Recife, 2006. Disponível em: <[http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA\\_E\\_CLIMATOLOGIA\\_VD2\\_Mar\\_2006.pdf](http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2018.

## ANEXOS

### ANEXO 1



PODER EXECUTIVO  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
ICHL/DEGEO/Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Mestrado Conceito 4



Manaus, 15 de Junho de 2017

MEMO. PPGEOG / N.º 047/2017

Senhor Chefe,

Ao cumprimentá-lo, cordialmente, apresento a Vossa Senhoria o aluno **FRANCINEY SOUZA SANTOS** do Programa de Pós-Graduação em Geografia/Mestrado em Geografia, o qual necessita obter informações (dados) sobre a Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática do município de Maués, para embasar seu trabalho de dissertação de mestrado intitulado "O Comportamento das Variáveis climáticas e sua relação com a Produtividade do Guaraná no município de Maués", cujas informações são as seguintes:

Estação: Maués - A122

Código OMM: 81734

Registro: 18 UTC

Aberta em 22/04/2008

Dados requisitados: período de 22/04/2008 à 30/04/2017

Atenciosamente

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

  
Prof. Dr. José Aldemir de Oliveira  
Coordenador do Programa

Ilmo. Sr.

Dr. FLAVIO NATAL MENDES DE OLIVEIRA

MD. Chefe do 1º Distrito de Meteorologia - DISME AM, RR, AC

Av. Mário Ypiranga Monteiro, Nº 1041, Adrianópolis

### MANAUS – AMAZONAS

IFCHS/PPG-GEOG/MESTRADO EM GEOGRAFIA/UFAM – Av. Cel. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000, Setor Norte,  
Campus Universitário – 69077-000 – Manaus/AM – E-mail: [ppgeog@ufam.edu.br](mailto:ppgeog@ufam.edu.br); [ppgeog@hotmail.com](mailto:ppgeog@hotmail.com)