

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

**CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS NO
PERÍODO 1991-2007 EM CIDADES QUE COMPÕEM A CALHA
DO RIO SOLIMÕES-AMAZONAS**

TELMA SANTOS DO NASCIMENTO

MANAUS
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

TELMA SANTOS DO NASCIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS NO
PERÍODO 1991-2007 EM CIDADES QUE COMPÕEM A CALHA
DO RIO SOLIMÕES-AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia, com área de concentração Domínios da Natureza na Amazônia.

Orientadora: Profa. Dra. Jaci Maria Bilhalva Saraiva

MANAUS
2009

Ficha Catalográfica

NASCIMENTO, Telma Santos do. Caracterização das condições atmosféricas no período de (1991-2007) em cidades que compõem a calha do rio Solimões-Amazonas / Telma Santos do Nascimento. – Manaus: UFAM, 2009.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas, 2009.

Orientadora: Profa. Dra. Jaci Maria Bilhalva Saraiva



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA



Ata da Defesa Pública da Dissertação de Mestrado da Senhora **TELMA SANTOS DO NASCIMENTO**, aluna do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas e Letras da Universidade Federal do Amazonas, área de concentração em Amazônia: Território e Ambiente, realizada no dia **20 de novembro de 2009**.

Aos **vinete** dias do mês de **novembro** de **2009**, às **9:00** horas, na Sala de Aula Audiovisual do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas, realizou-se a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado, intitulada **"CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS NO PERÍODO 1991-2007 EM CIDADES QUE COMPÕEM A CALHA DO RIO SOLIMÕES-AMAZONAS"**, sob orientação da Professora Doutora **JACI MARIA BILHALVA SARAIVA (SIPAM)**, da aluna **TELMA SANTOS DO NASCIMENTO**, 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 Comissão Julgadora foi constituída pelos seguintes membros: Professora Doutora **JACI MARIA BILHALVA SARAIVA (Orientadora/Presidente (SIPAM))**, Professora Doutora **MAGDA ADELAIDE LOMBARDO (UNESP)** e o Professor Doutor **FRANCISCO EVANDRO OLIVEIRA AGUIAR (UFAM)**. A Presidente da Comissão Julgadora deu início à sessão, convidando os membros da Comissão Julgadora e a Mestranda a tomarem seus lugares. Em seguida, a Senhora Presidente informou sobre o procedimento do exame. A palavra foi facultada a Mestranda para apresentar uma síntese do seu estudo e responder às perguntas formuladas pelos membros da Comissão Julgadora. Após a apresentação e arguição pelos membros da Comissão Julgadora, esta se reuniu onde decidiu, por unanimidade, que a aluna foi **"APROVADA"**. A sessão foi encerrada. Eu, Maria das Graças Luzeiro, Secretária do PPG-GEOG, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim, pelos membros da Comissão Julgadora e pela Mestranda. Manaus (AM), **20 de novembro de 2009**.

Comissão Julgadora

Profa. Dra. Jaci Maria Bilhalva Saraiva
Orientadora/Presidente (SIPAM)
Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo
Membro (USP/UNESP)
Prof. Dr. Francisco Evandro Oliveira Aguiar
Membro (UFAM)

Telma Santos do Nascimento
Telma Santos do Nascimento
Mestranda

Rubrica

Conceito

<i>Jaci M.B. Saraiva</i>	"Aprovada"
<i>Magda Adelaide Lombardo</i>	"Aprovada"
<i>Francisco Evandro Oliveira Aguiar</i>	"Aprovada"
<i>Maria das Graças Luzeiro</i>	

Maria das Graças Luzeiro
Secretária do PPG-GEOG

Dedico a minha mãe Maria Aneth Grijó Santos e a meu pai Asclepildes Melo do Nascimento, responsáveis por minha existência.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter-me fortalecido e me guiado na caminhada da vida.

À família pelo incentivo em todas as minhas decisões.

À Professora Doutora Jaci Maria Bilhalva Saraiva, pela orientação e discussões a cerca da pesquisa, fazendo-me enriquecer como profissional.

Ao Professor Doutor Francisco Evandro Oliveira Aguiar, pela dedicação e carinho com que me conduziu na iniciação científica, na especialização, até os meandros do mestrado.

À Professora Doutora Magda Adelaide Lombardo pelas contribuições durante a defesa deste trabalho e pelo incentivo para caminhar ao doutorado, com uma palavra determinante: coragem.

À Universidade Federal do Amazonas – Ufam, por ter me acolhido desde a graduação, passando pela especialização chegando até o mestrado, contribuindo para minha formação como profissional e como pessoa. Estendo meus agradecimentos aos professores do curso de Geografia da Ufam e todos os demais que tive oportunidade de aprender.

Aos órgãos financiadores dessa pesquisa Fapeam/Capes que foram fundamentais para a realização de vários trabalhos apresentados em outras cidades brasileiras.

À secretária do Mestrado em Geografia, Maria das Graças Luzeiro, pela atenção, carinho e dedicação que prestou a todos os alunos do Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Aos colegas de turma do mestrado, em especial: Francimara Torres, Charlene Muniz, Rosilene Silva, pelas oportunidades que nos foram dadas de crescimento profissional.

À colega Marilene Silva e Clodoaldo Silva que oportunizaram meu encontro com a cidade de Tefé, além dos diálogos proveitosos referentes à pesquisa.

Ao Renato Senna, funcionário do setor de Meteorologia do Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM que sempre que consultado, esteve disposto a colaborar nas análises estatísticas e reflexões deste trabalho. Aos demais funcionários do setor de Meteorologia, do SIPAM, em nome do chefe Sr. Ricardo Dallarosa, meus agradecimentos. Um agradecimento especial a Ana Cleide Bezerra, Gustavo Ribeiro, Janice Leivas e Monique Brasil.

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades da Amazônia Brasileira – NEPECAB, por me inserir na pesquisa das cidades na calha do rio Solimões-Amazonas.

Ao mestrando do PPG-CASA, Francisco Bessa Bittencourt com o apoio durante minha visita à cidade de Itacoatiara.

Aos irmãos Gracioney Ferreira Pinto e Alaney Ferreira Pinto por revisões e contribuições na área de traduções de resumo para a Língua Inglesa e referências bibliográficas na área de Estatística.

A mais sublime de todas as flores, a Florbella, que mantém o jardim mais harmonioso e bonito da minha vida, meus profundos agradecimentos.

Para não ficar em falta com nobres pessoas, meus agradecimentos a todos e a todas que direta ou indiretamente foram colaboradores para o início, o meio e o fim dessa pesquisa.

RESUMO

O estudo de cidades médias e pequenas no estado do Amazonas revela perfis importantes de estruturação econômica e social para a Amazônia Ocidental. As funções exercidas por essas cidades mostram um interessante papel se associadas às condições atmosféricas. Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar a circulação atmosférica dos principais fenômenos de tempo em cidades na calha do rio Solimões-Amazonas, no período de 1991 a 2007, analisados por meio de duas variáveis: precipitação pluvial e vento. As cidades selecionadas foram Benjamin Constant, Fonte Boa, Tefé, Coari, Codajás, Manaus, Itacoatiara e Parintins. Na tentativa de compreender se havia variações nas variáveis meteorológicas por conta do quantitativo populacional afetando as condições do tempo de cada cidade fez-se uma revisão bibliográfica dos principais sistemas precipitantes que atuam na região desde a circulação de grande escala, mesoescala e sinótica. A metodologia baseou-se em dados do Instituto Nacional de Meteorologia (para precipitação) e de dados de Reanálise (para o vento). Pela carência de dados e pela própria ausência na série pesquisada foi necessário aplicar técnica de preenchimento de falhas com base em cálculos estatísticos de regressão linear dos quais foram avaliados os dados do CPC e estes substituíram os dados faltantes. Os principais resultados permitiram construir a *normal climatológica provisória* (1991-2000) e comparar os valores com cada cidade em estudo. Os resultados dos ventos, demonstraram a presença e o deslocamento da Alta da Bolívia (AB) em altos níveis, durante os meses de setembro, outubro e novembro (período próximo da estação chuvosa) mostrando sua influência nas chuvas na região. Considerando os valores de precipitação e do vento para caracterização das condições atmosféricas na calha do rio, para futuras análises é preciso verificar outros elementos climáticos: temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, etc.

Palavras-chave: Amazônia Ocidental; Clima; Cidades; Precipitação Pluvial; Vento.

ABSTRACT

The study of small and medium cities in the Amazon State shows profiles of important economic and social structure for the Western Amazon. The functions performed by these cities show an interesting role if linked to weather conditions. This study aimed to characterize the atmospheric circulation of the main phenomena of time in cities in the gutter of the Solimoes-Amazon River, from 1991 to 2007, analyzed by two variables: rainfall and wind. The cities selected were Benjamin Constant, Fonte Boa, Tefé, Coari, Codajás, Manaus, Itacoatiara and Parintins. In an attempt to understand whether there were variations in meteorological variables due to the quantitative population affecting the weather of each city, a literature review of the main precipitation systems operating in the region since the large-scale circulation was carried out, mesoscale and synoptic. The methodology was based on data from the National Institute of Meteorology (for precipitation) and reanalysis data (for wind). Owing to lack and absence of data in the series studied it was necessary to apply the technique of filling of flaws based on statistical calculations of linear regression from which the CPC data were evaluated and used to replace the missing data. The main results allowed to create a temporary climatological normal (1991-2000) and compare the values to each city under study. The results of the wind showed the presence and the displacement of the Bolivian High (AB) at high levels in the troposphere during the months of September, October and November (the period close to the wet season) showing its influence in the rainfall. Given the values of precipitation and wind for characterization of atmospheric conditions in the gutter of the river, for further analysis it is necessary to check other climate elements: temperature, relative humidity, atmospheric pressure, etc.

Keywords: Western Amazon, Climate, Cities, Rainfall, Wind.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 –	Gradiente horizontal de pressão	31
Figura 02 –	Modelo de circulação meridional da atmosfera mostrando os ventos à superfície e as áreas de alta (A) e baixa (B) pressão	33
Figura 03 –	Modelo de circulação zonal da atmosfera	33
Figura 04 –	Esquemas típicos de formação de faixa de nebulosidade convectiva para cada banda latitudinal	36
Figura 05 –	Imagem obtida pelo satélite GOES-10 (canal 4), na qual pode-se observar a localização da ZCAS, na área destacada, em 15/03/2009	37
Figura 06 –	Esquema de propagação de nuvem cumulonimbus (Cbs)	38
Figura 07 –	Esquema de capitação de dados do CPC	43
Figura 08 –	Área de estudo: mapa com os pontos nas cidades analisadas a serem analisadas	46
Figura 09 –	Capim canarana sendo transportados pelo rio Amazonas (indicado pelas setas), município de Itacoatiara (3° 8'S; 58° 25'W)	49
Figura 10 –	Corte transversal ideal (A) pelo vale de um rio de “água preta” e (B) pelo vale de um rio de “água limpa” ou “clara”	55
Figura 11 –	Vetor vento representativo de escoamento médio em baixos níveis (850 hPa). Meses: a) Junho, b) Julho e c) Agosto	80
Figura 12 –	Vetor vento representativo de escoamento médio em baixos níveis (850 hPa). Meses: a) Setembro, b) Outubro e c) Novembro	81
Figura 13 –	Vetor vento representativo de escoamento médio em baixos níveis (850 hPa). Meses: a)Dezembro, b) Janeiro e c) Fevereiro	83
Figura 14 –	Vetor vento representativo de escoamento médio em baixos níveis (850 hPa). Meses: a) Março, b) Abril e c) Maio	85
Figura 15 –	Linhas de correntes representativas de escoamento médio em altos níveis (200 hPa). Meses: a) Junho, b) Julho e c) Agosto	87

Figura 16 – Linhas de correntes representativas de escoamento médio em altos níveis (200 hPa). Meses: a) Setembro, b) Outubro e c) Novembro	89
Figura 17 – Linhas de correntes representativas de escoamento médio em altos níveis (200 hPa). Meses: a) Dezembro, b) Janeiro e c) Fevereiro	90
Figura 18 – Linhas de correntes representativas de escoamento médio em altos níveis (200 hPa). Meses: a) Março, b) Abril e c) Maio	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Benjamin Constant: regressão linear com valores do coeficiente de determinação	70
Gráfico 02 – Fonte Boa: regressão linear com valores do coeficiente de determinação	71
Gráfico 03 – Tefé: regressão linear com valores do coeficiente de determinação	72
Gráfico 04 – Coari: regressão linear com valores do coeficiente de determinação	73
Gráfico 05 – Codajás: regressão linear com valores do coeficiente de determinação	74
Gráfico 06 - Itacoatiara: regressão linear com valores do coeficiente de determinação	75
Gráfico 07 – Parintins: regressão linear com valores do coeficiente de determinação	76
Gráfico 08 – Normal Climatológica Provisória (1991-2000) para as estações meteorológicas localizadas na calha do rio Solimões-Amazonas, além da estação de Manaus	78
Gráfico 09 – Benjamin Constant: médias mensais de dois períodos,comparado com a Normal Provisória (1991-2000)	79
Gráfico 10 – Fonte Boa: médias mensais de dois períodos,comparado com a Normal Provisória (1991-2000)	80
Gráfico 11 – Tefé: médias mensais de dois períodos,comparado com a Normal Provisória (1991-2000)	81
Gráfico 12 – Coari: médias mensais de dois períodos,comparado com a Normal Provisória (1991-2000)	82
Gráfico 13 – Codajás: médias mensais de dois períodos,comparado com a Normal Provisória (1991-2000)	83

Gráfico 14 –	Itacoatiara: médias mensais de dois períodos,comparado com a Normal Provisória (1991-2000)	84
Gráfico 15 –	Parintins: médias mensais de dois períodos,comparado com a Normal Provisória (1991-2000)	85
Gráfico 16 –	Manaus: Normal Climatológica X Normal Provisória (1991-2000)	86
Gráfico 17 –	Manaus: comparação entre Normais Climatológicas, Normal Provisória (1991-2000) e a Série Temporal (2001-2007)	87
Gráfico 18 –	Variação sazonal das cidades estudadas.....	88
Gráfico 19 –	Estação chuvosa: variabilidade de precipitação pluviométrica nas cidades da calha, no período de (1991-2007)	89
Gráfico 20 –	Estação intermediária: variabilidade de precipitação pluviométrica nas cidades da calha, no período de (1991-2007)	90
Gráfico 21 –	Estação seca: variabilidade de precipitação pluviométrica nas cidades da calha, no período de (1991-2007)	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 –	Dados de Número de Meses Faltantes por Ano, período de 1991-2007	41
Tabela 02 –	Dados de precipitação entre 1991-2007 para as coordenadas na coluna X e coluna Y (CPC), para a cidade de Benjamin Constant, mês de janeiro	43
Tabela 03 –	Pontos de Grade Próximos à Estação Meteorológica Observada	44
Tabela 04 –	Benjamin Constant: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas	70
Tabela 05 –	Fonte Boa: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas.....	71
Tabela 06 –	Tefé: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas.....	72
Tabela 07 –	Coari: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas.....	73
Tabela 08 –	Codajás: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas.....	74
Tabela 09 –	Itacoatiara: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas	75
Tabela 10 –	Parintins: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas	76
Tabela 11 –	Manaus: Normal Climatológica X Normal Climatológica Provisória (1991-2000)	86
Tabela 12 –	Comparação entre duas Normais Climatológicas, Normal Provisória e Série Temporal para a cidade de Manaus.	87
Tabela 13 –	Caracterização das estações meteorológicas estudadas	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 –	Ocorrência de El Niño para o período de 1991-2007	35
Quadro 02 –	Ocorrência de La Niña para o período de 1991-2007	35
Quadro 03 –	Classificação e Tipologia Urbana para as cidades da calha Solimões Amazonas	56
Quadro 04 –	Direção do vento para a região Norte do Brasil, nos baixos níveis (850 hPa)	77
Quadro 05 –	Direção do vento para a região Norte do Brasil, nos altos níveis (200 hPa)	78
Quadro 06 –	Esquema do surgimento da Alta da Bolívia (AB), de acordo com a posição intra-sazonal e inter-anual	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB – Alta da Bolívia

Cbs – cumulonimbus

CPC – Climate Prediction Center

CT – Convecção Tropical

DISME – Distrito de Meteorologia

FECANI – Festival da Canção de Itacoatiara

FxNC – Faixa de Nebulosidade Convectiva

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IT – Instabilidade Tropical

LI's – Linhas de Instabilidade .

LIC – Linha de Instabilidade Costeira

LIP – Linha de Instabilidade com Propagação

mEc – Massa Equatorial Continental

m/s – metros/segundo

NEPECAB – Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades da Amazônia Brasileira

N-NE – Norte-Nordeste

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration

ONG's – Organizações Não-Governamentais

Petrobras – Petróleo Brasileiro S/A

PIB – Produto Interno Bruto

ROL – Radiação de Ondas Longas

S/SE – Sul/Sudeste

SF – Sistema Frontal

SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia

SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus

UEA – Universidade do Estado do Amazonas

Ufam – Universidade Federal do Amazonas

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA	25
1.1 A complexidade dos estudos das condições atmosféricas em cidades médias e pequenas	25
1.2 Sistemas Precipitantes Tropicais e Clima da Amazônia	27
1.2.1 Caracterização das condições atmosféricas em grande escala, escala sinótica e mesoescala	32
1.2.1.1 Sistemas de Grande Escala	32
1.2.1.2 Sistemas de Escala Sinótica	35
1.2.1.3 Sistemas de Mesoescala	38
CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA	40
2.1 Obtenção e organização dos dados para a precipitação pluvial	40
2.2 Obtenção e organização dos dados para o vento	40
2.3 Métodos	41
2.4 Técnica para preenchimento de falhas	42
CAPÍTULO 3 – ÁREA DE ESTUDO	45
3.1 O estado do Amazonas no contexto geográfico	45
3.2 Os Elementos Naturais	47
3.2.1 Hidrografia	47
3.2.2 Principais Estruturas Geológicas	50
3.2.2.1 Bacia Sedimentar Amazônica	50
3.2.3 Geomorfologia	51
3.2.4 Solos	53
3.2.5 Vegetação	54
3.3 As cidades da Amazônia	56

3.3.1 Cidades localizadas na calha do rio Solimões-Amazonas	57
3.3.1.1 Cidades do Alto Solimões: Benjamin Constant e Fonte Boa	58
3.3.1.1.1 A cidade de Benjamin Constant	58
3.3.1.1.2 A cidade de Fonte Boa	59
3.3.1.2 Cidades do Médio Solimões: Tefé, Coari, Codajás e Manaus	60
3.3.1.2.1 A cidade de Tefé	60
3.3.1.2.2 A cidade de Coari	61
3.3.1.2.3 A cidade de Codajás	62
3.3.1.2.4. A cidade de Manaus	62
3.3.1.3 Cidades do Baixo Amazonas: Itacoatiara e Parintins	66
3.3.1.3.1 A cidade de Itacoatiara	66
3.3.1.3.2 A cidade de Parintins	67
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	69
4.1 Preenchimento de Falhas: resultados da correlação entre dados (observados e sintéticos)	69
4.2 Análise do Escoamento Médio dos Ventos	77
4.3 Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000	93
4.4 Séries Temporais X Normal Climatológica Provisória	94
4.4.1 Alto Solimões	95
4.4.2 Médio Solimões	96
4.4.3 Baixo Amazonas	99
4.5 Normal Climatológica X Normal Provisória	101
4.6 Variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica: comparação entre as cidades na calha	104
4.6.1 Estação chuvosa	105
4.6.2 Estação intermediária	106
4.6.3 Estação seca	107
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	108

REFERÊNCIAS	113
ANEXO A	121
ANEXO B	122
ANEXO C	123

INTRODUÇÃO

A região Amazônica está situada na porção centro-norte da América do Sul, sendo cortada pela linha do Equador, compreende áreas de baixas latitudes e recebe intensidade significativa de radiação solar. Ocupa cerca de 2/5 do continente sul-americano e mais da metade do território brasileiro.

A chamada Amazônia Legal cobre 61% do território em um total de cinco milhões de Km² (IBGE, 2000). Ela abrange os estados do Amazonas, Acre, Amapá, oeste do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia, Pará, Roraima e Tocantins. Dentre esses estados, o Amazonas, situado no centro da região Norte do Brasil é um dos estados que apresenta o maior rio do mundo: o Solimões-Amazonas.

O estado do Amazonas caracteriza-se por ser o mais extenso do Brasil, com uma superfície de 1.570.745 km² (IBGE, 2000). Duas grandes representações são conhecidas mundialmente, a vasta formação vegetal e o rio Amazonas, que na visão dos colonizadores faziam comparações com o próprio mar. O acesso à região é feito principalmente por via fluvial ou aérea, embora existam estradas importantes, o Amazonas é conhecido pelas estradas-de-rios. A qualquer cidade como destino, os navios, os barcos (de linha ou expresso), as canoas, as voadeiras são os transportes fundamentais para a população das cidades médias e pequenas do Amazonas. Muito embora, a imagem da Amazônia esteja associada aos rios e a floresta, as representações geográficas estão relacionadas ao urbano.

Nesse sentido, abordar sobre a importância de cidades situadas na calha de um importante rio é uma discussão que permeia alguns fatores da funcionalidade e da própria história de cada cidade. Mas, sobretudo, tentar entender a fisiografia, à luz das condições atmosféricas, torna a pesquisa importante para a Climatologia regional.

A partir do século XIX, as tentativas de equilibrar os anseios do ser humano com as práticas da natureza não foram positivas em sua totalidade, posto que, as influências do homem sobre o planeta geraram impactos negativos sem precedentes.

Desde a década de 1980, a Amazônia vem sendo pesquisada por instituições (nacionais e internacionais) consolidando inúmeras informações sobre a porção oriental da Amazônia e pouquíssima pesquisa relacionada à porção Ocidental. Desta forma, entender o comportamento

climático de uma região como o Estado do Amazonas considerando sua extensão territorial é de grande importância, pois será possível planejar o desenvolvimento das atividades fluviais, organizar os espaços urbanos, evitando prejuízos econômicos e sociais.

A justificativa desse estudo aos pesquisadores foi atribuída pela necessidade de apresentar um perfil da configuração física da atmosfera relacionado às cidades que pela lógica de mercado estariam esquecidas pelo papel econômico que desempenham.

A primeira hipótese a ser considerada para definir padrões atmosféricos na região Amazônica deveria responder a seguinte questão: existem ou não variações nas variáveis meteorológicas devido ao crescimento urbano associado às alterações da paisagem? Para tanto, a importância de caracterizar as condições atmosféricas foi essencial para o desenvolvimento dessa pesquisa.

O clima da região Amazônica apresenta um padrão caracterizado como quente e úmido, associado a determinados fatores controladores: latitude, relevo, presença de corpos líquidos, etc. Ao comparar os valores de água precipitável na região Amazônica com qualquer outra região brasileira não existem domínios climáticos mais chuvosos, conforme Nimer (1989) em porções como a área ocidental do Amazonas, a altura média das chuvas ultrapassa os 2750 mm.

De acordo com Fisch, Marengo e Nobre (1998) a precipitação é um importante elemento a ser analisado na região tropical, porque pode induzir as características e os comportamentos dos demais, tais como: temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção do vento, etc.

Além de analisar a precipitação pluvial, um outro elemento climático estudado foi o escoamento médio dos ventos na calha do rio Solimões-Amazonas, com o objetivo de identificar os sistemas tanto de oeste quanto de leste que atingem a Amazônia Ocidental.

Entre os dois elementos, precipitação e vento, o primeiro é um dos mais importantes para a Amazônia porque pode induzir nas características e comportamentos dos demais: vento, temperatura, umidade relativa, etc.

Pela forma como é feita a medição da quantidade de chuva que cai em uma determinada área, tecnicamente quantificar a precipitação parece ser simples, mas no caso da Amazônia a precipitação apresentou certo grau de dificuldade para definir as medidas por conta de “erros”, como a falta de dados em planilhas de anotação dos valores.

Em outros casos, pela dificuldade de localização dos instrumentos meteorológicos, os dados armazenados poderão apresentar problemas quanto sua confiabilidade, ou pela dificuldade

do padrão de coleta e armazenamento poderão não apresentar uma temporalidade rigorosa para mais de trinta anos.

Este estudo, a princípio usa os dados de precipitação pluviométrica das cidades que apresentam uma estação convencional meteorológica, ou estação padrão objetivando caracterizar a circulação atmosférica predominante para os seguintes municípios localizados na calha do rio Solimões-Amazonas: Benjamin Constant, Fonte Boa, Tefé, Coari, Codajás, Itacoatiara e Parintins, isto é, para cada município uma respectiva estação que o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) monitora. A justificativa desse estudo é atribuída pela necessidade de apresentar um perfil da configuração física da atmosfera relacionado às cidades que pela lógica de mercado estariam esquecidas pelo papel econômico que desempenham.

A escolha das cidades médias e pequenas inicialmente surgiu com o Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades da Amazônia Brasileira (NEPECAB), especificamente na abordagem – As cidades e os rios: Tipificação da Rede Urbana na Calha do Rio Solimões-Amazonas, contudo os trabalhos de pesquisa realizados tinham um foco essencialmente humano, paulatinamente, apresentou-se interesse em conhecer a relação das condições físicas dessas cidades e como se dava o comportamento de elementos climáticos para o padrão de organização dessas cidades.

A cidade de Manaus foi inserida por apresentar maior concentração da população do Amazonas, além de infra-estrutura essencial para um centro urbano, mas que reflete impactos negativos quando se trata de fenômenos naturais. As conseqüências de um crescimento desordenado ocorrido a partir da década de 1960 com a implantação da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) e a criação do Pólo Industrial de Manaus, refletem-se nas práticas de uso e ocupação do solo urbano, políticas para a moradia, conseqüentemente desmatamento para construção de conjuntos habitacionais, ou quando não atendiam a demanda, surgiam as práticas de ocupações irregulares.

Com todo o quadro dinâmico-social, Manaus começou a passar por mudanças físicas, especialmente em períodos de grande estiagem ou chuvas intensas. O estudo do clima apresenta uma série de variáveis que devem ser levadas em consideração quando se busca entender a dinâmica atmosférica sobre um determinado lugar.

O objetivo geral refere-se à caracterização da circulação atmosférica dos principais fenômenos de tempo ao longo do rio Solimões-Amazonas, em período determinado (1991-2007)

para a rede urbana na Amazônia. Além de estudar o escoamento do vento, já mencionado anteriormente. Por isso, os objetivos específicos seguem abaixo:

- Estudou-se o comportamento da atmosfera por meio de dados de precipitação das estações meteorológicas convencionais localizadas em algumas cidades que compõem a calha;
- Foi criada a *Normal Climatológica Provisória* para as cidades da calha do rio Solimões-Amazonas;
- Comparou-se a *Normal Climatológica Provisória* com as Normais Climatológicas (1931-1960) e (1961-1990) da cidade de Manaus;
- Estudou-se o comportamento dinâmico da atmosfera sobre a calha do Solimões-Amazonas por meio dos dados de vento. Foram analisados os campos de escoamento em baixos níveis (850 hPa) e altos níveis (200 hPa).

Para sistematizar essa pesquisa e alcançar os objetivos propostos foram apresentados quatro capítulos.

O Capítulo I, está relacionado à fundamentação teórica, com uma revisão de literatura dos principais autores que trabalham na perspectiva de entender os mecanismos físicos que atuam na região Amazônica, publicações clássicas que demonstravam o rigor científico sem o auxílio de tanta tecnologia, bem como dissertações e teses que retratam a mais nova informação sobre a região com auxílio de ferramentas (software e satélites) de alta tecnologia.

No Capítulo II, têm-se os procedimentos metodológicos adotados para a obtenção dos dados, com aplicação de técnicas para trabalhar o preenchimento dos dados faltantes. O elemento climático relacionado à precipitação apresentou uma significativa ausência nos dados sendo necessária à aplicação de fundamentos estatísticos para completar a série em estudo. Como a série climatológica foi considerada pequena, fez-se um estudo baseado no conceito de normal climatológica provisória (KRUSCHE, SARAIVA e REBOITA, 2001).

No Capítulo III, é realizada uma descrição da área de estudo, com suas particularidades; há também uma descrição generalizada da fisiografia da região Amazônica, especialmente das oito cidades em estudo. Além de caracterizações sociais, econômicas, culturais e a importância dessas cidades do ponto de vista de suas funções.

No Capítulo IV, segue-se com a análise dos dados e os possíveis resultados alcançados. E finalmente as conclusões, ou melhor, considerações de tudo que foi estudado, a partir dos dados analisados e sugestões para futuras pesquisas.

Na tentativa de contribuir para o desenvolvimento local e regional, este trabalho traz uma abordagem de dois elementos climáticos para a caracterização das condições atmosféricas. A precipitação pluvial analisada a partir dos sistemas precipitantes em grande escala, sinótica e mesoescala. E para o vento foram observados o escoamento médio nos baixos (850 hPa) e altos (200hPa) níveis.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA

1.1 A complexidade do estudo das condições atmosféricas em cidades médias e pequenas

No caso das cidades ao longo da calha, os papéis das cidades médias e pequenas na rede urbana da Amazônia apresentam importância fundamental comparadas à capital do Estado, não apenas pelo quantitativo populacional, mas a partir da formação histórica, além da utilização de dados secundários para melhor definir alguns arranjos institucionais importantes para determinar um perfil tipológico.

Segundo Pereira (2004) para caracterizar uma cidade média, devem-se levar em consideração a situação geográfica de uma cidade, o distanciamento das áreas metropolitanas e a capacidade de conectividade entre pequenos e grandes centros urbanos. Outra importante contribuição sobre cidades médias na Amazônia é de Oliveira (2007) que irá considerá-la como cidades não-integrantes de áreas metropolitanas, das quais guardam relativa distância, cuja população total varia entre 100 mil e 500 mil habitantes, além de cumprir o papel de produzir bens e serviços exigidos por ela e por cidades menores que giram em seu entorno, além de exercerem outras funções históricas e econômicas.

Do ponto de vista econômico, as cidades na calha do rio Solimões-Amazonas poderão desenvolver certas culturas ou atividades semelhantes, mas as especificidades são oriundas das práticas sociais de cada uma delas. Segundo Oliveira (2004) é por meio do rio que se avistam as pequenas e médias cidades amazônicas, tendo no porto o ponto de convergência entre o rio, a floresta e a própria cidade. “O rio, a floresta e a cidade têm no porto a fronteira entre o real e o imaginário, possibilitando-nos leituras múltiplas de ritmos de tempos diversos” (OLIVEIRA, 2004, p. 02).

Em algumas cidades da Amazônia já existem meios de transportes aéreos, mas o acesso acaba sendo limitado por questões culturais, sobretudo, econômicas. Para perceber as cidades ribeirinhas da Amazônia, Oliveira (2004) afirma que a estação portuária é o ponto de chegada ou

saída de pessoas que com um primeiro olhar já caracterizam a inércia da mesma, por conta da comparação com realidades de um urbano em movimento, como é o caso das metrópoles.

De acordo com Spósito (1991) a cidade é fruto de um processo que se dá há muito tempo atrás, antecedendo a industrialização. É importante considerar o processo histórico para a evolução da urbanização. Foi observado que as diferenças de um lugar a outro foram marcantes, numa ótica intra-urbana, o Estado investe em lugares onde se concentram a população de maior poder aquisitivo, enquanto lugares periféricos, áreas desvalorizadas, são os mais afastados do centro, com pouca ou nenhuma infra-estrutura. A paisagem urbana vem se configurando pelo processo de desenvolvimento capitalista, onde a relação de classes e suas contradições sociais, políticas, econômicas, ideológicas e outras, prevalecem.

Neste caso, ao estudar a questão das redes urbanas na Amazônia, isto é, a constituição das cidades ou núcleos urbanos, Schor e Costa (2006) perceberam características funcionais complexas, ou seja, as cidades desempenham múltiplos papéis, relacionados a três tipos de interações espaciais geradoras de rede – a de produção, a de distribuição (difusão) e a de gestão (decisão), possibilitando estabelecer uma hierarquia funcional conforme alguns arranjos institucionais, com destaque para: dinâmica populacional, variáveis históricas, relações intra e interurbana, serviços e comércio, tendências locais das atividades produtivas, arrecadação de impostos, insumos para a cesta básica regionalizada, índice da construção civil, produtos extrativistas, movimentos sociais, ONG's e práticas religiosas, infra-estrutura urbana e fluxo de transporte. Definir uma tipologia é importante no estudo das cidades no Amazonas, entretanto, não se torna diferente o estudo em cidades médias e/ou pequenas por estarem localizadas na região Amazônica, mas por apresentarem especificidades que são importantes de serem reveladas.

Quando Monteiro (2001) procura trabalhar o paradigma do geossistema, o autor percebe a necessidade de inter-relacionar os aspectos físicos e humanos sobre o meio, por isso, há uma nítida vontade em privilegiar a complexidade das interações geográficas fugindo da preocupação vigente com a descrição linear de cada setor da fenomenologia geográfica. Ao observar a relação homem e ambiente, Monteiro (1976) descreve os constituintes para o sistema aberto partindo das atividades humana e dos demais seres vivos que se concretizam sobre o espaço urbano.

Na tentativa de caracterizar as condições atmosféricas, os fenômenos originários em grande escala são fundamentais, bem como os efeitos em pequena escala. Especialmente por

trabalhar com um período de tempo relativamente curto (dezessete anos), as condições atmosféricas permitiram definir as normais climatológicas provisórias das cidades consideradas médias e pequenas ao longo da calha do rio Solimões-Amazonas, representando as condições médias da atmosfera. As normais climatológicas provisórias são os resultados do cálculo das normais com séries de dez anos, isto é, uma década para representar períodos com ausência ou falhas de dados, portanto sendo chamadas estas médias de normais climatológicas provisórias.

Os resultados das observações do tempo atmosférico em período específico serão definidos pelas Normais Climatológicas que fundamentarão tais observações. As Normais Climatológicas servem de indicativos do clima de um determinado lugar, isto é, são médias de períodos de trinta anos de dados meteorológicos, conforme estabelecido pela Organização Meteorológica Mundial. Contudo, a grande maioria das estações localizadas no interior do Estado do Amazonas não possui dados acima de trinta anos, nesse sentido, optou-se por trabalhar a normal climatológica provisória, ou seja, um período de dez anos (KRUSCHE, SARAIVA e REBOITA, 2002).

No que tange as observações das cidades e sua relação com as condições climáticas duas distinções são necessárias, a extensão territorial das mesmas e a dinâmica atmosférica, pois a primeira é possível delimitar com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e possíveis interações com o meio, mas quanto à atmosfera, a dimensão é muito maior, já que tanto os fatores locais, como aqueles relacionados à dimensão global poderão influenciar nas características climáticas da região, tornando um desafio para a pesquisa.

1.2 Sistemas Precipitantes Tropicais e Clima da Amazônia

Os sistemas funcionam como um conjunto de procedimentos destinados a assegurar uma função definida, na tentativa de compor um todo.

O clima pode ser considerado como fator preponderante para a organização da vida do ser humano, assim como para o padrão de estruturas do ambiente. Mas entendê-lo depende de uma série de fatores que serão abordados nesta pesquisa, sobretudo quando se pesquisa extensas áreas como a Amazônia.

Caracterizar a região Amazônica, do ponto de vista fisiográfico não é simples, podendo nos induzir ao erro pela aparente homogeneidade, mas por razão de suas inter-relações é necessário realizar uma análise da complexidade de seus componentes, tanto físicos quanto humanos.

A região Amazônica está localizada na zona intertropical do planeta, recebendo maior quantidade de energia solar. Existem mecanismos atmosféricos que são influenciados por determinados fatores controladores que atuam em meso e grande escala climática.

Em detrimento da posição geográfica, do tipo de vegetação do ciclo hidrológico e da topografia local, a Amazônia apresenta características de chuvas convectivas, importantes para o equilíbrio local e regional, também evidenciando estudos que apontam esta região como fator essencial para o equilíbrio do clima global.

Durante a década de 1980, trabalhos relacionados aos padrões de deslocamento de altas pressões por Kousky e Ferreira (1981) já observavam variações de pressão, por meio da atuação dos sistemas frontais, ou seja, neste trabalho os autores avaliaram dados de estação no sudeste do Brasil correlacionados com dados no norte e nordeste do país e perceberam que a influência de sistemas frontais em latitudes médias, de escala sinótica, causa variação da temperatura nas regiões equatoriais.

Segundo Molion (1987) são três mecanismos que provocam chuva na região Amazônica:

- a) convecção diurna resultante do aquecimento da superfície e condições favoráveis de larga escala;
- b) linhas de instabilidade originárias da costa N-NE do litoral do Atlântico e;
- c) aglomerados convectivos de meso e larga escala associados com penetrações de sistemas frontais na região S/SE.

O ciclo hidrológico é um importante componente do clima, os processos físicos e químicos oriundos da disponibilidade de energia que são absorvidos e emitidos durante as mudanças sofridas pela água também contribuem para a dinâmica atmosférica.

Por conta da distribuição da água sobre a região Amazônica existe uma irregularidade nos totais precipitáveis, demonstrando volume em média de $176.000 \text{ m}^3/\text{s}$, representando 15% da água doce na forma líquida no planeta. (SALATI, 1983, p. 22). Para Salati (1983), o processo de formação do vapor d'água na Amazônia tem origem não apenas do Oceano Atlântico, por meio

dos ventos alísios, mas também pelo processo de evapotranspiração das plantas, portanto, 50% do vapor d'água advém do oceano e os outros 50% da floresta (processo de evapotranspiração).

No setor ocidental da Amazônia, Nimer (1989) tece algumas características sobre a atuação dos principais sistemas de circulação atmosférica, com a influência da Massa Equatorial Continental (mEc) formada pela convecção termodinâmica dos ventos de Nordeste (NE) do anticiclone dos Açores e pela Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, constituindo um constante fator de instabilidade do tempo e abundantes chuvas. Dessa forma, Nimer (1989) distingue quatro sistemas de circulação da atmosfera para a região norte do Brasil, aqui citados os sistemas que influenciam na porção ocidental da região. São eles:

- Sistema de O da mEc representado por linhas de IT (instabilidade tropical), gerando tempo instável com pancadas de chuva;
- Sistema de N da CIT (citada pelo autor, mas refere-se a ZCIT), também gerando tempo instável e;
- Sistema de sul do anticiclone polar e sua descontinuidade frontal provocando instabilidade no tempo.

Todos esses sistemas conforme Nimer (1989) constituem sistemas de circulação perturbada, determinantes de instabilidade e chuva.

A friagem como um dos vários sistemas atmosféricos que atuam na região Amazônica ocorre devido as grandes oscilações de temperatura na região, denominam-se frentes frias, pois se deslocam da região antártica ocasionando queda na temperatura nos meses de (maio/junho) (NIMER, 1989). Também, Serra e Ratisbonna (1945) pesquisaram sobre as “ondas de frio da bacia Amazônica”, retificando a explicação do fenômeno da friagem que era resultante na descida do ar frio das geleiras dos Andes. Cientificamente, o fenômeno está relacionado ao desenvolvimento de um anticiclone atrás de um sistema frontal que se move para o norte, atingindo a região da Amazônia (HAMILTON e TARIFA, 1978).

A caminhada da massa polar periodicamente até o equador é forçada a penetrar entre as duas células de alta pressão: do Atlântico e do Pacífico, percorrendo três trajetórias diferentes sobre a América do Sul. Entre as três trajetórias do movimento do ar atmosférico a terceira

segue o interior do continente entre os Andes e o Maciço Brasileiro, conduzindo o ar frio através de Mato Grosso até o alto Amazonas, e provocando em casos excepcionais de grande intensidade a chamada “friagem”, que vem a consistir

portanto numa invasão durante o inverno, de vigoroso anticiclone frio de massa polar, cuja trajetória ultrapassa praticamente o equador (SERRA e RATISBONNA, 1945).

Estudos posteriores, durante a década de 1990, descreveram os impactos causados pelo fenômeno em diferentes ambientes amazônicos, neste caso Marengo *et al* (1997) analisaram a temperatura em três cidades amazônicas: Ji-Paraná (RO), Manaus (AM) e Marabá (PA) onde concluíram que o evento promoveu alterações mais evidentes em estações mais a sudoeste, mais próximas da cordilheira dos Andes.

Os estudos de Aguiar (1995) confirmam que a massa de ar polar, geralmente no início do inverno (entre os meses de junho e julho), penetra a região Amazônica podendo alcançar até a cidade de Manaus provocando distúrbios significativos no ecossistema local.

Em pesquisa direcionada à capital do Amazonas, Aguiar (1995) apresenta a tendência de variação climatológica para o século XX. O autor considera que qualquer projeto de exploração na Amazônia, que ocasione desmatamento associado a processos de ocupação humana exige uma série de cuidados prévios para minimizar os impactos ambientais que se instalam e tendem a se propagar em cadeia. Demonstra as principais variáveis climatológicas estudadas para a cidade de Manaus durante o século XX, apresentando as médias de tendência central a partir dos dados reunidos desde 1901 até 1994, de modo que, o autor completou três Normais Climatológicas, verificando as alterações climáticas possíveis por meio do desenvolvimento urbano. Além de avaliar os diversos usos do solo e suas conseqüências sobre o clima.

Nesse complexo de mecanismo geral, os sistemas atmosféricos que atuam na Amazônia Ocidental causam grande instabilidade, ocasionando chuva na região.

Como os elementos climáticos dessa pesquisa estão relacionados à precipitação pluvial e o vento, é importante entender como se produz a chuva na região Amazônica, e como funciona a dinâmica do escoamento atmosférico.

Para entender o mecanismo de produção de chuva é fundamental compreender como as nuvens se formam, pois “são agregados de gotículas d’água muitíssimo pequenas, de cristais de gelo, ou uma mistura de ambos com suas bases bem acima da superfície terrestre” (AYOADE, 2001, p. 149). A formação das nuvens se dá principalmente pelo movimento vertical de ar úmido, como na convecção, ou em ascensão forçada sobre áreas elevadas, ou no movimento vertical em larga escala, associado a frentes e depressões. Dentre as formas de classificação das nuvens, em

especial para a região em estudo é possível atribuir a seguinte categoria: “nuvens produzidas por convecção térmica” (AYOADE, 2001, p. 151).

A definição de *precipitação* é usada para qualquer deposição em forma líquida ou sólida e derivada da atmosfera. E para os trópicos a importância da chuva contribui significativamente para descrever a meteorologia de uma área. Existem três tipos de precipitações: convectiva, ciclônica e orográfica (AYOADE, 2001, p. 161). A precipitação do tipo convectiva está relacionada às nuvens do tipo cumulus e cumulonimbus, sendo causada pelo movimento ascendente do ar, que é mais quente do que o ambiente, é pois, mais intensa do que as duas anteriores, mas é de curta duração muitas vezes acompanhadas de descargas atmosféricas que produzem os sons denominados trovões.

Ao estudar o escoamento médio do vento sobre a região Amazônica, os trabalhos de Serra (1976) já abordam a importância de analisar o vento, porque “tanto a direção, quanto a velocidade dos ventos são determinadas principalmente pelo gradiente de pressão”, isto é, um gradiente de pressão existe quando a pressão do ar varia horizontalmente de um lugar para o outro. O gradiente de pressão é a taxa de variação da pressão com a distância, ou seja, em uma carta isobárica, quanto mais próximas estiverem as isóbaras, mais intensos serão os gradientes de pressão.

Nas superfícies isobáricas o vento sopra com maior intensidade onde há maior proximidade entre as isóbaras. (Ver figura 01).

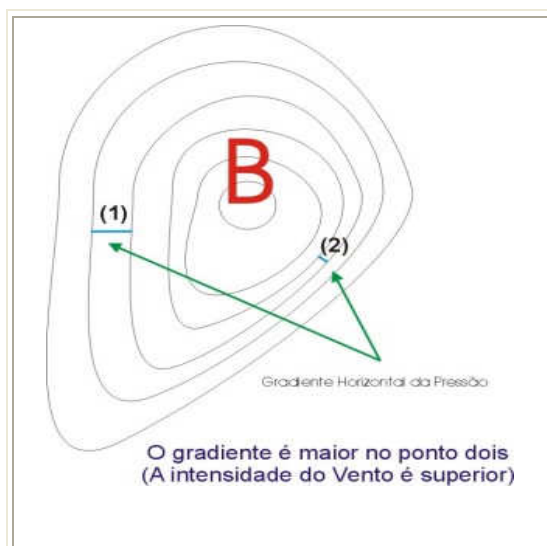


Figura 01 - Gradiente horizontal de pressão. Fonte: <www.fpcolumbofilia.pt/meteo/escola06.htm>.

Se a força de pressão fosse o único fator a influir na direção e intensidade do vento, este sopraria sempre das altas para as baixas de acordo com os seguintes procedimentos: "O vento teria direção das altas para as baixas pressões, perpendicularmente às isóbaras e a sua intensidade seria diretamente proporcional ao gradiente de pressão". Assim, a intensidade do vento será tanto maior quanto mais juntas estiverem as isóbaras.

Além da força de pressão, existem outras forças importantes para o movimento do ar: a força de

Coriolis, a aceleração centrípeta e a força de fricção. A força de Coriolis é devido à rotação da Terra. De acordo com Ayoade (2001) existe um aparente desvio dos objetos que se movem, inclusive do ar atmosférico para a direita de sua trajetória de movimentação no hemisfério Norte, e para a esquerda no hemisfério Sul. E a força de fricção devido aos obstáculos que a superfície da Terra oferece ao movimento do ar (AYOADE, 2001). Os ventos são comumente descritos pelos impactos negativos causados pela sua intensidade, aqueles também são responsáveis por transportar umidade para áreas distantes podendo causar precipitação.

1.2.1 Caracterização das condições atmosféricas em grande escala, escala sinótica e mesoescala

1.2.1.1 Sistemas de Grande Escala

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é uma faixa latitudinal sobre os oceanos equatoriais, onde os ventos alísios de ambos os hemisférios se encontram; nessas regiões existem movimentos de ar ascendentes, formação de uma banda de nuvens e conseqüentemente, liberação de calor latente para a atmosfera, (Ferreira 1996) existindo outras definições para a ZCIT, como a zona do cavado equatorial, zona de máxima temperatura da superfície do mar, zona de máxima convergência de massa e máxima cobertura de nuvens convectivas.

Conforme os estudos de Molion (1987) a circulação geral da atmosfera apresenta células de ar que exercem papel importante na dinâmica geral, já que a célula de Hadley tem origem a partir da ZCIT, onde as baixas pressões são predominantes, ocorrendo a convergência (as provenientes dos oceanos nos níveis próximos à superfície) e ascendência do ar (nos níveis alto da troposfera), após isso gera condensação e conseqüentemente descendência em latitudes entre 20° e 35°. A maior importância da célula de Hadley está na formação e deslocamento de umidade para as baixas latitudes (Figura 02).

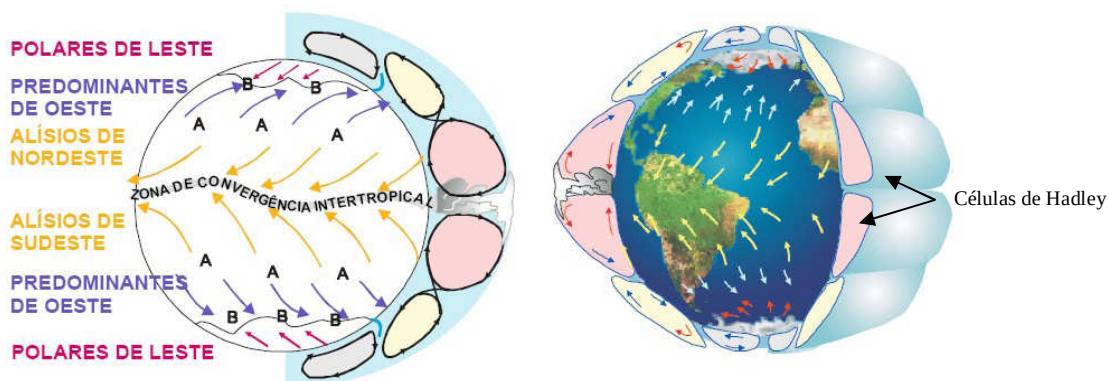


Figura 02 – Modelo de circulação meridional da atmosfera mostrando os ventos à superfície e as áreas de alta (A) e baixa (B) pressão. Fonte: Miranda *apud* Bezerra, 2006.

Outra célula de ar que tem importância para a região é a célula de Walker. A célula de Walker ou célula zonal (Figura 03) são encontradas na região equatorial e está relacionada à variação da pressão atmosférica entre as porções leste e oeste do oceano Pacífico, promovendo uma circulação no sentido longitudinal nessa região. Sua atuação é caracterizada no oceano Pacífico Leste, estendendo-se até o oeste da Austrália. No momento em que as águas se aquecem no Pacífico o ar tende a subir (ascendência) e conseqüentemente há divergência em altos níveis, configurando em altitude, o anticiclone do Pacífico até os altiplanos bolivianos.

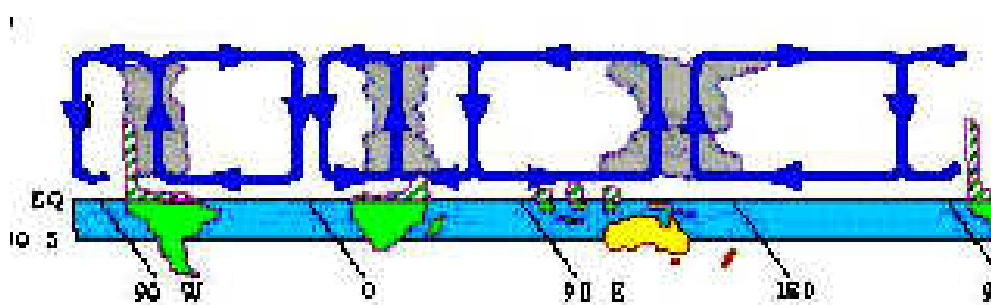


Figura 03 – Modelo de circulação zonal da atmosfera. Fonte: Holton *apud* Bezerra, 2006.

A existência dessas células é definida como gangorra barométrica pelos meteorologistas, mas também é conhecido como Oscilação Sul. Portanto, em superfície, nos locais onde é

observado o ramo ascendente da célula de Walker apresenta uma zona de baixa pressão, enquanto que no ramo descendente apresenta uma zona de alta pressão (MASSAMBANI e CARVALHO, 1994).

Um outro fenômeno que influencia na quantidade de chuva na região é a Alta da Bolívia (AB) que é uma circulação da alta troposfera sobre a América do Sul, a característica principal é o desenvolvimento de um anti-ciclone em altos níveis (200 hPa) durante os meses de verão, associado com a forte convecção da região Amazônica, (FISCH, MARENGO e NOBRE, 1998) resultado da convergência do ar mais aquecido e umidade nos baixos níveis (850 hPa) e divergência do ar que se resfria em altos níveis da atmosfera (200 hPa) e que tem posição variável intra-sazonal e inter-anual. A atuação da AB será descrita com profundidade no tópico 4.6 dessa pesquisa, quando são feitas as análises sobre o escoamento médio dos ventos. Portanto, a Alta da Bolívia é outro mecanismo que influencia no clima da região Amazônica.

Segundo Bezerra (2006) as circulações de Hadley e Walker são utilizadas para explicar os fenômenos extremos, no que se refere ao El Niño e La Niña, que estão ligados a ZCIT por conta das alterações em sua posição latitudinal, causando precipitação.

O El Niño, como fora conhecido pela população latino-americana é o deslocamento da célula de Walker. O movimento da célula de Walker que tem o seu ramo ascendente nas águas quentes do Pacífico Oeste, ou no Leste da Austrália e seu ramo descendente na costa Leste do Pacífico nas proximidades do Peru e do Equador. De acordo com Fisch, Marengo e Nobre (1998) esse sistema atmosférico que atua na região é o fenômeno El Niño, pois provoca um período extremamente seco, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, durante a estação chuvosa na Amazônia Central.

O El Niño se dá quando ocorre o aquecimento anômalo das águas superficiais do oceano Pacífico. Já o La Niña é o fenômeno em que ocorre o resfriamento das águas superficiais do oceano gerando intensificação dos padrões atmosféricos em toda a faixa longitudinal do globo terrestre. Para a Amazônia, o La Niña, normalmente, traz mais precipitação.

De acordo com o quadro fornecido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) referente ao número de ocorrências de El Niño (Quadro 01) e La Niña (Quadro 02), fez-se um esquema dos períodos relativos à pesquisa para a intensidade de casos ocorridos do fenômeno.

Quadro 01- Ocorrência de El Niño para o período de 1991-2007	
PERÍODO	INTENSIDADE
1990-1993	Forte
1994-1995	Moderada
1997-1998	Forte
2002-2003	Moderada
2004-2005	Fraco
2006-2007	Fraco

Fonte: INPE, 2009.

Quadro 02- Ocorrência de La Niña para o período de 1991-2007	
PERÍODO	INTENSIDADE
1995-1996	Fraco
1998-2001	Moderada

Fonte: INPE, 2009.

1.2.1.2 Sistemas de Escala Sinótica

A distribuição espacial e temporal da precipitação pluvial na região central da Amazônia (próximo de 5° S) pode estar associada com a penetração de sistemas frontais da região sul, interagindo e organizando a convecção na Amazônia. Durante as pesquisas de Oliveira (1986) foram analisados um período de dez anos de imagens de satélite geoestacionário com o intuito de estabelecer uma climatologia de interações entre sistemas frontais (SFs) e a convecção tropical (CT) sobre a Amazônia.

Configura-se mais um sistema precipitante atuante na região Amazônica denominado de Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS que é convencionalmente definida como uma persistente faixa de nebulosidade orientada no sentido preferencialmente noroeste-sudeste, que se estende do sul da Amazônia ao Atlântico sul Central. Segundo Oliveira (1986) interações entre sistemas frontais (SFs) e a convecção tropical (CT) sobre a região Amazônica é bastante freqüente, com sistemas frontais localizados ao longo da costa Atlântica entre os paralelos de 35° e 20° S, sendo mais freqüentes nos meses de CT mais intensa sobre a superfície terrestre, principalmente nos meses de outubro a março com SFs localizados entre 25° e 20° S. Dados de radiação de ondas longas (ROL) emitida para o espaço e precipitação confirmaram que,

geralmente, existe um aumento da atividade convectiva continental por ocasião da ocorrência desses eventos.

Para que o sistema seja caracterizado como ZCAS deve manter-se no mínimo quatro dias de duração. A interação entre os sistemas se dá predominantemente quando os SFs estão associados a cavados que se estendem dos baixos aos altos níveis, com inclinação preferencial noroeste-sudeste. Desta forma, Oliveira (1986) caracterizou quatro bandas latitudinais distintas (figura 04) definindo a variação sazonal da interação entre os sistemas convectivos tropicais e os SFs.

- Tipo I - 40° - 35° S – no verão, a associação entre os SFs e a convecção ao longo da Cordilheira dos Andes até o oeste da Amazônia;
 - Tipo II - 35° - 25° S – associação com o oeste e centro da Amazônia. Estende-se desde o rio da Prata até a região de Curitiba;
 - Tipo III - 25° - 20° S – De Curitiba até Cabo Frio/ RJ, região preferencial entre associação da CT na América Central e SFs na costa;
 - Tipo IV - Ao norte de 20° S – associação com parte oriental da Amazônia.
- (OLIVEIRA, 1986, p. 26).

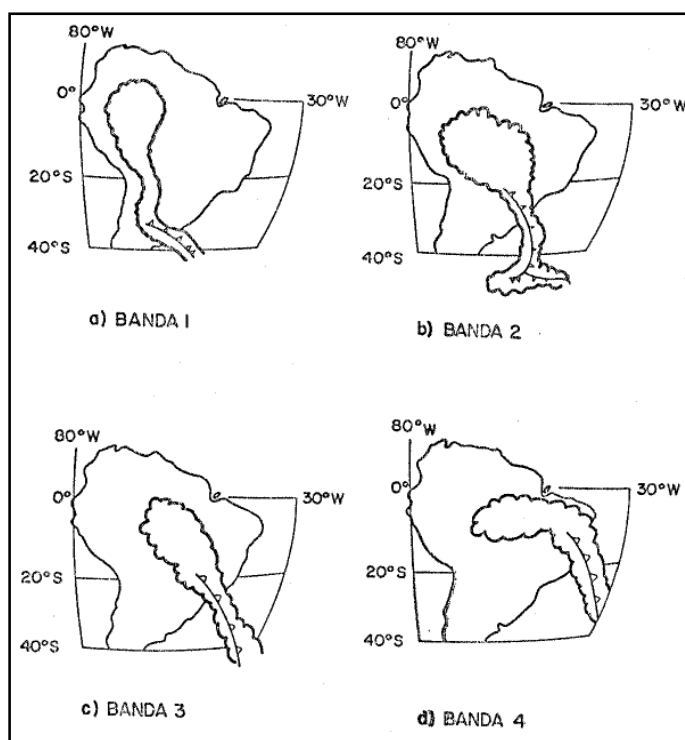


Figura 04 – Esquemas típicos de formação de faixa de nebulosidade convectiva para cada banda latitudinal. Fonte: Oliveira, 1986.

A principal característica das ZCAS é que poderão ocorrer chuvas contínuas, isto é, chuva o dia inteiro na região Amazônica, pois existe forte *advecção de ar*¹ frio e subsidência no lado polar da faixa de nebulosidade convectiva associada a advecção de ar quente e movimento ascendente na região desta faixa. (Ver figura 05)



Figura 05 – Imagem obtida pelo satélite GOES-10 (canal 4), na qual pode-se observar a localização da ZCAS, na área destacada, em 15/03/2009. Fonte: CPTec, 2009.

¹ ADVECÇÃO DE AR - Transmissão de calor ou qualquer fenômeno na atmosfera pelo movimento horizontal de uma massa de ar (vento). Exemplos incluem transmissão horizontal de calor e umidade. ADVECÇÃO FRIA – o movimento horizontal do ar mais frio em um local. ADVECÇÃO QUENTE – transmissão horizontal do ar mais quente em uma determinada área. Fonte: Vocabulário Meteorológico Internacional – OMM, n. 182.

1.2.1.3 – Sistemas de Mesoescala

As Linhas de Instabilidade (LI's) são mecanismos que também provocam chuvas na Amazônia. As LI's são bandas de nuvens convectivas que se formam e se propagam continente adentro. Essas bandas não são necessariamente contínuas. Uma LI's tropical típica é uma linha de cúmulos nimbos que se forma ao longo da banda de uma ampla área de movimento descendente.

Conforme estudos de Cohen (1989) as LI's se formam ao longo da costa norte-nordeste da América do Sul, desde a Guiana até o estado do Maranhão. As LI's são classificadas em linha de instabilidade costeira (LIC) e linha de instabilidade com propagação (LIP). Tanto as linhas de cúmulos nimbos que se propagam como as que não se propagam estão associadas à circulação de brisa marítima junto à costa. Desta forma, os valores significativos de 45% das chuvas que caem no nordeste paraense durante o período chuvoso é ocasionado pelas LI's.

Na figura 06 é apresentado um esquema que representa a formação da nuvem cumulonimbus (Cbs) que se propaga ao longo do cisalhamento vertical, isto é, a variação do vento horizontal com a altura, esta diferença de velocidade entre as camadas gera turbulência. Os jatos de baixos níveis revelam que o cisalhamento de vento, em níveis inferiores é importante para o desenvolvimento das nuvens Cbs. Deste modo, o Cbs propaga-se em relação ao vento em todos os níveis na vertical.

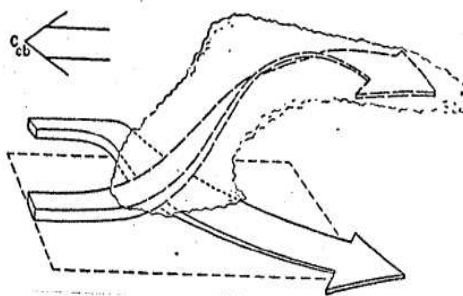


Figura 06 – Esquema de propagação da nuvem cumulonimbus (Cbs). Fonte: Cohen, 1989.

Para Cohen (1989) essas linhas são caracterizadas por possuir grandes conglomerados de nuvens Cbs e são formadas devido à circulação de brisa marítima, podendo se prolongar para o interior do continente. As brisas são ventos próximos da superfície terrestre causados pela diferença de temperatura e pela rotação da Terra. Existem as brisas marítimas e terrestres.

A brisa fluvial tem o mesmo mecanismo que a marítima, apenas acontece nos rios, tais processos ocorrem entre o leito e às margens dos rios.

Molion e Dallarosa (1990) apresentaram um trabalho intitulado “Pluviometria da Amazônia: são os dados confiáveis?” considerando aspectos como localização instrumental para maior confiabilidade de dados pluviométricos, além de questionarem um mecanismo de circulação de ar local, ou seja, a brisa fluvial poderia estar alterando esses valores pluviométricos às margens dos rios. Com base na metodologia, realizaram-se observações diretas, paralela às análises de registros previamente elaborados em estações localizadas ao longo de uma linha às margens de rios e estradas para possíveis comparações, contudo o processo de radiação solar é mais intenso sobre uma superfície sólida durante a manhã, em relação à água “forma-se uma célula de circulação com o ar retornando nos níveis acima da superfície e descendo sobre o corpo d’água” (MOLION e DALLAROSA, 1990, p. 41).

Para Oliveira e Fitzjarrald (1993) um importante mecanismo de circulação atmosférica na região Amazônica é a brisa fluvial, ou seja, eles perceberam que existe efeito no clima local por meio da camada limite. Ao comparar quatro pontos específicos, sendo um mais próximo de corpo líquido e os demais em áreas florestadas. Foram verificados os parâmetros de temperatura do ar, pressão atmosférica e direção do vento, nos períodos seco e chuvoso. A oscilação diurna dos ventos locais na superfície pode ser explicada em termos pela oscilação horizontal da força do gradiente de pressão e a distribuição vertical do *momentum* que é o momento angular por unidade de massa de um corpo que gira em torno de um eixo fixo sendo proporcional a sua velocidade e a sua distância ao eixo de rotação (AYOADE, 2001). Tal circulação atmosférica pode explicar como os elementos fluviais e o efeito da brisa terrestre poderão induzir um contraste térmico entre os rios e áreas adjacentes.

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

2.1 Obtenção e organização dos dados para a precipitação pluvial

Para estabelecer um padrão de organização dos eventos climáticos baseados na caracterização da circulação atmosférica foi necessário selecionar as estações meteorológicas localizadas na calha do rio Solimões-Amazonas. As cidades do Estado do Amazonas que se encontram na calha e que apresentam uma estação meteorológica convencional de superfície (ver Anexo B) foram apenas oito: Benjamin Constant (70° 02' W, 4° 23' S), Fonte Boa (66° 10' W, 2° 32' S), Tefé (64° 42' W, 3° 50' S), Coari (63° 08' W, 4° 05' S), Codajás (62° 05' W, 3° 50' S), Manaus (59° 57' W, 3° 7' S), Itacoatiara (58° 26' W, 3° 08' S) e Parintins (56° 44' W, 2° 38' S).

Os dados de precipitação pluvial foram organizados numa série temporal de 1991 a 2007, cedidos pelo INMET. Os números foram organizados em planilhas, para configurar um pequeno banco de dados antes de serem trabalhados permitindo melhor manuseio.

2.2 Obtenção e organização dos dados para o vento

Conforme os objetivos específicos, além da precipitação, outro elemento climático utilizado nessa pesquisa foi o vento. Desse modo, os procedimentos metodológicos foram os seguintes: com escores a partir de 1948 até o ano de 1998, utilizaram-se as seguintes variáveis: média mensal da componente zonal e meridional do vento, com dados obtidos da reanálise do National Centers for Environmental Prediction/ National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR), espaçados em uma grade de 2,5° de latitude e 2,5° de longitude.

Os dados foram trabalhados de acordo com software interativo utilizado nas tarefas de acesso, manipulação e visualização de dados geofísicos pelo Sistema de Visualização e Análise de Dados em Pontos de Grade (GrADS) (Fonte: <http://grads.iges.org/grads/index.html>).

2.3 Métodos

Utilizou-se o conceito de *Normal Climatológica Provisória* (KRUSCHE, SARAIVA e REBOITA, 2001, p. 04) distinta pela própria temporalidade, já que esta pode apresentar dados num intervalo de 10 anos sucessivos, após a caracterização da área de estudo e dos principais sistemas meteorológicos que afetam a região fez-se o uso dos dados quanto ao controle de qualidade.

Optou-se por trabalhar com um registro um pouco mais longo de tempo (17 anos), isto é, os dados foram agrupados no período de 1991 a 2007, a fim de realizar uma caracterização mais acurada. Observa-se na Tabela 01, as oito estações meteorológicas e períodos de dados faltantes por meses. Em quase todas as estações existem ausências de escores, desde um mês até períodos com um e dois anos. Apenas a estação de Manaus está completa em toda a série estudada.

Tabela 01 – Dados de Número de Meses Faltantes por Ano, período de 1991-2007

Estação/Ano	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07
B.Constant	3		1	1				1						2			
Fonte Boa	12	12															
Tefé	12	12								5				1			
Coari	5													2			
Codajás																	1
Itacoatiara													1			3	
Parintins							3			5	1	3	2	12	7		
Manaus	Não há dados faltantes.																

Fonte: INMET-1ºDISME, 2008. Organizado por Telma Nascimento.

Os procedimentos para o preenchimento de falhas nas séries temporais de precipitação pluvial das estações distribuídas ao longo da calha do rio Solimões-Amazonas foram aplicados dentro da série de 1991 a 2007.

2.4 Técnica para preenchimento de falhas

O preenchimento de falhas nos dados da estação observada (INMET) foi feito utilizando os dados do Climate Prediction Center - CPC, do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) que realiza monitoramento em tempo real do clima e é muito usado em estudos de variabilidade e principais anomalias climáticas.

Foram coletados arquivos diários de precipitação pluvial sobre a América do Sul, com base nos dados interpolados em pontos de grade $1^\circ \times 1^\circ$ de latitude e longitude para o Brasil, neste caso, apenas para as estações meteorológicas do Amazonas.

Criou-se uma rotina, organizando-se a série; calcularam-se os totais mensais e por fim, gerado a série sintética. Posteriormente foram feitas as correlações entre as séries: OBSERVADA (INMET) e a chamada SINTÉTICA (CPC). (Ver anexo C).

No início da pesquisa, a proposta era trabalhar com um período de 10 anos, isto é, seria utilizada apenas uma normal provisória. Entretanto, com ausência de dados em algumas das estações estudadas foram usados dados de precipitação para o período de dezessete anos.

Neste estudo, os dados interpolados foram separados por pontos de grade, isto é, considerando as coordenadas geográficas das estações meteorológicas, fez-se uma comparação com dados de ponto de grade mais próximo das coordenadas estudadas, isto registra que os dados foram agrupados pelas seguintes coordenadas, para os seguintes municípios, com suas respectivas longitudes e latitudes: Benjamin Constant (70°W ; 4°S), Fonte Boa (66°W ; 2°S), Tefé (65°W ; 4°S), Coari (63°W ; 4°S), Codajás (62°W ; 4°S), Itacoatiara (58°W ; 3°S), Parintins (55°W ; 3°S) e Manaus (60°W ; 3°S).

Para o preenchimento de falhas, os dados do CPC foram trabalhados pelo seguinte procedimento; os valores foram observados em quatro pontos, por exemplo, considerando o ponto negro no centro a cidade de Benjamin Constant (Figura 07), com suas coordenadas geográficas ($70.3^\circ \text{ W } 4.38^\circ \text{ S}$). Ao observar o ponto da grade, fez-se um espaçamento exatamente igual, depois foi feita uma estimativa daquele valor, calculando o ponto mais próximo. Isto é, existia uma observação de chuva em Benjamin Constant, depois com outros pontos mais próximos (71°W ; 4°S), (70°W ; 5°S), (71°W ; 5°S) obteve-se um valor estimado para a precipitação mensal. Isto quer dizer que foram analisados os dados das seguintes coordenadas: 1º ponto

(70°W; 4°S); 2º ponto (71°W; 4°S); 3º ponto (70°W; 5°S) e 4º ponto (71°W; 5°S) e os valores resultantes de cada coordenada para o período de 1991-2007.

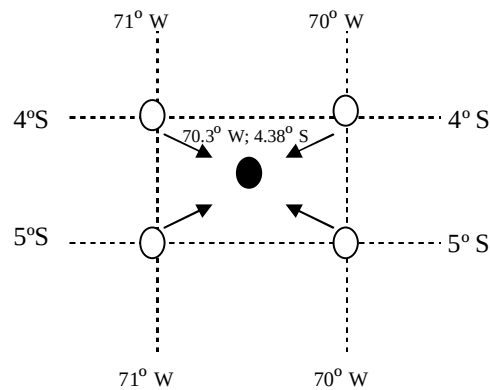


Figura 07: Esquema de captação de dados do CPC.
Elaborado por Telma Nascimento, 2008.

Então para cada coordenada foram coletados os dados de precipitação mensal do período de 1991-2007. Observar exemplo do mês de janeiro (Tabela 02), para Benjamin Constant. Assim, segue-se organizando as tabelas de janeiro até dezembro, para as demais estações.

Tabela 02 – Dados de precipitação entre 1991-2007 para as coordenadas na coluna X e coluna Y (CPC), para a cidade de Benjamin Constant, mês de janeiro

X	Y	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
-70	-4	255	237	245	295	220	216	154	212	291	195	370	212	193	158	137	331	229
-71	-4	213	166	232	250	233	231	187	191	294	198	419	213	195	147	155	327	279
-70	-5	243	201	271	327	262	252	205	231	363	222	434	234	218	195	164	338	269
-71	-5	218	170	255	271	247	263	213	226	341	218	449	223	217	183	156	312	263

Fonte: CPC. Organizado por Telma Nascimento, 2008.

Para cada ponto de grade foi feita a correlação entre a série sintética (CPC) e a observada (INMET). Dos quatro pontos observados, utilizou-se àquele que melhor apresentava correlação, neste caso, para Benjamin Constant, o 3º ponto, com correlação de 0,78 sendo descartados os demais. Após isso, foi feita a substituição na fórmula $y = 1,422x - 3,4576$, isto é, o x é o valor da

série sintética que irá ser substituído. Feito o cálculo, apresenta-se o valor estimado. Desta maneira, foi realizado o cálculo em cada estação que apresentava ausência de dados.

As análises feitas em um único ponto de grade para cada estação observada apresentaram valores de correlação muito variável, entre 0,6 e 0,8. Desta forma, foi necessário correlacionar com os outros três pontos da grade, próximos do valor observado. Os pontos observados ficaram agrupados segundo as coordenadas apresentadas na tabela 03.

Tabela 03 - Pontos de Grade Próximos à Estação Meteorológica Observada

MUNICÍPIO	1º PONTO (LONG; LAT)	2º PONTO (LONG; LAT)	3º PONTO (LONG; LAT)	4º PONTO (LONG; LAT)
Benjamin Constant	-70 -4	-71 - 4	-70 -5	-71 -5
Fonte Boa	-66 -2	-67 -2	-66 -3	-67 -3
Tefé	-64 -3	-65 -3	-64 -4	-65 -4
Coari	- 63 -4	-64 -4	-63 -5	-64 -5
Codajás	-62 -3	-63 -3	-62 -4	-63 -4
Itacoatiara	-58 -3	-59 -3	-58 -4	-59 -4
Parintins	-56 -2	-57 -2	-56 -3	-57 3
Manaus	-59 -3	-60 -3	-59 -4	-60 -4

Fonte: CPC, 2008.

Após observar todos os quatro pontos de grade, fez-se uma estimativa com o valor mais próximo da estação meteorológica, utilizando o valor que melhor apresentava correlação.

Em seguida, com os dados da série observada preenchida, partiu-se para a confecção dos gráficos e possíveis características, seguindo o padrão da normal climatológica provisória. E no caso da cidade de Manaus foram feitas comparações com duas normais climatológicas, além da normal provisória. No que tange as análises para as cidades na calha, também, distribuiu-se a série em dois períodos de (1991-2000) e de (2001-2007) tentando entender o padrão de influência de fenômenos como o El Niño e La Niña.

Com relação à análise sazonal das estações, foi feita dividindo em período chuvoso os meses de (dezembro do ano anterior, janeiro, fevereiro e março do ano subsequente). O período intermediário os meses de (abril, maio, outubro e novembro). E o período compreendido para a estação seca os meses de (junho, julho, agosto e setembro). Esse padrão segue os trabalhos desenvolvidos por Marengo (1992); Fisch, Marengo e Nobre (1998).

CAPÍTULO 3 – ÁREA DE ESTUDO

3.1 O estado do Amazonas no contexto geográfico

Ao destacar o estudo sobre as condições geográficas do Amazonas, é importante observar sua inserção no contexto amazônico, isto é, destacar o papel do estado do ponto de vista da divisão política do Brasil, quanto ao conceito relacionado às estruturas físicas da região.

A Amazônia Brasileira representa 59% do território brasileiro, onde vivem 20,3 milhões de pessoas, sendo que 68,9% desse contingente em zona urbana (IBGE, 2000). Uma outra definição para a Amazônia ultrapassava os limites do Brasil, em detrimento de suas características físicas atinge áreas além das fronteiras nacionais, compreendendo partes de outros países, como: Bolívia, Colômbia, Peru, Equador, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa e Suriname. Chamada de Amazônia Continental (NOGUEIRA, 2007a).

Os conceitos de Amazônia não param por aí,

o próprio Estado, para melhor efetivar sua ação neste território também vai elaborar outras Amazonas, dividindo-as em Amazônia Legal, Amazônia Oriental e Amazônia Ocidental, além da própria região Norte, cada uma com sua circunscrição espacial [...] (NOGUEIRA, 2007b).

A Região Norte corresponde à área formada por sete estados da federação brasileira, que se encontram ao norte do Brasil: Amazonas, Pará, Acre, Amapá, Roraima, Rondônia e Tocantins, representando uma das cinco macrorregiões na qual o Brasil foi dividido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Quanto à divisão regional, o estado do Amazonas é o maior estado brasileiro com seus 62 municípios, cuja capital é Manaus. É pois, desse estado que foram selecionadas as cidades para esta pesquisa. São elas: Benjamin Constant, Fonte Boa, Tefé, Coari, Codajás, Manaus, Itacoatiara e Parintins. Em macro-escala, é possível dizer que, estão localizadas na calha do rio Solimões-Amazonas (Ver figura 08).

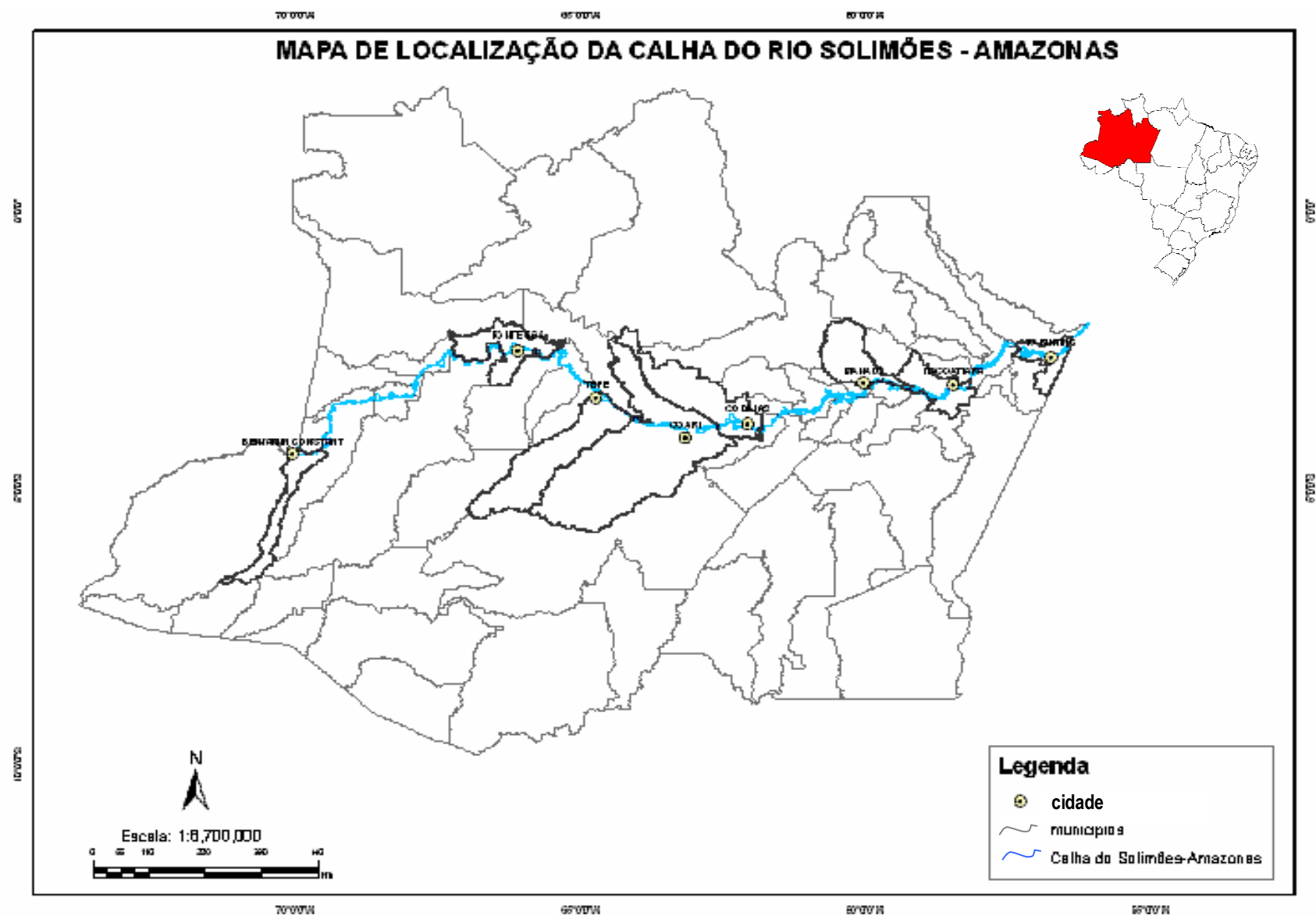


Figura 08 – Área de estudo: mapa com os pontos de cada cidade analisada. Organização Francimara Freitas, 2008.

3.2 Os Elementos Naturais

Toda relação social não está dissociada dos elementos naturais, ou seja, do contexto ambiental. Na tentativa de caracterizar a área de estudo, do ponto de vista físico, os elementos estão relacionados com os rios, as florestas, o solo, a estrutura geológica, o clima, etc. Portanto, é importante salientar os aspectos naturais conforme a área pesquisada, por isso, fez-se uma breve descrição da caudalosa rede hidrográfica, posteriormente, a formação geológica, a geomorfologia, o solo e a vegetação.

3.2.1 Hidrografia

A região Amazônica apresenta uma rede dendrítica muito peculiar, pois os rios não foram apenas divisores naturais entre regiões, mas também tiveram grande importância para o processo de ocupação e colonização da região em todos os países. “O rio se constitui na principal via de circulação, de caminho, entre periferia da região e as zonas centrais dela” (NOGUEIRA, 2007a, p.19).

Desde o período colonial, as margens dos rios serviam como forma de estabelecer núcleos urbanos. Muitas paisagens próximas aos rios são construídas e reconstruídas por conta da dinâmica fluvial estabelecida, assim são as chamadas áreas de várzea, “a partir do processo de erosão e deposição dos sedimentos em suas margens, permitindo que alguns pontos de suas margens sejam mais apropriadas para ocupação que outras” (NOGUEIRA, 2007a, p.20).

A bacia Amazônica se estende por dois grandes domínios estruturais do continente Sul-Americano (SOARES, 1989), entre o Maciço das Guianas no extremo norte da América do Sul e o Planalto Central, no Brasil Central que é formada por depósitos terciário e quaternário, apresentando uma imensa parede natural à oeste, isto é, a Cordilheira dos Andes, sobre a qual corre o rio Amazonas desde o sopé da cordilheira até o oceano Atlântico.

O rio Amazonas drena mais de 7 milhões de Km² de terras e sua vazão anual média é de aproximadamente 176 milhões de litros d’água por segundo (176.000m³/s) (FREITAS, 2004).

De acordo com a sazonalidade em períodos das águas baixas, a vazão do rio é cerca de 100 milhões de litros d'água por segundo ($100.000 \text{ m}^3/\text{s}$); na época das enchentes, mais de 300 milhões de litros d'água por segundo ($300.000 \text{ m}^3/\text{s}$) (Sioli apud Freitas, 2004).

Ao observar a descrição dos rios em escala com maiores detalhes, por exemplo, seria necessário destacar alguns rios como o Javari que banha a cidade de Benjamin Constant; rio Tefé que banha a cidade de Tefé; a cidade de Coari banhada pelo rio de mesmo nome; a cidade de Manaus, às margens do rio Negro; e Parintins banhada por diversos lagos, furos¹ e paranás². Contudo, as perspectivas desse estudo consideram as cidades localizadas às margens de um grande rio Solimões-Amazonas, do ponto de vista dos sistemas atmosféricos, a análise em grande escala considera o posicionamento das cidades ao longo da calha.

De acordo com a classificação de Sioli (1990) os rios da Amazônia apresentam três tipos de grupos: rios de águas brancas (barrentas), rios de águas pretas e rios de águas claras.

Os rios de águas barrentas (classificado pela cor branca), de acordo com as mudanças geológicas no Quaternário, atualmente passam por constantes processos ainda definindo o leito do rio; descem dos Andes, transportando volumes significativos de carga sólida e formam várzeas férteis, principalmente durante as enchentes são considerados turvos, arrastando touceiras de vegetação flutuante, denominadas de capim canarana, tal dinâmica fluvial drenam terrenos recentes (ver figura 09). São considerados rios fartos, ricos em matéria orgânica, propiciando o desenvolvimento da fauna e da flora aquática. Todas as oito cidades estudadas, em observações macro-regionais são banhadas pelas águas desse rio, com nomes diferentes, Solimões-Amazonas, ou apenas, rio Amazonas.

¹ FURO(S) é a denominação regional amazônica para os braços d'água que ligam um curso d'água a outro ou a um lago, ou ainda, pela montante da foz ao curso d'água em que deságua (GUERRA e GUERRA, 2008).

² PARANÁ(S) terminologia amazônica de origem indígena e que significa o braço de um grande rio, formando uma grande ilha (GUERRA e GUERRA, 2008).



Figura 09 – Capim canarana sendo transportados pelo rio Amazonas (indicado pelas setas), município de Itacoatiara (3° 8'S; 58° 25'W). Foto: Telma Nascimento, 2009.

Os rios de águas claras (ou esverdeadas) são os que descem dos planaltos cristalinos drenam áreas de solo argiloso, que retém a matéria orgânica originária da floresta. Suas águas são realmente muito transparentes na vazante, isto é, na estação seca. Nas enchentes as águas tomam uma coloração verde, por causa da grande quantidade de partículas de musgo que levam em suspensão, arrancadas da região florestal por eles atravessada.

Os rios negros nascem no tabuleiro Terciário, bem melhor definido, os processos de erosão são quase desprezíveis. A sua coloração é devido à quantidade de ácido húmico neles dissolvida. Esse ácido é secretado pelas plantas, passando ao lençol d'água e posteriormente às nascentes por lixiviação dos solos.

3.2.2 Principais Estruturas Geológicas

Durante a evolução geológica na Amazônia, duas formas estruturais se consolidaram: a bacia sedimentar Amazônica (rochas sedimentares) e os escudos cristalinos Guiano e Brasileiro (rochas cristalinas ou metamórficas).

Em virtude do predomínio do clima e de elevada pluviosidade na quase totalidade do seu imenso território, a Bacia Amazônica apresenta a mais densa e rica rede de drenagem conhecida, do que resulta possuir a Região Amazônica o maior sistema fluvial da Terra (SOARES, 1989).

3.2.2.1 Bacia Sedimentar Amazônica

Essa formação geológica se deu no início do Paleozóico, com estrutura encaixada entre os escudos das Guianas e do Planalto Central, ou seja, a bacia Amazônica se originou de um graben³, no embasamento do antigo escudo do Brasil e das Guianas. O resultado do processo de sedimentação ocorreu devido os agentes exógenos ou erosivos que desgastaram as rochas, transformando em partículas de diversos tamanhos, sendo depositados em áreas mais baixas do relevo, formando a rocha sedimentar.

De modo geral, dois eventos geológicos marcam a evolução da bacia Amazônica: cerca de 100 milhões de anos (transição do Jurássico para o Cretáceo inferior, ao decorrer da desintegração do bloco denominado de Gondwana); e o outro cerca de 20 milhões de anos devido à orogênese dos Andes, ocorreu à perda de ligação ao oceano Pacífico (PETRI e FÚLFARO, 1983).

Segundo Almeida *apud* Bezerra (1989) existe uma divisão baseada em províncias estruturais do território brasileiro, entendidas como regiões com feições de evolução estratigráfica, tectônica, metamórfica e magmática. Na região Norte ocorre seis províncias estruturais, das quais a província Amazônica representa área de estudo dessa pesquisa.

³ GRABEN o mesmo que fossa tectônica, depressão de forma alongada, enquadrada por uma série de degraus produzidos por falhas paralelas (GUERRA e GUERRA, 2008).

A bacia do Solimões ocupa a parte oeste e sudoeste do Amazonas, recobrando a bacia paleozóica mais antiga. Sua constituição é feita por recentes camadas da formação Solimões (Mioceno e Plioceno) e formação Içá (Quaternário) (CPRM, 2003).

A sedimentação na bacia do Amazonas é encerrada pela deposição de duas seqüências continentais, uma cretácea superior (Formação Alter do Chão) e outra cenozóica (formações Solimões e Içá), depositadas por sistemas fluviais e flúviolacustres (CPRM, 2003).

O estado do Amazonas, do ponto de vista das estruturas geológicas é caracterizado por uma extensa cobertura sedimentar fanerozóica, distribuída nas bacias Acre, Solimões, Amazonas e Alto Tapajós, depositadas sobre um substrato rochoso pré-cambriano onde predominam rochas de natureza ígnea, metamórfica e sedimentar (escudos das Guianas ao norte e Brasil Central ao sul) (CPRM, 2003).

No início do Terciário teria se dado o clímax da orogênese andina, determinando a atual cobertura sedimentar, e a estrutura hidrográfica, que de forma dinâmica, procedem a aluvionamentos nas suas várzeas e alargamentos desses vales. Conforme Shubart *apud* Salati (1983) grande parte da superfície atual da bacia do Amazonas é tomada pelos depósitos terciários, quaternários e recentes de origem fluvial e lacustre.

3.2.3 Geomorfologia

De maneira geral, a estrutura geológica da região Amazônica pode ser dividida nas seguintes unidades de relevo: planícies de inundação atuais, várzeas e igapós; terraços pleistocênicos; planalto amazônico e escudos cristalinos (SHUBART, 1983).

Segundo Gatto (1992), o projeto RADAMBRASIL foi essencial para ampliar as informações sobre a Amazônia, mediante um mapeamento sistemático baseado em imagens de radar, fornecendo uma visão global do relevo.

O relevo do estado do Amazonas apresenta uma estreita área de planície, com altitude até 100 m, apenas ao longo do baixo Amazonas, constituída de sedimentos recentes resultantes da deposição de aluviões transportados pelos rios. A partir do distanciamento das margens do "grande rio" até cerca de 500 m de altitude, ocorrem as depressões, com inclinações suaves,

resultantes do trabalho de erosão sobre rochas de origem cristalina ou sedimentar. Nos extremos Norte e Sul do estado, encontramos os planaltos das Guianas (serras do Acaraí e Tumucumaque entre outras), e Brasileiro – Planalto Central (serras do Cachimbo, Carajás, Gradaús, etc), com altitudes variando entre 500 a 900 m, formados por terrenos cristalinos, constituindo áreas onduladas.

Numa nova concepção teórico-metodológica Jurandyr Ross (1985) apresenta uma subdivisão do relevo, usando como critério a associação de informações sobre o processo de erosão, sedimentação dominante na atualidade, com a base geológica e estrutural do terreno e ainda, usando o nível altimétrico do lugar. Desse modo, o primeiro táxon considera os planaltos, planícies e depressões como unidades geomorfológicas; o segundo classifica os planaltos em função do caráter escultural; e o terceiro define a localização e as características. Segundo a classificação de Ross (1985) o relevo amazônico foi dividido em três principais formas: depressão, planalto e planícies. Conforme a altitude, atribuiu-se a seguinte classificação, sendo feita a correspondência com cada cidade da área de estudo, de acordo com a estrutura geomorfológica:

Planície do rio Amazonas – estreita faixa de terras planas que acompanha principalmente o rio Amazonas, Solimões, Purus, Juruá, Javari e Madeira (estão as cidades de Fonte Boa, Tefé, Coari e Codajás);

Depressão da Amazônia Ocidental – é a mais ampla extensão da região, apresentando altitudes entre 100 e 200 m (a cidade de Benjamin Constant);

Depressão Marginal Norte-Amazônica e Sul-Amazônica – as altitudes variam entre 200 e 300 m. (Não existe nenhuma cidade da área de estudo, abrangendo essa classe de relevo);

Planalto da Amazônia Oriental – apresenta mata densa e sua altitude varia entre 400 e 500 m, (onde estão as cidades de Manaus, Itacoatiara e Parintins), indo até o oceano Atlântico.

Planaltos residuais Norte-Amazônicos – apresentam as maiores altitudes variando entre 800 e 1200 m. (Não existe nenhuma cidade da área de estudo, abrangendo essa classe de relevo).

Uma outra classificação muito adotada é referente a Aziz Ab'Saber (1966) com o principal domínio de planícies e terras baixas equatoriais florestadas influenciados pelas condições climáticas sobre a estrutura geológica.

3.2.4 Solos

Os solos podem apresentar diversas definições segundo área de conhecimento específica, por isso, aqui definido, segundo a pedologia os solos são como “coleções de corpos naturais dinâmicos, que contém matéria viva, e é resultante da ação do clima e da biosfera sobre a rocha, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciada pelo tipo de relevo” (LEPSCH, 2002, p.10). Ainda uma outra definição “os solos são um componente da biosfera, entendida como aquela porção sólida e líquida da Terra, e sua atmosfera, onde os organismos encontram condições de existência” (SHUBART, 1983, p. 108).

A maior parte dos solos da Amazônia situa-se em locais bem drenados, conhecidos como terras firmes. São pobres em nutrientes (SIOLI e SHUBART, 1983) e a frondosa floresta está relacionada com a quantidade de radiação solar, a temperatura e a umidade constante (LEPSCH, 2002).

Os mapas pedológicos da Amazônia mostram que nas áreas dos planaltos são comuns os latossolos amarelos e vermelho-amarelos e argissolos vermelho-amarelos. Os neossolos quartzarênicos mais ao sul da região amazônica. Outros também denominados de plintossolos ocupam cerca de 20% da Amazônia, situando-se principalmente nas chamadas Depressões da Amazônia Ocidental.

O Latossolo Amarelo e o Podzólico vermelho-amarelo ocorrem com frequência na Amazônia (SOUZA, 1989), além de existir uma inter-graduação muito próxima entre eles. No entanto, já que Latossolos e Podzólicos se assemelham em relação à acidez e baixa fertilidade, sendo indistinguíveis sem que haja informação sobre diferenças no conteúdo de argila encontrado no horizonte B (que está fora da zona das raízes da maioria das culturas agrícolas), as diferenças taxonômicas entre eles geralmente têm pouca relevância para a agricultura na forma praticada na Amazônia. O podzólico hidromórfico (presença de areia quartzosa lixiviada) apresenta drenagem imperfeita, com horizontes superficiais arenosos, pode surgir horizonte escuro, rico em material húmico. A exemplo do rio Solimões – Amazonas, considerado rios de águas branca (SIOLI, 1983) apresentam solos do tipo argilosos marrons em elevadas altitudes.

De maneira geral os solos da bacia Amazônica são divididos em solos bem drenados denominados latossólicos; e os mal drenados ou pouco desenvolvidos chamados hidromórficos (SOUZA, 1989).

3.2.5 Vegetação

A característica geral das formações vegetais na Amazônia são grandes áreas de floresta densa, arbustos, cipós e orquídeas denominando a Floresta Equatorial ou Floresta Tropical Úmida (SHUBART, 1983), a qual cobre a maior parte do estado incluindo áreas de várzeas e terra firme, em alguns pontos chega a ser tão densa impedindo a passagem da luz solar em quase sua totalidade.

Sua ocorrência nas áreas de várzea a caracteriza por uma maior variedade, já que muitas sementes são trazidas pelos rios nas épocas de cheias e ali depositadas, exemplificando uma espécie local, a seringueira (*Hevea brasiliensis*).

Já a floresta de terra firme, é constituída por espécies com certo valor econômico como o mogno (*Swietenia macrophylla*), a maçaranduba (*Manilkara amazônica*), dentre outras que, se exploradas devem ser garantidas as condições para que novas árvores possam se desenvolver.

Toda a região do Alto Solimões é coberta por florestas dos tipos ombrófilas densas com dossel emergente, abrigando terras baixas e aluvionares⁴.

A principal característica da forma vegetal é definida pela Floresta Equatorial latifoliada, perene formada em boa parte por árvores de grande porte. Pela própria distribuição vegetal, muito próximas uma das outras, as espécies rasteiras estão presentes em pouca quantidade na floresta. Uma divisão importante para classificar a vegetação é feita em estratos, conforme a quantidade de luz que nela inicie, desde o dossel até o chão da floresta. Conforme a divisão da Floresta Amazônica existem três tipos de mata: igapó⁵, várzea⁶ e terra firme. Contudo, existem

⁴ ALUVIONARES *vide* aluvião – detritos ou sedimentos clásticos, carregados e depositados pelos rios. Este material é arrancado das margens e das vertentes, sendo levado em suspensão pelas águas dos rios que o acumulam em bancos, constituindo os depósitos aluvionares (GUERRA e GUERRA, 2008).

⁵ IGAPÓ – são terrenos que ficam alagados por ocasião do transbordamento dos rios, e onde existem cobertura vegetal (GUERRA e GUERRA, 2008).

outras formações vegetais como a floresta de transição (Ombrófila Aberta), savana (cerrado/campo), campinarana e vegetação fluvial. Para representar os tipos de vegetação característica da região Amazônica, ao observar na figura 10 pelo corte transversal, têm-se a mata de terra firme, igapó e área de várzea, sendo que esta última construída pela

- a) sedimentação de extensas áreas subfluviais que, tornando-se cada vez mais rasas devido à acumulação constante de sedimentos, afloram finalmente nas águas baixas;
- b) pela deposição de sedimentos sobre estas áreas subfluviais (já emersas e revestidas de vegetação) e c) pelo aluviamento total dos lagos e depressões de várzea (SOARES, 1989).

Para o Estado do Amazonas, a característica representativa da vegetação é conforme a figura 10-B com presença de floresta alta andina.

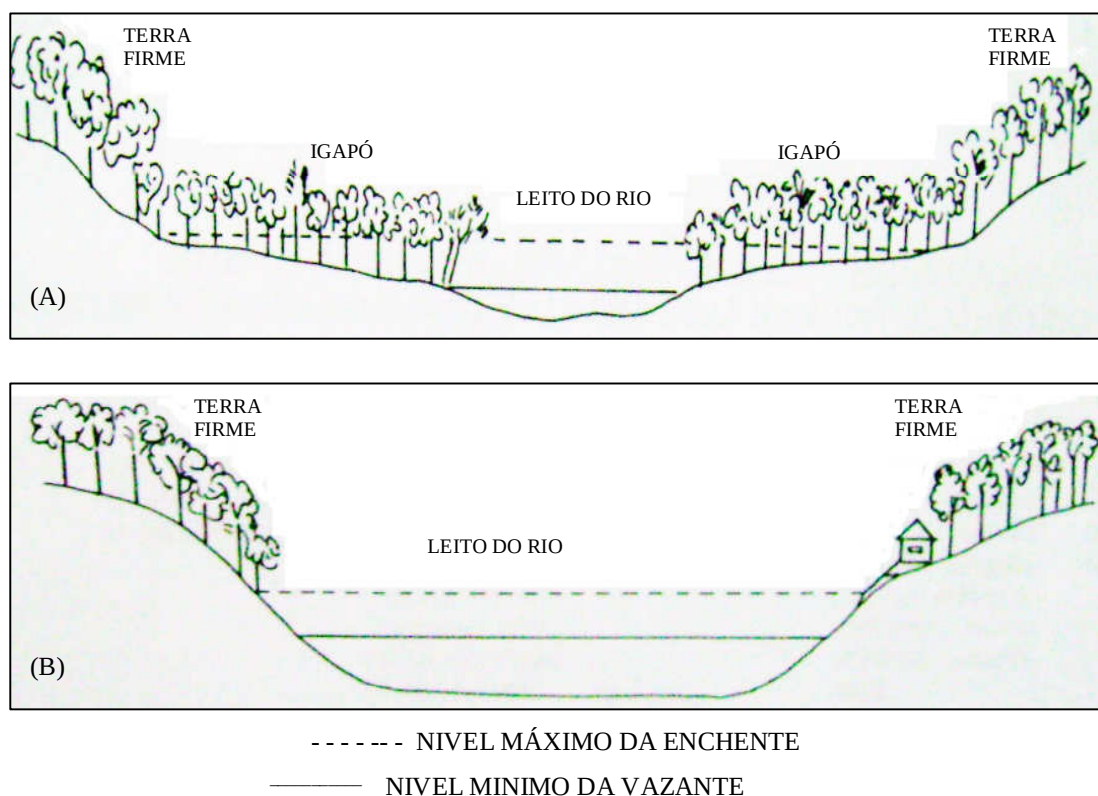


Figura 10 – Corte transversal ideal (A) pelo vale de um rio de “água preta” e (B) pelo vale de um rio de “água limpa” ou “clara”. Fonte: SIOLI apud SOARES, 1989.

⁶ VÁRZEA – são terrenos baixos e mais ou menos planos que se encontram junto às margens dos rios (GUERRA e GUERRA, 2008)

3.3 As cidades da Amazônia

No período colonial, a formação das cidades na Amazônia passou por processos de exploração do setor extrativista, especialmente o látex, formando núcleos ou vilas nos principais centros de produção da borracha. Entre os trabalhos que destacam a história da rede urbana amazônica está a pesquisa de Corrêa (1987) com uma tentativa de estabelecer a periodização da rede urbana na Amazônia considerando o espaço-tempo dos fenômenos sociais.

As cidades são lugares privilegiados de reprodução das relações sociais e são bases para a atuação do Estado (intervenção direta) na produção do espaço além de servirem como ligação de pontos, possibilitando novas formas de relações de produção.

Estudos mais recentes sobre a configuração espacial e urbanização apresentam uma tipologia das cidades na calha do Solimões-Amazonas, analisando suas estruturas do ponto de vista das funções urbanas que as mesmas desempenham (Schor e Costa, 2006; Oliveira, 2004).

Para definir uma hierarquia urbana, não se pode partir apenas de parâmetros quantitativos relacionados à população, mas leva-se em consideração a relação da cidade com as demais cidades da rede. Se fizermos alusão à classificação das cidades médias e pequenas (Schor e Costa, 2006), tem-se a seguinte classificação, melhor descrita no quadro 03:

- Cidades Médias: Tefé, Coari, Itacoatiara e Parintins.
- Cidades Pequenas: Benjamin Constant, Fonte Boa e Codajás.

Quadro 03 – Classificação e Tipologia Urbana para as cidades da calha Solimões- Amazonas		
TIPOLOGIA	CARACTERÍSTICAS	CIDADES
CIDADES MÉDIAS		
CIDADE MÉDIA DE RESPONSABILIDADE TERRITORIAL	Exerce uma função na rede que vai além das suas características em si, pois detém uma responsabilidade territorial que a torna um nódulo importante internamente na rede. A importância territorial da cidade tem origem no desenvolvimento histórico-geográfico que constitui a rede urbana nesta região. Normalmente, o desenvolvimento econômico desta cidade tende a agregar valor na região.	Tefé
CIDADE MÉDIA COM DINÂMICA ECONÔMICA EXTERNA	Os vínculos com as demais cidades na rede não são necessariamente fortes, nem o seu desenvolvimento econômico implicará em um desenvolvimento regional significativo, pois a atividade econômica responsável pelo seu desenvolvimento não agrega valor nem no local, nem regionalmente	Coari Parintins

CIDADE MÉDIA COM FUNÇÃO INTERMEDIÁRIA	Devido a proximidade da metrópole regional (Manaus) e a ligação rodoviária exerce função de intermediária entre as demais cidades e redes urbanas com Manaus; abastece e é abastecida por Manaus.	Itacoatiara
CIDADES PEQUENAS	CARACTERÍSTICAS	CIDADES
CIDADE PEQUENA DE FRONTEIRA	Insere-se em uma rede mais ampla de cidades pequenas na fronteira, tornando-a quase independente das demais cidades da rede urbana da calha.	Benjamin Constant
CIDADE PEQUENA DE RESPONSABILIDADE TERRITORIAL	Exerce uma função intermediária, principalmente entre os fluxos de transporte e comercialização, entre as cidades médias e as demais cidades pequenas e aglomerados urbanos.	Fonte Boa
CIDADE PEQUENA COM DINÂMICA ECONÔMICA EXTERNA	Tem sua economia voltada para a exportação de algum produto (mineral, agropecuário, extrativista, ou de pequena indústria) para a metrópole regional (Manaus). É pouco relevante na manutenção da rede urbana da calha.	Codajás

Fonte: extraído de Schor, Costa e Oliveira, 2006.

3.3.1 Cidades localizadas na calha do rio Solimões-Amazonas

Neste estudo, identificar as áreas escolhidas não foi uma decisão pela ordem de importância histórica ou pela atuação na rede de cidades da Amazônia. O critério utilizado passou pelo fato das eleitas terem em sua sede uma estação meteorológica de observação de superfície convencional.⁷

Foram oito cidades definidas para essa pesquisa, com destaque para: Benjamin Constant, Fonte Boa, Tefé, Coari, Codajás, Manaus, Itacoatiara e Parintins, todas no estado do Amazonas, porção ocidental da Amazônia.

Segundo Schor e Costa (2006) as cidades da região Amazônica quando descritas conforme os dados do IBGE acabam passando despercebidas várias relações sociais e

⁷ ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE OBSERVAÇÃO DE SUPERFÍCIE CONVENCIONAL é composta de vários sensores isolados que registram continuamente os parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, etc), que são lidos e anotados por um observador a cada intervalo e este os envia a um centro coletor por um meio de comunicação qualquer. (INMET, 2009).

econômicas que caracterizam formas e definem organizações culturais. Tal observação foi descrita pela análise do quantitativo populacional que definem cidades e suas particularidades. As cidades médias e pequenas também exercem papel significativo junto à rede de relações estabelecidas, dessa forma, foram construídas uma série de arranjos institucionais e descritas certas funções específicas para cada cidade.

3.3.1.1 Cidades do Alto Solimões: Benjamin Constant e Fonte Boa

3.3.1.1.1 A cidade de Benjamin Constant

Localizada na porção oeste do estado do Amazonas, a cidade de Benjamin Constant recebeu esse nome em homenagem ao General Benjamin Constant Botelho de Magalhães, personalidade importante na história do Brasil.

A área total do município é de 8.793 Km². Com população total de 29.268 habitantes (IBGE, 2007). É considerada a capital cultural do Alto Solimões, pela existência de Unidade Acadêmica Permanente da Universidade Federal do Amazonas (Ufam).

A economia do município está baseada nas atividades vinculadas ao setor primário com destaque para o extrativismo vegetal e animal. Conforme os estudos apresentados por Schor e Costa (2006) uma tipificação da rede urbana para cidades localizadas ao longo da calha do Rio Solimões-Amazonas foi construída segundo variáveis definidas de acordo com um conjunto de arranjos institucionais que diagnosticam o perfil, a hierarquia e a tipificação da rede urbana. Um dos arranjos é definido pela dinâmica populacional, nesse caso, a cidade de Benjamin Constant é considerada pequena de fronteira, pois se insere em uma rede mais ampla de cidades pequenas na fronteira, tornando-se quase independente das demais cidades da rede urbana.

Segundo o Ministério da Defesa, dentre as atividades econômicas para o município de Benjamin Constant destacam-se as atividades desenvolvidas através da extração de borracha e de madeira, para cujo beneficiamento dispõe de boa estrutura, com serrarias e movelarias. Outra atividade introduzida com retorno satisfatório para a população foi a piscicultura.

No que tange à economia, o município de Benjamin Constant apresenta uma variedade de atividades dentro de cada setor, mas dando ênfase para o setor primário, com destaque para o extrativismo e a agricultura.

Relacionados ao setor primário estão: o extrativismo vegetal, a agricultura; a horticultura é pouco desenvolvida, e está voltada somente para o consumo doméstico; são explorados de forma empírica, através do cultivo de verduras, legumes e de frutas regionais; pecuária, a pesca, avicultura (voltada para o consumo interno). Ao setor secundário existem algumas poucas indústrias (marcenaria, serraria, olaria e uma usina de beneficiamento da borracha). E no setor terciário, a cidade tem vários estabelecimentos comerciais, varejista e atacadista dos mais diversificados produtos que vão desde gêneros alimentícios até material de construção, incluindo medicamentos, tecidos, calçados, confecções, estivas em geral. O comércio dispõe de grande variedade de produtos importados da Colômbia e Peru.

3.3.1.1.2 A cidade de Fonte Boa

Localizada na porção oeste do estado do Amazonas, a cidade de Fonte Boa apresenta uma área territorial de aproximadamente 12.111 km². Limita-se com os municípios de Uarini, Juruá, Japurá, Jutai, Tonantins e Maraã. E a população estimada é de 19.726 habitantes (IBGE, 2007). Em linha reta, a distância entre Fonte Boa e a capital do Estado (Manaus) é de 665 km.

Conforme a tipologia (Schor, 2006) a cidade de Fonte Boa é considerada pequena de responsabilidade territorial, pois exerce uma função intermediária, principalmente entre os fluxos de transporte e comercialização, entre as cidades médias e as demais cidades pequenas e aglomeradas humanas.

Quanto ao desenvolvimento local, muitas atividades culturais são realizadas, como por exemplo: festejos de Nossa Senhora de Guadalupe (dezembro) onde são apresentadas novenas, missas, barracas com comidas típicas do município e encerramento, com procissão pelas principais ruas da cidade; Aniversário do Município (31 de março); Festa da Canção Popular, realizada em outubro; Festa do Divino Espírito Santo (maio ou junho); Semana da Arte

(novembro), isto é, as práticas culturais são importantes para o próprio desenvolvimento econômico e social.

3.3.1.2 Cidades do Médio Solimões: Tefé, Coari, Codajás e Manaus

3.3.1.2.1 A cidade de Tefé

A cidade de Tefé está situada na região fisiográfica do Solimões, sendo um dos municípios mais centrais do Estado, limita-se com Maraã, Alvarães, Carauari, Coari e Tapauá. Sua distância em relação à capital do estado em linha reta é de 520 Km. Sua população é de 64.457 habitantes, distribuídos em uma área de 23.704 Km² (IBGE, 2000).

Historicamente a cidade de Tefé apresenta uma característica muito peculiar, pois é caracterizada pela própria história de domínio, conquista e colonização da região amazônica. Com o nome original de Missão de Santa Teresa D'Ávila dos Tupebas no início do século XVIII, passando a chamar-se de Ega foi considerada vila com cerca de 498 habitantes (PESSOA, 2005). Em 1855 Ega é elevada à categoria de cidade, com o nome consagrado de Tefé, originário do topônimo Tupebas.

Por sua localização, no centro geográfico do estado do Amazonas, teve uma participação fundamental na história econômica e cultural regional. Economicamente por conta de sua abrangência na produção da borracha, além do extrativismo animal, contribuindo para o PIB da província na época. Culturalmente, foi referência em educação de qualidade na região, oferecendo estudos até de línguas estrangeiras, como Francês, Inglês, Latim e Grego, além do Português.

De acordo com Schor e Costa (2006) Tefé é considerada cidade média de responsabilidade territorial, pois exerce uma função na rede que vai além das suas características em si, já que detém uma responsabilidade territorial que a torna um nódulo importante internamente na rede. Exerce diversas funções urbanas e contém diferentes arranjos institucionais que são importantes não só para o município, mas principalmente para as cidades adjacentes.

Atualmente, Tefé apresenta uma diversidade cultural e econômica devido à implantação do pólo universitário da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, além das atividades exercidas pelo Exército Brasileiro.

3.3.1.2.2 A cidade de Coari

A cidade de Coari limita-se com os municípios de Marã, Tapauá, Anori, Tefé e Codajás. Contabiliza uma população estimada de 65.222 habitantes (IBGE, 2007). Com uma área territorial de 57.922 km² é o maior município comparado aos demais estudados na calha do Solimões-Amazonas. Em linha reta, a distância entre Coari e a capital do estado é de 363 km.

Um importante pólo de gás e petróleo está situado nas proximidades de Coari, a Província Petrolífera do Rio Urucu, denominada Base de Exploração Geólogo Pedro de Moura, desde a década de 1980 a Petrobras estabeleceu uma infra-estrutura gigantesca para extração de petróleo e gás natural. E a partir de 1990 as pesquisas permitiram uma construção de dutos com o objetivo de transportar o gás até a cidade de Manaus. Dessa forma, é considerada uma cidade de dinâmica econômica externa (SCHOR e COSTA, 2006), porque os vínculos com as demais cidades na rede não são necessariamente fortes, nem o seu desenvolvimento econômico implicará em um desenvolvimento regional significativo, pois a atividade econômica responsável pelo seu desenvolvimento não agrega valor no local e regionalmente.

Entre as atividades expressas por diversos municípios amazonenses estão aquelas de cunho religiosa, relacionadas à padroeira da cidade, além da festa representada por frutas típicas da cidade ou de alguma forma associada à produção local. No caso, da cidade de Coari os eventos culturais destacam-se: a Festa do Gás (dezembro); Festa da Padroeira Santa Ana (julho).

Do ponto de vista econômico destacam-se as atividades ligadas ao setor primário com a produção agropecuária: criação de bovinos e suínos, juta, arroz, feijão, milho, castanha, mandioca, banana, abacate, laranja e farinha.

Como fator não apenas de desenvolvimento local, a Petrobras implantou uma infra-estrutura distante da cidade, importante para a atuação humana em meio à floresta com construção de alojamentos, instalações administrativas e telecomunicações que beneficiaram a

própria população, mas em contrapartida as práticas industriais poderão ser refletidas nas condições locais da atmosfera com impactos negativos, além de problemas na dinâmica hídrica (intensificando o fenômeno das terras caídas).

3.3.1.2.3 A cidade de Codajás

Localizada na meso-região do Médio Solimões, com área territorial de 18.712 Km² têm limites com os municípios de Anamã, Novo Airão, Anori, Coari, Barcelos e Caapiranga. A população é de 16.025 habitantes (IBGE, 2000).

De acordo com Schor e Costa (2006) Codajás é considerada cidade pequena com dinâmica econômica externa, pois tem sua economia voltada para a exportação de algum produto (agropecuário, extrativista, ou de pequena indústria) para a metrópole regional. É pouco relevante na manutenção da rede urbana da calha.

Apresenta uma grande produção em açaí, resultando em um dos mais importantes eventos para a cidade: a Festa do Açaí que é realizada no mês de abril, uma forma de atrativo turístico local porque apresenta diversas atividades culturais do município e shows musicais, culminando com a escolha da “rainha do açaí”. Além da Festa da Padroeira, evento realizado pela Igreja Católica, com novenas, missas, arraial, barracas com comidas típicas do município e encerramento com grande procissão que percorre as ruas mais importantes da cidade.

3.3.1.2.4 A cidade de Manaus

Com uma área territorial de 11.401 km², a capital do Estado do Amazonas apresenta uma população superior a 1.646.602 (IBGE, 2007). Limita-se com os municípios de Itacoatiara, Iranduba, Careiro, Rio Preto da Eva, Presidente Figueiredo e Novo Airão. Dentre os processos históricos de (re) produção do espaço urbano de Manaus, algumas marcas são expressas pela arquitetura, pela infra-estrutura e mesmo pela cultura.

Ao realizar um estudo sobre a cidade de Manaus e a reprodução de seus espaços é importante fazer uma análise espaço-temporal. A partir da fundação da cidade a expansão espacial e o crescimento demográfico sofreram variações, ora de intenso crescimento, ora de uma incômoda letargia.

Manaus foi fundada em 1669, ainda com a denominação de Forte de São José do Rio Negro, quando os colonos portugueses em conflitos com as tribos indígenas disputavam as chamadas “drogas do sertão”. De acordo com Bittencourt (1999) quando criada a Capitania de São José do Rio Negro, pela Carta Régia de 03/03/1735, no governo de Mendonça Furtado, foi estabelecida sua sede Barcelos, na época denominada Mariuá, distante vários dias de viagem de canoa do Lugar da Barra. Com essa mudança surtiu um grande efeito, impulsionando a construção do centro urbano, na qual surgiram as primeiras grandes edificações da vila. De forte à cidade foram várias denominações: Lugar da Barra, Vila da Barra, Cidade da Barra do Rio Negro e finalmente em 1856, passou a se chamar Manaus (BITTENCOURT, 1999).

Nesse momento, sobre a evolução do espaço urbano de Manaus observa-se que esta continua num crescimento lento. No final do século XIX, o estado do Amazonas já apresentava uma economia baseada no extrativismo da borracha. Com a notória receita arrecada pelo Estado, a cidade de Manaus transformou-se consideravelmente; a exploração do látex e a interiorização da navegação a vapor tiveram grande relevância na configuração do espaço urbano, transformando-se num núcleo moderno e atrativo de novos agentes espaciais: comerciantes, profissionais liberais, construtores, operários especializados, etc.

Somente no ano de 1892, Eduardo Ribeiro define o plano de ocupação da cidade, que tem como características, largas avenidas arborizadas, com aterro de igarapés, calçadas com paralelepípedos de granito português, praças com monumentos e fontes de luz no estilo europeizado, pontes metálicas, rede de bonde, reservatório de água, redes de esgoto, luz e as exuberantes casas de espetáculo (o clássico Teatro Amazonas é o maior exemplo). Manaus foi a primeira cidade a ter uma Universidade Pública (Direito e Filosofia), nesse período, também conhecido como *belle époque* – todos os produtos (roupas, perfumes, calçados) que a sociedade consumia eram importados da Europa. Manaus era conhecida como “Paris dos Trópicos”.

Através da comercialização do látex da borracha, a partir de 1850 até 1920, a organização urbana de Manaus apresentou um intenso crescimento. Esse momento ficou reconhecido como o “*Boom da Borracha*”, no qual houve intensa valorização do látex no mercado internacional,

servindo de base para a produção de pneus. Com o elevado preço no mercado internacional, os capitais tanto nacionais, quanto de estrangeiros circulavam facilmente em Manaus, determinando os fluxos menos visíveis que eram os capitais para o financiamento da produção.

A articulação concreta foi estabelecida com os fluxos migratórios originários, sobretudo, do sertão cearense, “à medida que as condições de produção são implantadas, verifica-se o aumento da produção de borracha de borracha, gerando simultaneamente modificações na rede urbana regional: de um lado a expansão e o revigoramento dos centros urbanos e, de outro, a intensificação dos relacionamentos entre eles” (CORRÊA, 1991).

Segundo Corrêa (1987) os melhoramentos urbanos sofreriam um processo de estagnação com a crise da borracha que se verifica ao final da Primeira Guerra Mundial. A semente da borracha foi exportada para a Europa, logo em seguida para a Ásia. O látex da Ásia entra no mercado mundial, superando a produção brasileira, que sofre uma queda na produção, afetando o setor econômico.

Após 1910, a crise torna tudo mais difícil para a economia brasileira, conseqüentemente, para Manaus. Os grandes seringalistas entram em falência, aumentando a dívida externa e interna do país. Sem alternativas, após a Primeira Grande Guerra, o ciclo da borracha chega ao fim, ocasionando a diminuição de migrantes, afetando a rede urbana, através da perda de mercado. Segue-se mais um período de letargia e agonia no espaço urbano de Manaus em seus aspectos sociais e econômicos.

A partir da década de 1960 novas formas espaciais são representadas. Após 1960, o crescimento demográfico e espacial de Manaus é caracterizado pelas políticas desenvolvimentistas, surgindo grandes modificações na cidade como: a construção de rodovias, projetos de colonização e agropecuária, construção de hidrelétricas, mineração, atuação da SUDAM (Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia) e SUFRAMA (Superintendência da Zona Franca de Manaus); novos núcleos urbanos, maior articulação com o Centro-Sul do país e ascensão de Manaus como metrópole regional.

No período que segue a década de 1970, a criação da Zona Franca de Manaus trouxe uma série de transtornos para o uso e ocupação do solo, bem como para estrutura socioeconômica. Posto que seu grande objetivo não estava vinculado ao desenvolvimento social para a população local, mas apenas uma tentativa de inserir a região Amazônica nas grandes discussões geopolíticas e como posição estratégica nos planos sociais e econômicos.

Nessa nova fase, a Zona Franca não atingiu apenas a imagem da cidade e sua organização, mas também, no seu conteúdo, no cotidiano das pessoas. “Muitos ‘bairros’ foram criados às custas das ocupações, sem qualquer forma de planejamento. Multiplicam-se as ocupações dos igarapés e dos interflúvios, agravando o problema ambiental e as condições de habitação da população” (RIBEIRO FILHO, 1997, p. 318).

Há um intenso processo de ocupação da cidade com o fluxo de migrantes vindos de outros estados do país, além de haver um esvaziamento do interior do estado do Amazonas. Como consequência, o êxodo rural trouxe pessoas sem qualificação profissional que passariam a ocupar as margens dos igarapés, estimulando o processo de invasões de outras áreas particulares.

A cidade de Manaus que não tinha atingido 200 mil habitantes em 1960, atingiu cerca de 1,4 milhão de habitantes na década de 1990 (dados do IBGE), abrigando praticamente metade da população do Amazonas. O esvaziamento demográfico das várzeas e a decadência da pequena agricultura ribeirinha tradicional provocaram o inchaço da periferia da cidade de Manaus, com a expansão acelerada de bairros, de palafitas e ocupações irregulares.

De acordo com Ribeiro Filho (1997) a Zona Franca teve um papel fundamental no reordenamento espacial da cidade. Manaus passou a apresentar o maior e mais visível contraste provocado pelo homem na selva, passando a ser vítima pela falta de um projeto de desenvolvimento duradouro, consistente e adequado. O problema das invasões pode-se considerar uma das consequências dessa trágica realidade que tanto tem prejudicado seu espaço urbano. Os resultados são as graves condições sociais, no qual os agentes sociais que (re) fazem a cidade lutam por um pedaço de terra. Os confrontos se tornam comuns, recorrendo-se muitas vezes, à violência como meio de solução para o problema.

As obras de infra-estrutura urbana modificaram a face da cidade, que passou a ostentar um cenário moderno, em consonância com seu tempo, embora quando se pensa no espaço e sua (re) produção, este sempre serviu e continua a servir uma elite; no forte – servia aos militares, no período áureo da borracha – os (grandes) comerciantes, na época da Zona Franca – os empresários e profissionais liberais, enfim, o espaço vem sendo construído e reproduzido segundo a lógica dos interesses de uma minoria.

A falta de atuação do governo nos problemas em relação ao meio, só é levada a sério, quando se torna objeto de mídia, por razão dos resultados das fortes chuvas que provocam desmoronamentos de casas e acabam desabrigando famílias, ou então, quando áreas particulares

são invadidas, imediatamente as autoridades competentes tomam decisões de retirada dos “invasores” dessas áreas.

Dessa forma, as práticas políticas e econômicas capazes de conter o crescimento desordenado do espaço urbano são fundamentais para propiciar um re-ordenamento urbano, contribuindo para que se tenha uma metrópole humanizada, mais limpa e que possa beneficiar a população com um desenvolvimento planejado.

3.3.1.3 Cidades do Baixo Amazonas: Itacoatiara e Parintins

3.3.1.3.1 A cidade de Itacoatiara

A cidade de Itacoatiara encontra-se na porção leste do estado do Amazonas, localizada à margem esquerda, no curso médio do rio Amazonas. Apresenta uma extensão territorial de 8.892 km². De acordo com dados do IBGE (2000), Itacoatiara é atualmente a terceira cidade em números de habitantes, com 84.676 hab/Km²; e a segunda em importância econômica. Segundo Schor e Costa (2006) a cidade é considerada de responsabilidade territorial, pois exerce funções importantes para si e para os municípios ao seu entorno. Em linha reta, a distância entre Itacoatiara e a capital do estado é de 177 km.

Os limites são: com os municípios de Silves, Boa Vista do Ramos, Urucurituba, Maués, Autazes, Nova Olinda do Norte, Careiro, Rio Preto da Eva e Manaus.

Conforme Spínola (2004) o núcleo urbano de Itacoatiara teve origem com a Vila de Serpa em 1758, depois de ter mudado cinco vezes de lugar por conta de ataques de índios ou a insalubridade do ambiente. No início do século XIX Itacoatiara começava a se destacar com construção de casas e maior concentração das atividades extrativistas.

Mas o principal fator de aceleração da reprodução do espaço em Itacoatiara foi à construção da AM-010, ligando à capital amazonense, já na década de 1960, com as práticas de governo pautado no desenvolvimento regional. Outra importante contribuição para a economia local foi a instalação do porto graneleiro da Hermasa, mas o objetivo maior para o

desenvolvimento da cidade, de acordo com dirigentes locais seria a implantação de um porto multimodal para descentralizar o tráfego de mercadorias de Manaus, aproveitando as condições hidrográficas favoráveis ao trânsito de navios.

Os principais eventos culturais são relacionados à religião: a Festa de Nossa Senhora do Rosário; e culturalmente um evento que gera grande movimento local é o Festival da Canção de Itacoatiara – FECANI traduzido no maior festival de música do Estado, contando com a participação de cantores e compositores de todos os quadrantes do país. Outro fator que gera desenvolvimento local é a implantação de universidades (estadual e federal), a UEA e a Ufam estão com diversos cursos oferecidos aos moradores de Itacoatiara e população adjacente com o objetivo de maior integração entre as práticas de desenvolvimento local.

3.3.1.3.2 A cidade de Parintins

A cidade de Parintins tem uma área territorial de 5.952 km² (IBGE, 2000); e um quantitativo populacional de 102.044 hab/Km². (IBGE, 2000). Apresenta limites com os municípios de Urucurituba, Nhamundá, Urucará, Barreirinha e com o estado do Pará. Por sua localização e mesmo importância econômica, a cidade de Parintins é considerada de responsabilidade territorial (Schor e Costa, 2006).

A sede municipal está localizada à margem direita do rio Amazonas e apresenta distância de 420 km de Manaus por via fluvial. O município de Parintins está inserido na área norte do sudeste do Estado do Amazonas, o qual é composto de nove distritos: Parintins, Vila Amazônia, Mocambo, Zé Açú, Cabury, Sabina (Rio Mamuru), Marajó, Valéria (ZEE de PARINTINS, 2003).

A principal atividade cultural é o Festival dos Bois-Bumbás: Garantido e Caprichoso que ocorre no mês de junho, traduzindo em uma das maiores manifestações culturais do país.

Pelo fato da cidade estar mais próxima do estado do Pará e as políticas públicas estaduais vigentes poderão ser fatores de convergência populacional, já que mesmo sem existir rodovias os dados demográficos indicam uma densidade demográfica de 15,01 habitantes/km² e uma taxa de crescimento anual de 5,90%. A população total está estimada em 90.150 habitantes onde, 64,43% concentram-se na área urbana (IBGE, 2000).

Na sede municipal não existe transporte coletivo urbano, em virtude das curtas distâncias, no entanto, o que rege a dinâmica dos fluxos em Parintins são os veículos de duas rodas: motonetas, motocicletas, além de moto-táxis. Cerca de 90% de suas ruas e avenidas são asfaltadas. Dentre os meios de transporte o aéreo e o hidroviário são essenciais para determinadas classes sociais. Os meios de comunicação são importantes tanto rádio, quanto televisão, jornais e acessibilidade à internet.

A economia do município de Parintins é complexa, desenvolvendo atividades nos setores primário, secundário e terciário de produção. Dentre as principais atividades, destacam-se: o Festival Folclórico, a indústria madeireira, a agricultura (fruticultura e produção familiar), a pecuária (corte, mista e bubalinocultura) e, mais recentemente, a agroindústria, havendo ainda o setor de comércio e serviços que cresce proporcionalmente ao desenvolvimento econômico local, inclusive em algumas comunidades rurais. As atividades econômicas praticadas na região são de modo geral, atividades de subsistência, porém com venda do excedente produzido.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Preenchimento de Falhas: resultados da correlação entre dados (observados e sintéticos)

As técnicas para correção e maior controle de qualidade de dados são desenvolvidos por inúmeros pesquisadores, não sendo muito diferente para esta pesquisa. A escolha do método de preenchimento de falhas é uma tarefa de suma importância, sendo essencial que os valores preenchidos não degradem a qualidade da série original.

Em regiões de dados esparsos, não disponíveis, ou com séries temporais curtas para empreender trabalhos climatológicos, como é o caso da região Norte do Brasil, de um modo geral, pode ser de grande ajuda utilizar além do preenchimento de falhas, procedimentos de extensão das séries temporais.

Segundo Cressman (1959) para trabalhar com preenchimento de falhas é importante seguir um sistema de análise objetivo operacional. O processo de transformação de dados de observação em pontos de espaço irregulares, em dados nos pontos de uma grade regularmente arranjada é sinônimo de uma “análise objetiva.” Um esquema de análise objetiva deve executar várias funções, a saber, interpolação, remoção de erros de dados, suavização, e, na maior parte de aplicações, deve conter algum método para assegurar consistência interna. O método de análise objetiva é essencialmente um método para aplicar correções a um primeiro campo de suposição. As correções são determinadas da comparação dos dados com o valor interpolado.

Conforme os dados apresentados por cada estação, com exceção de Manaus tiveram que ser aplicados o método para preenchimento de falhas. Com base na série temporal algumas estações apresentaram falhas em mais de vinte e quatro meses, de modo que foram apresentados com base nos parâmetros estatísticos, os melhores coeficientes de correlação, conforme os quatro pontos mais próximos da coordenada geográfica referente a cada estação meteorológica. Em seguida foram apresentados os resultados para cada cidade ao longo da calha.

Os valores apresentados referem-se aos dados resultantes da correlação entre os dados do INMET e aqueles adquiridos por meio do Climate Prediction Center (CPC), representando os dados estimados para completar a série analisada.

BENJAMIN CONSTANT – o coeficiente de correlação melhor apresentado para a estação meteorológica foi o 3º ponto, com 0,78 (ver Tabela 04). Por isso, foram descartados os demais pontos. Portanto, os dados para a produção do gráfico de regressão linear foram resultantes da correlação entre o ponto 3 chamados dados sintéticos (SINT) e os dados da estação do INMET, que neste caso, chamaram-se dados observados (OBS), conforme o gráfico 01.

Tabela 04 – Benjamin Constant: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas

1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4º PONTO
0,71872735	0,75745357	0,78366243	0,75057589

Fonte: CPC, 2008. Organizado por Telma Nascimento.

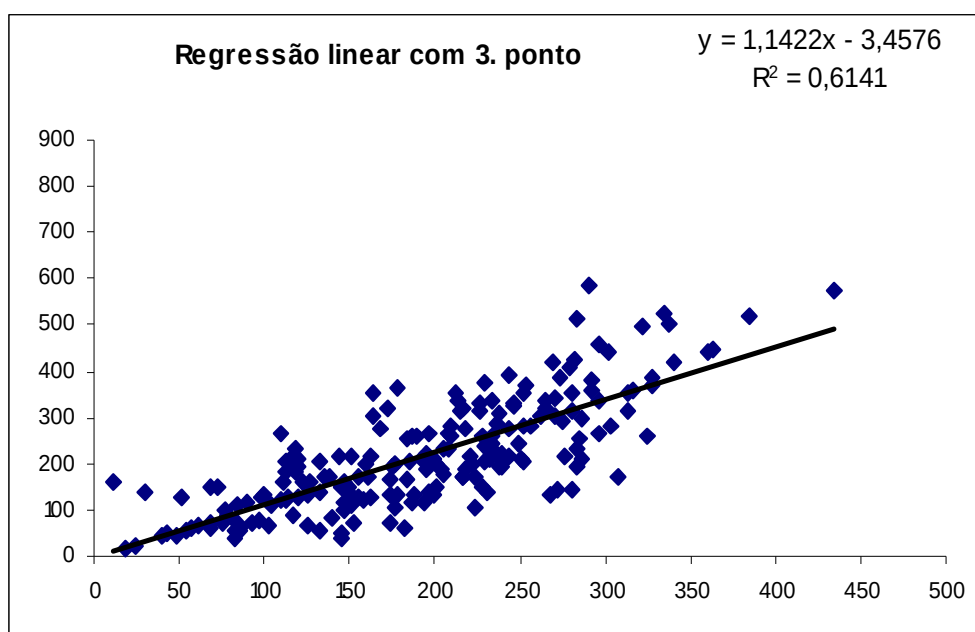


Gráfico 01 – Benjamin Constant: regressão linear com valores do coeficiente de determinação

FORTE BOA – usou-se o coeficiente de correlação referente ao 1º ponto (Tabela 05) com valor igual a 0,60, gerando o gráfico 02.

Tabela 05 – Fonte Boa: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas

1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4º PONTO
0,604955501	0,592592658	0,507179596	0,57167684

Fonte: CPC, 2008. Organizado por Telma Nascimento.

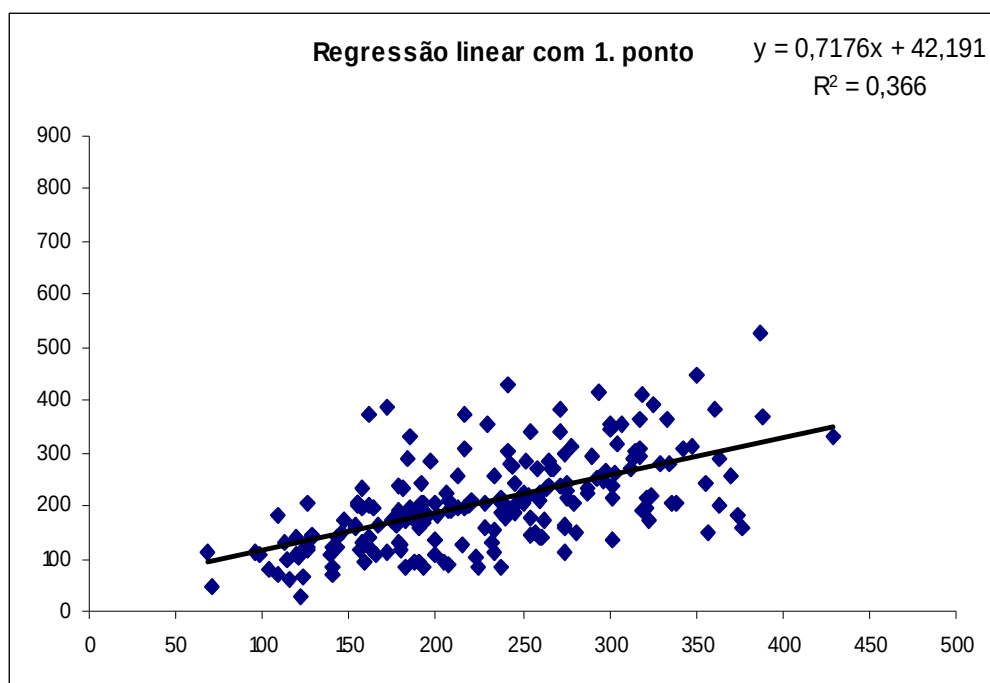


Gráfico 02 – Fonte Boa: regressão linear com valores do coeficiente de determinação

TEFÉ – usou-se o coeficiente de correlação do 4º ponto (Tabela 06), com valor superior a 0,8 que é bastante significativo, gerando o gráfico 03.

Tabela 06 – Tefé: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas

1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4º PONTO
0,782799568	0,768559214	0,781360483	0,811161999

Fonte: CPC, 2008. Organizado por Telma Nascimento.

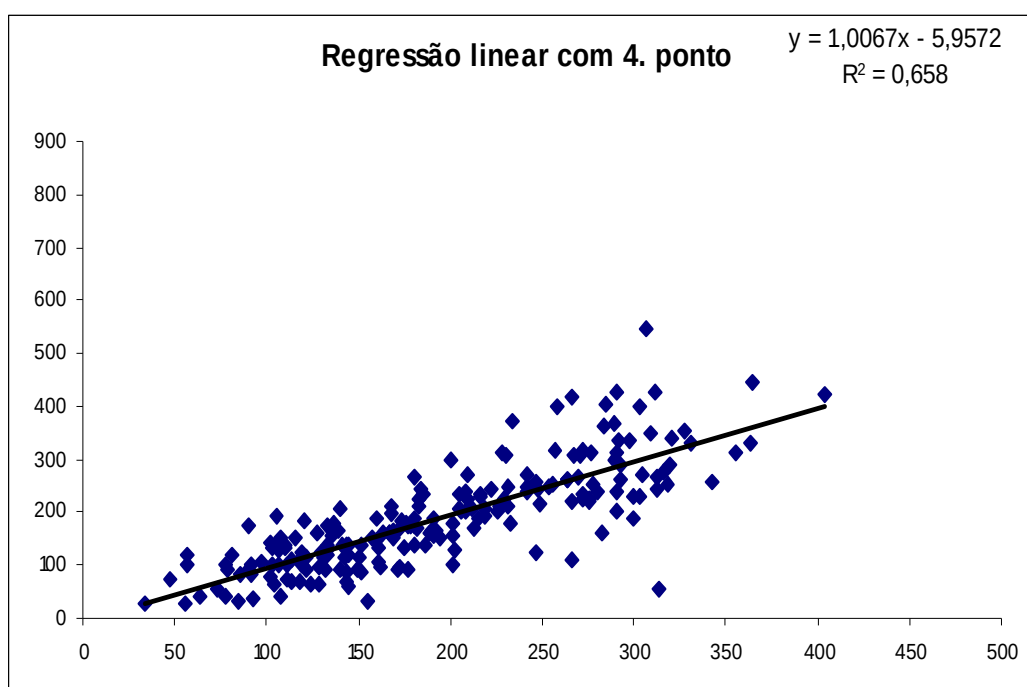


Gráfico 03 – Tefé: regressão linear com valores do coeficiente de determinação

COARI – usou-se o 1º ponto (Tabela 07), gerando o gráfico 04.

Tabela 07 – Coari: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas

1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4º PONTO
0,821296693	0,785294171	0,774842780	0,793555312

Fonte: CPC, 2008. Organizado por Telma Nascimento.

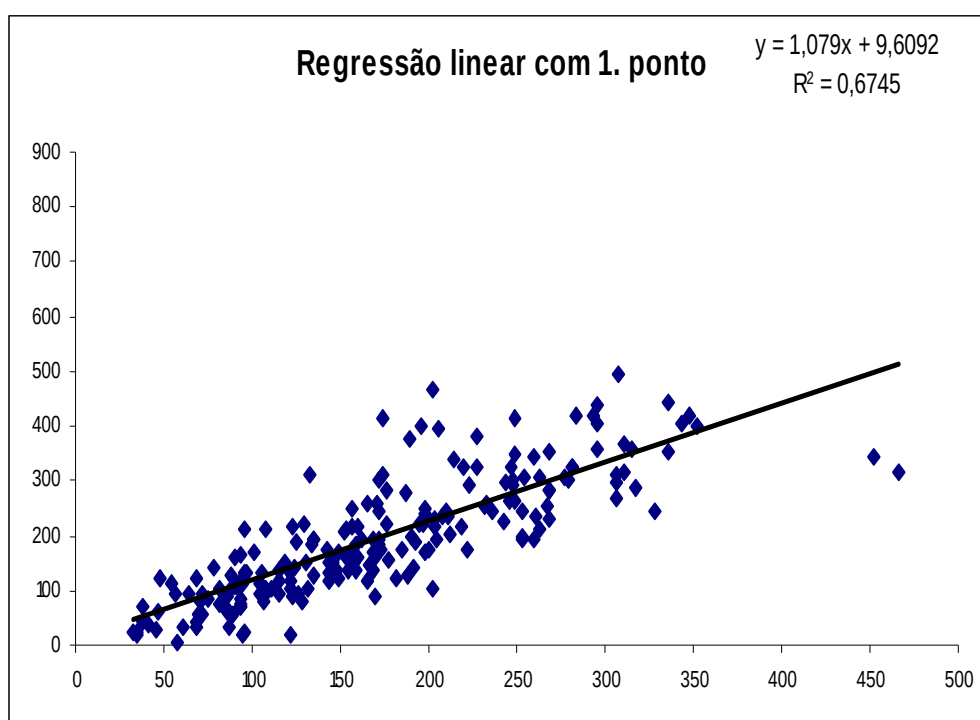


Gráfico 04 – Coari: regressão linear com valores do coeficiente de determinação

CODAJÁS – usou-se o 3º ponto (Tabela 08), gerando o gráfico 05.

Tabela 08 – Codajás: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas

1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4º PONTO
0,738728492	0,721217746	0,762959418	0,685792387

Fonte: CPC, 2008. Organizado por Telma Nascimento.

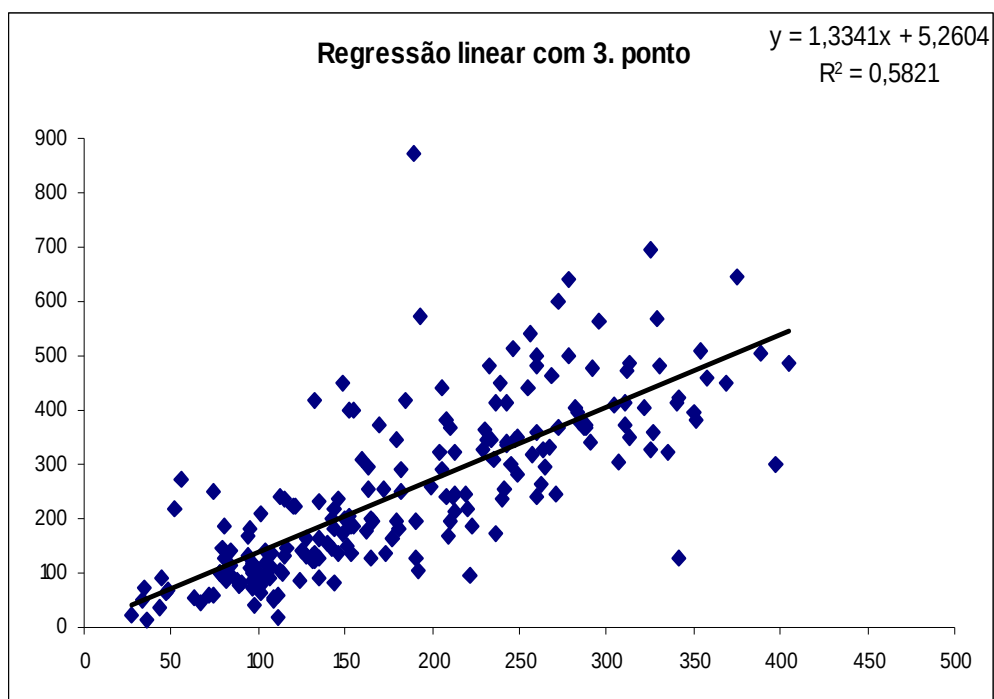


Gráfico 05 – Codajás: regressão linear com valores do coeficiente de determinação

ITACOATIARA – usou-se o 1º ponto (Tabela 09), gerando o gráfico 06.

Tabela 09 – Itacoatiara: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas

1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4º PONTO
0,868816778	0,839291834	0,863669678	0,855161084

Fonte: CPC, 2008. Organizado por Telma Nascimento.

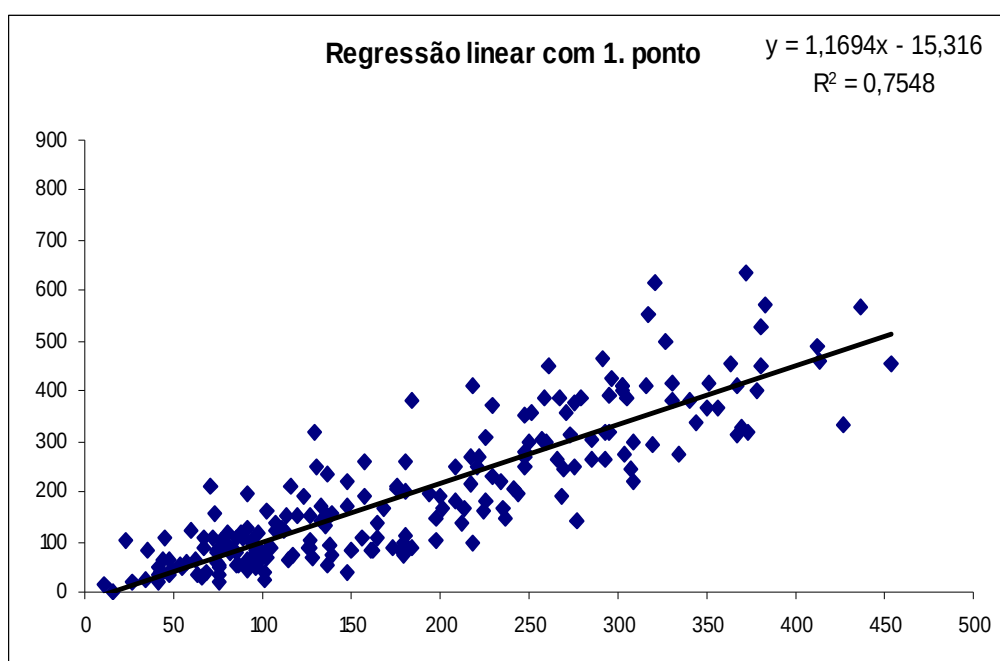


Gráfico 06 – Itacoatiara: regressão linear com valores do coeficiente de determinação

PARINTINS – usou-se o 3º ponto (Tabela 10), gerando o gráfico 07.

Tabela 10 – Parintins: Análise de Correlação entre Pontos de Coordenadas

1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4º PONTO
0,881162026	0,867769236	0,901894264	0,855326946

Fonte: CPC, 2008. Organizado por Telma Nascimento.

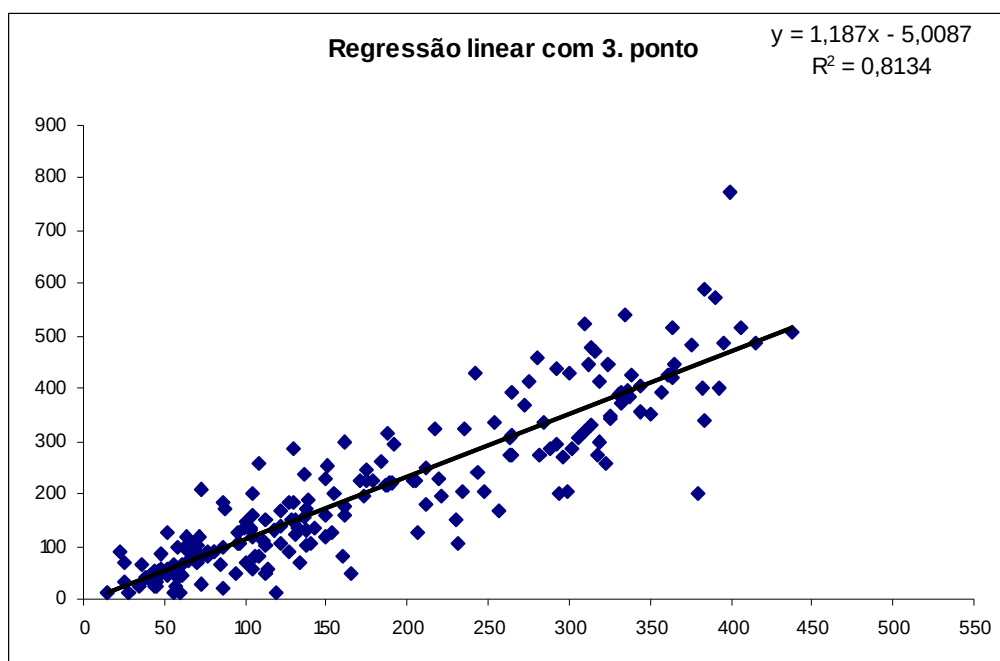


Gráfico 07 – Parintins: regressão linear com valores do coeficiente de determinação

MANAUS – Neste caso não houve necessidade de realizar análise de correlação, porque a cidade de Manaus apresentava os dados completos para a série trabalhada.

4.2 Análise do Escoamento Médio dos Ventos

O estudo do vento foi necessário para verificar o padrão de escoamento médio na calha do rio Solimões-Amazonas, com o objetivo de identificar os sistemas tanto de oeste, quanto de leste que atingem a Amazônia Ocidental.

Sabendo que as maiores taxas de aquecimento da região Amazônica se deve a liberação de calor latente de condensação em nuvens convectivas, tem-se para alguns sistemas precipitantes que atuam desde a circulação de grande escala, ou seja, a ZCIT, até sistemas convectivos de mesoescala, linhas de instabilidade e mesmo fenômenos locais, como as brisas fluviais.

Dentre as particularidades da região, um fenômeno que ocorre em altos níveis, especialmente nos meses de verão (dezembro, janeiro, fevereiro), associado com uma forte convecção da Amazônia é denominado de Alta da Bolívia (AB), porque sua localização se dá exatamente sobre o altiplano boliviano. O posicionamento da AB possui variação intra-sazonal e inter-anual, associada com a convecção na Amazônia.

Segundo Oliveira (1986) entre 15°S e 10°S o escoamento médio é predominantemente de leste em baixos níveis (850mb) caracterizando um transporte de umidade para a superfície terrestre originado do oceano Atlântico.

Ao analisar as figuras geradas pela Reanálise do NCEP/NCAR, ampliando o campo de modelagem é possível verificar que nas baixas latitudes, o padrão de escoamento médio mantém-se de leste, ainda nos baixos níveis (850mb).

De acordo com as médias mensais das componentes u e v , foram geradas figuras com médias anuais, durante o período de 1948 a 1998. Em seguida, foram organizadas e analisadas segundo a sazonalidade.

Para demonstrar a organização da direção do vento segue abaixo, no quadro 04. O escoamento médio do vento tem predominância de nordeste em todo o verão e no final do outono início do inverno, mantém o sentido leste.

Quadro 04 – Direção do vento para a região Norte do Brasil, nos baixos níveis (850 hPa)		
ESTAÇÃO	MÊS	DIREÇÃO
Inverno	JUN	E

	JUL	E
	AGO	E
Primavera	SET	NE
	OUT	NE
	NOV	NE
Verão	DEZ	NE
	JAN	NE
	FEV	NE
Outono	MAR	NE
	ABR	NE
	MAI	E

Quadro 04: Média anual do vento (direção) nos baixos níveis (850hPa), de acordo com a sazonalidade, para a região Norte do Brasil. Organizado por Telma Nascimento, 2009.

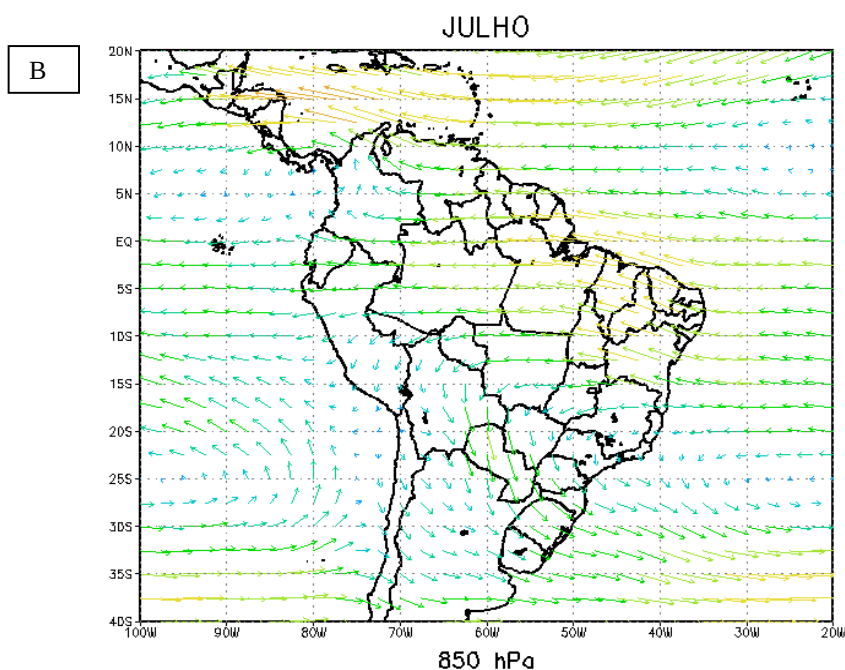
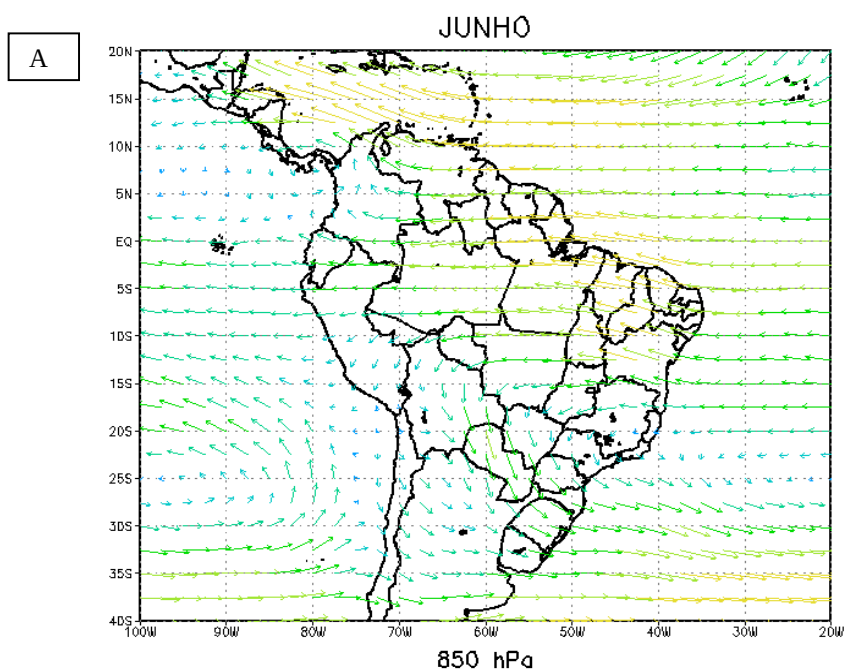
E para os altos níveis, em 200 hPa, os dados apresentaram maior direção de sudeste, durante todo o verão. E para o inverno, a direção foi de nordeste (quadro 05).

Quadro 05 –Direção do vento para a região Norte do Brasil, nos altos níveis (200 hPa)		
ESTAÇÃO	MÊS	DIREÇÃO
Inverno	JUN	NE
	JUL	NE
	AGO	NE
Primavera	SET	NE
	OUT	SE
	NOV	SE
Verão	DEZ	SE
	JAN	SE
	FEV	SE
Outono	MAR	SE
	ABR	SE
	MAI	NE

Quadro 05: Média anual do vento (direção) nos altos níveis (200hPa), de acordo com a sazonalidade, para a região Norte do Brasil. Organizado por Telma Nascimento, 2009.

Durante os meses de inverno no hemisfério sul (junho, julho, agosto) a região Amazônica é caracterizada pelos meses menos chuvosos, dessa forma há um escoamento zonal predominando em baixos níveis (850hPa). (Ver figura 11).

ESCOAMENTO MÉDIO EM BAIXOS NÍVEIS (850hPa em m/s)



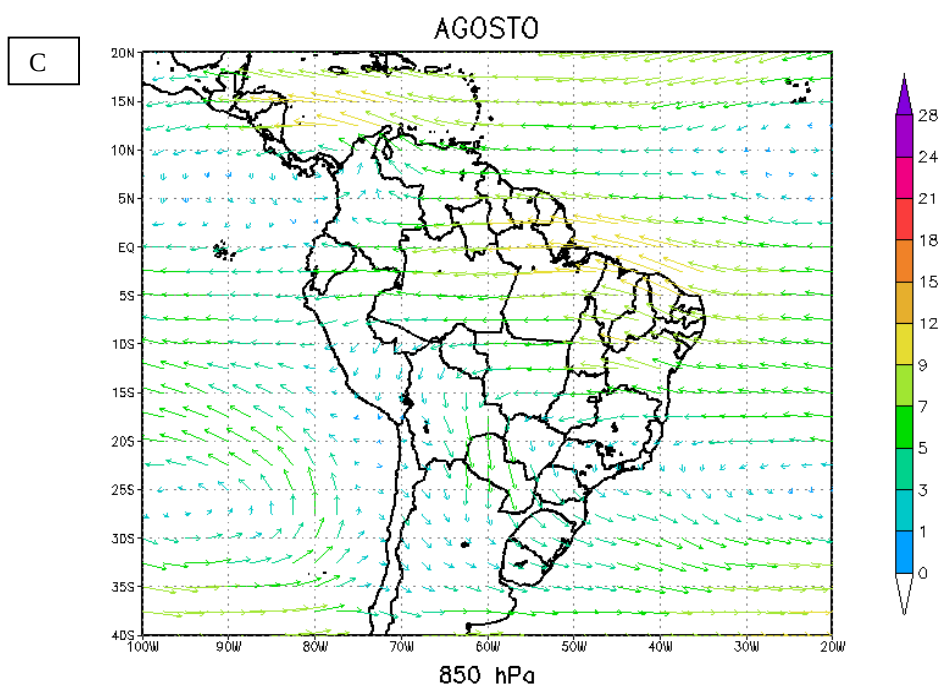
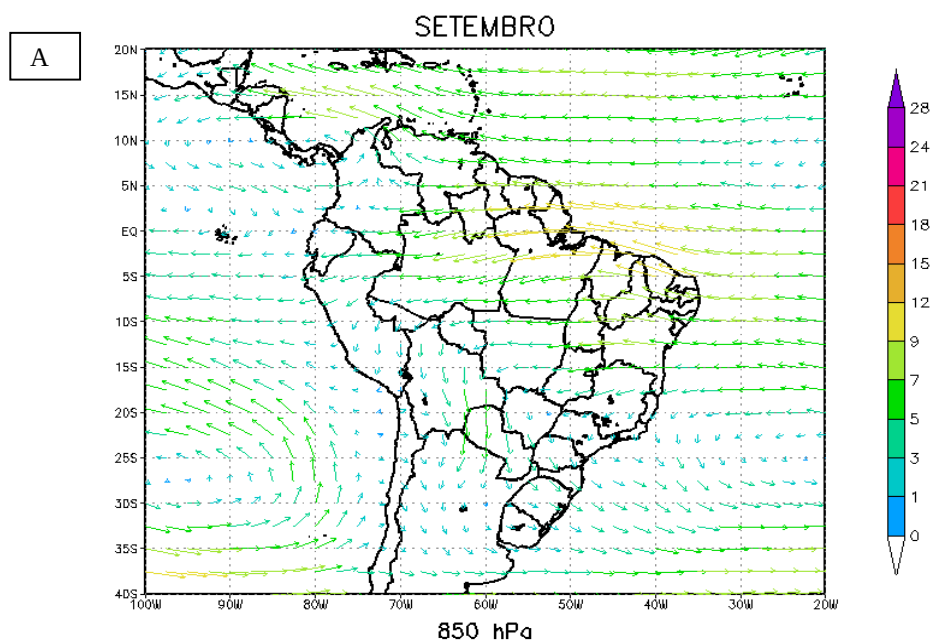


Figura 11 – Vetur vento representativo de escoamento médio em baixos níveis (850 hPa). Meses: a) Junho, b) Julho e c) Agosto.

Para os meses subseqüentes setembro, outubro, novembro nos baixos níveis, a componente zonal é predominante; somente no sul do Amazonas a direção muda para leste (em setembro) e norte (em outubro e novembro), isto é, existe uma convergência do ar em baixos níveis provocada pela intensificação da alta subtropical (Figura 12).

ESCOAMENTO MEDIO EM BAIXOS NIVEIS (850 hPa em m/s)



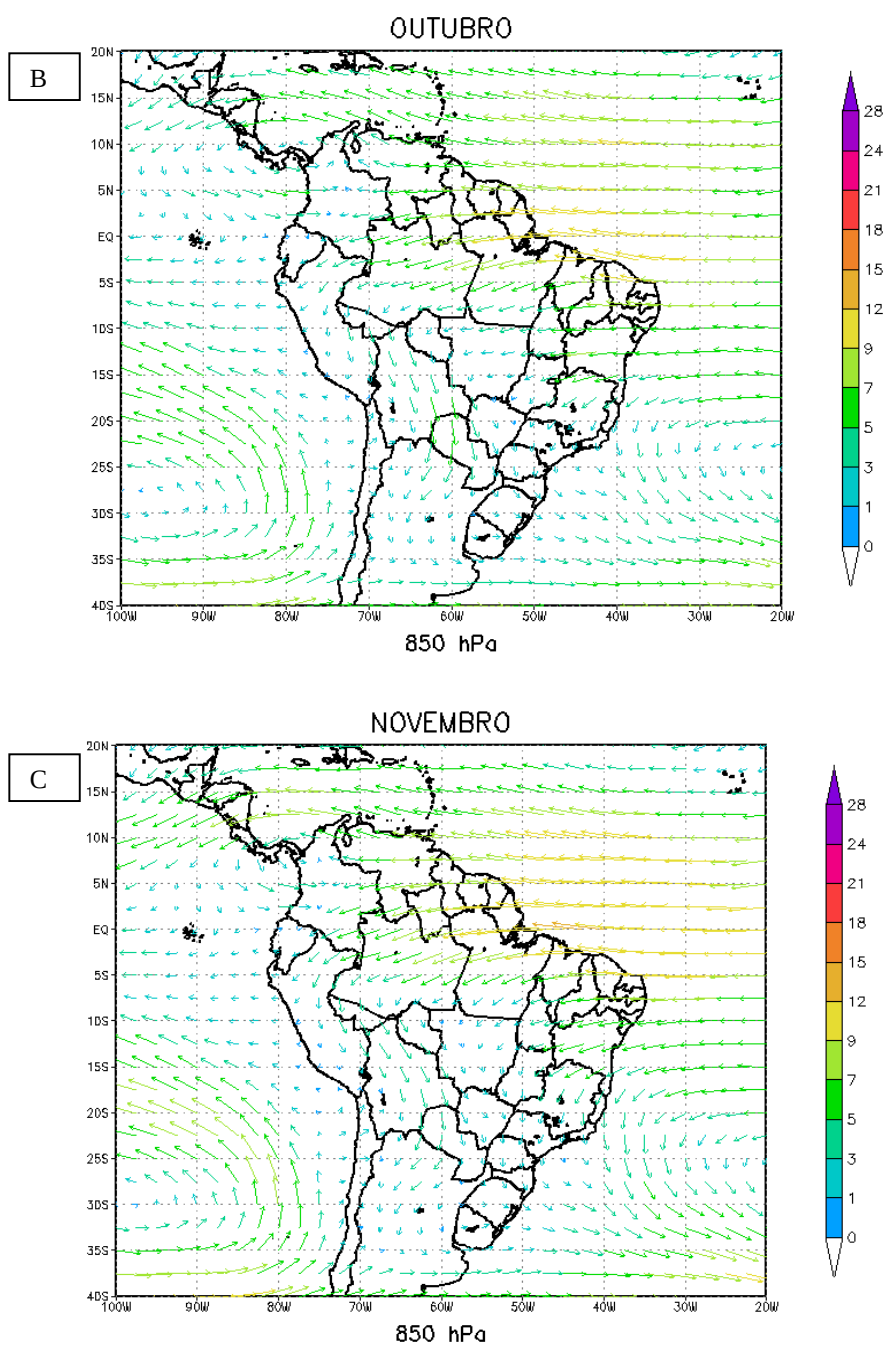
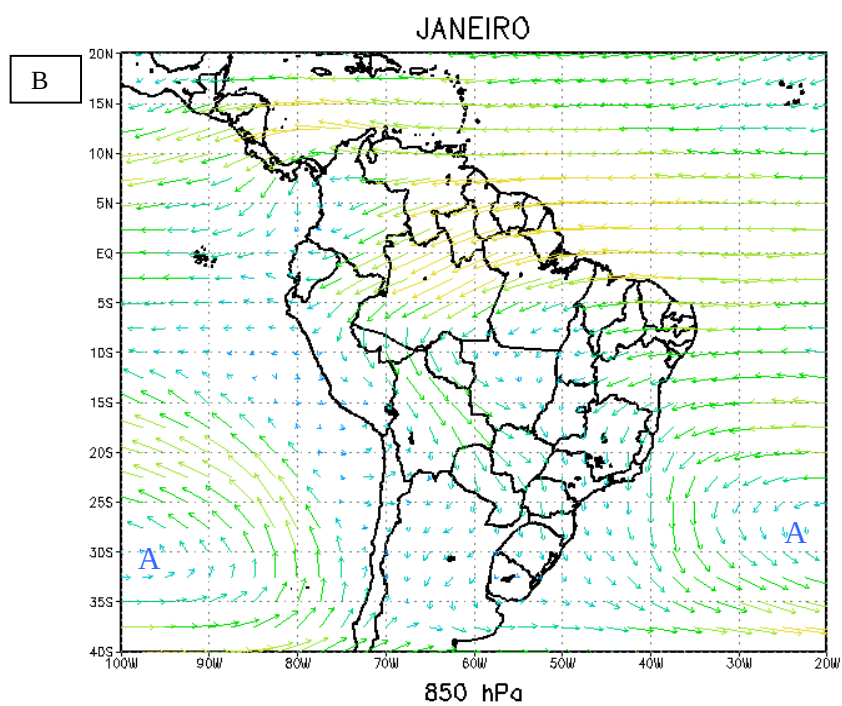
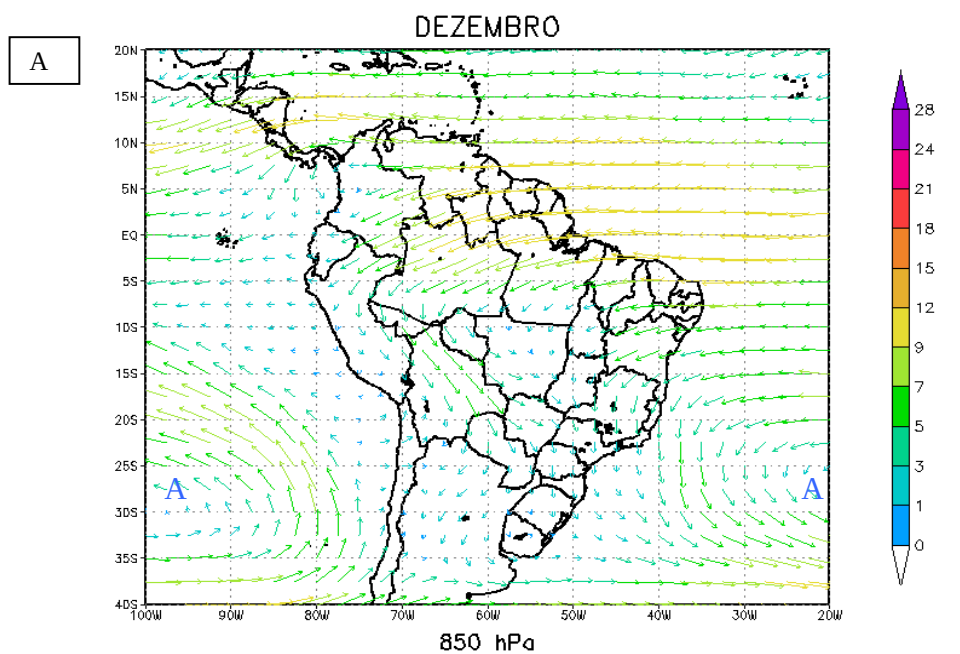


Figura 12 – Vetor vento representativo de escoamento médio em baixos níveis (850 hPa). Meses: a) Setembro, b) Outubro e c) Novembro.

Segundo Kousky e Molion (1985) no escoamento a 850 mb, há presença dos anticiclones do Atlântico Sul e do Pacífico Sul. O escoamento a 850 mb, sobre a parte leste do Brasil, muda muito pouco do verão (DJF) para o inverno (JJA), o mesmo não ocorre no interior do continente,

onde se nota uma variação sazonal desde o norte da Argentina até as regiões equatoriais. (Figura 13).

ESCOAMENTO MEDIO EM BAIXOS NIVEIS (850 hPa em m/s)



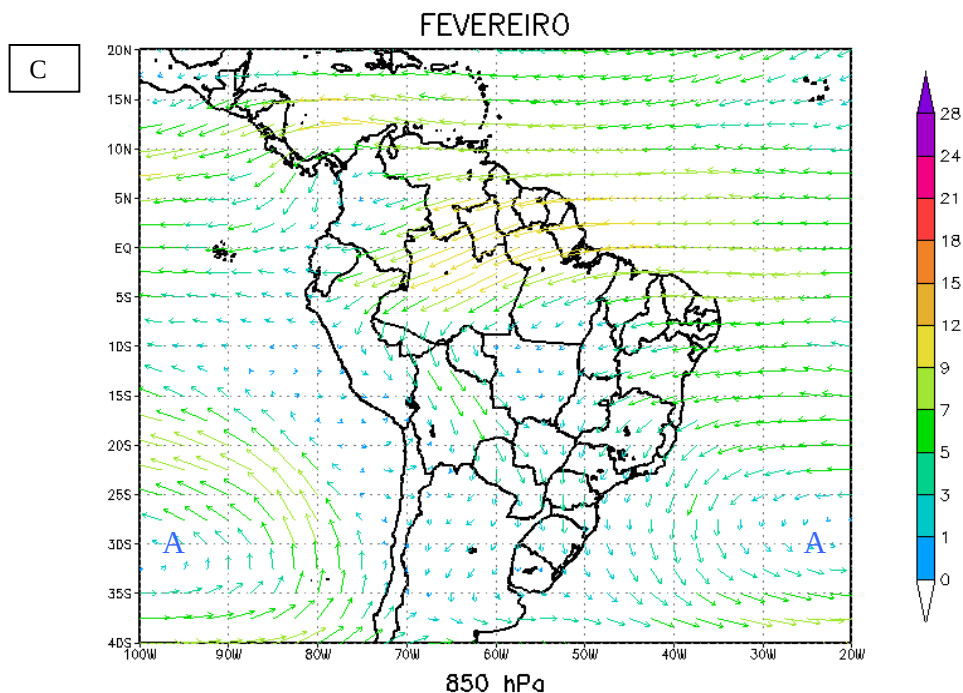
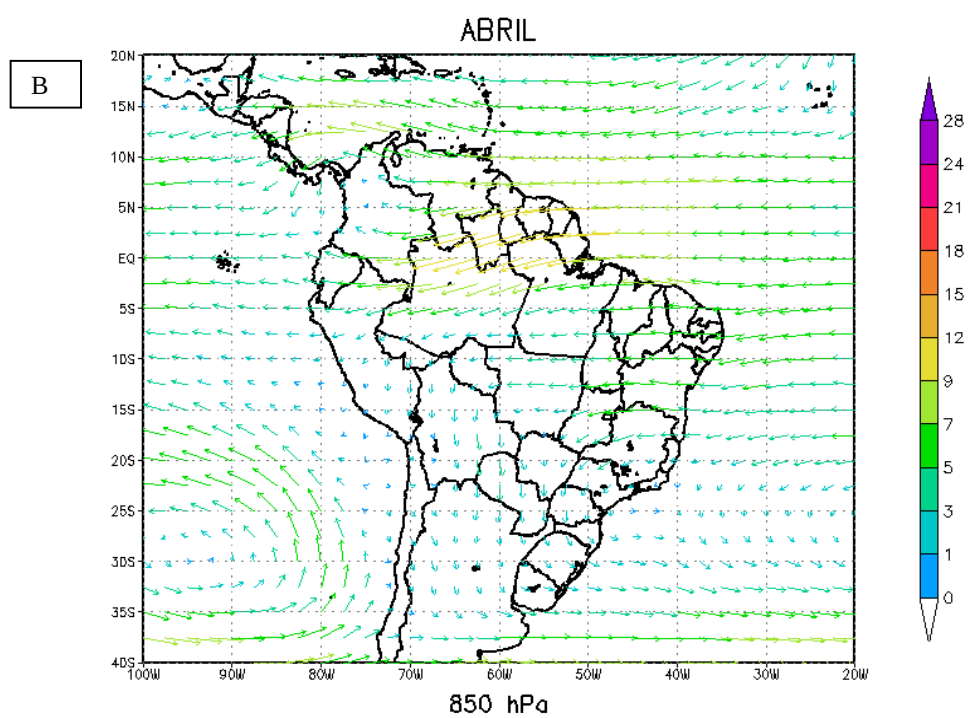
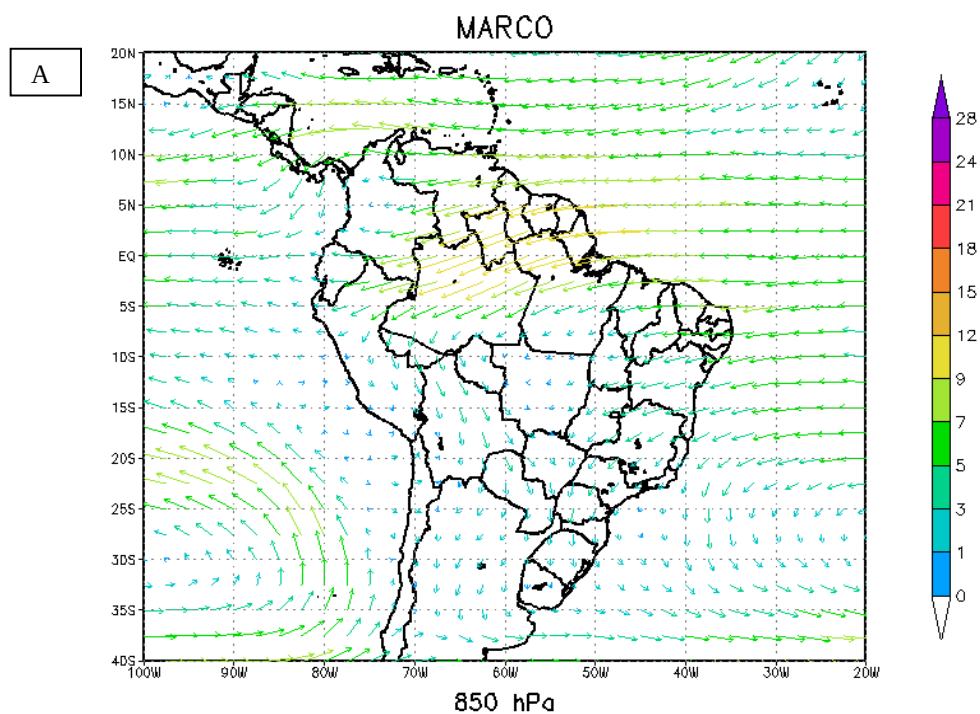


Figura 13– Vetor vento representativo de escoamento médio em baixos níveis (850 hPa). Meses: a) Dezembro, b) Janeiro e c) Fevereiro.

Para o mês de março, o escoamento médio dos ventos mantém a componente zonal negativo, transportando muita umidade para o interior do continente, ao penetrar no Amazonas inclina a direção com posição de nordeste e no sul do Amazonas muda a direção para a componente meridional positiva. Em abril, o aporte de umidade oriundo do oceano Atlântico mantém os ventos de leste e no interior do continente, entretanto continua na direção nordeste em grande parte do estado. No mês de maio, a componente zonal domina desde o oceano Atlântico, passando por toda a área continental. (Figura 14).

ESCOAMENTO MEDIO EM BAIXOS NIVEIS (850 hPa em m/s)



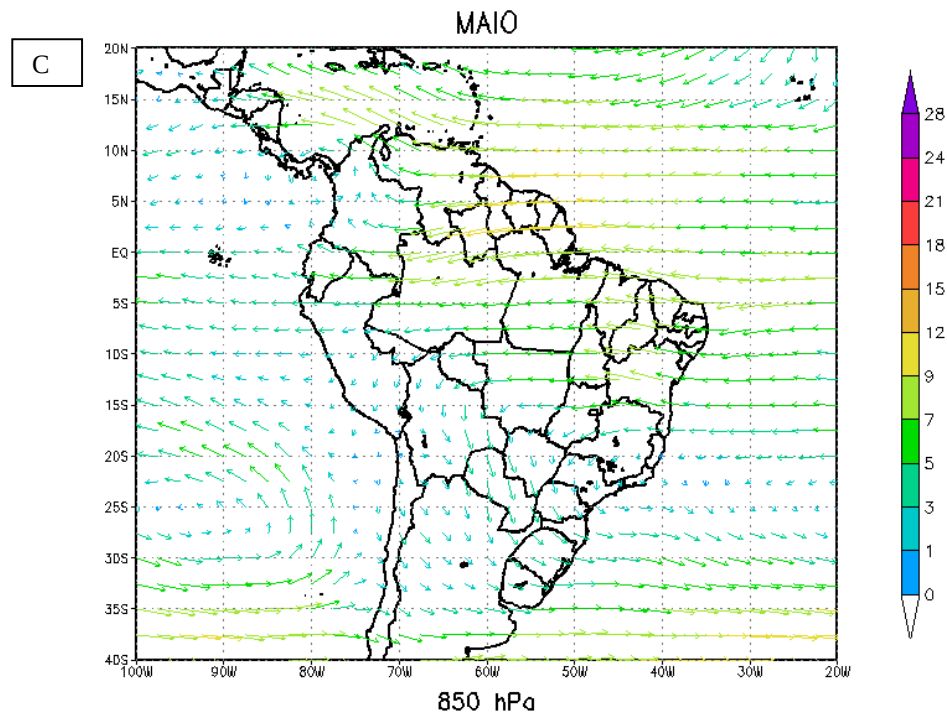


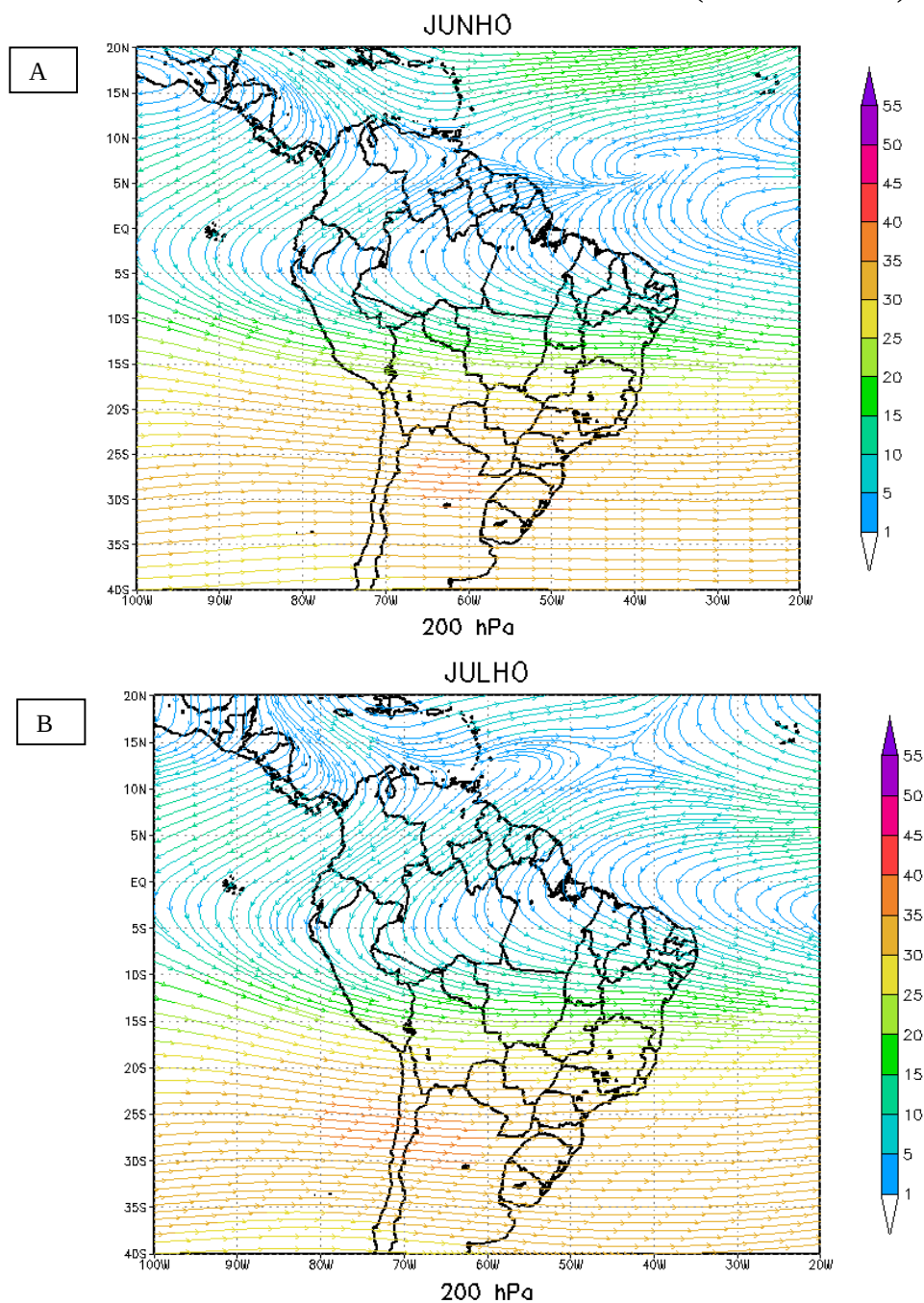
Figura 14 – Vetor vento representativo de escoamento médio em baixos níveis (850 hPa). Meses: a) Março, b) Abril e c) Maio

Após analisar o escoamento médio em baixos níveis, percebeu-se que existe uma convergência do ar, ocasionada pela umidade oriunda de nordeste e de leste. Esta convergência provoca forte convecção, condensação e liberação de calor latente na média/alta troposfera, associada à atividade convectiva. A resposta a esta convergência é uma região de forte divergência em altos níveis denominada Alta da Bolívia (AB), assim chamado por sua localização – nos altiplanos bolivianos, um anticiclone que se apresenta durante o verão, em altos níveis da troposfera (200 hPa).

Um estudo climatológico da circulação troposférica sobre a região Amazônica foi aprofundado por Kousky e Kagano (1981) durante o período de 1968-1976, os autores encontraram que os ventos em altos níveis (200 hPa) são de oeste durante os meses de inverno (junho a agosto), embora a ocorrência seja variável. A distribuição das chuvas está relacionada com a posição da Alta da Bolívia. Em relação à água precipitável, esta é aproximadamente constante ao longo do ano, com pequeno decréscimo nos meses de seca.

Para o mês de junho, julho e agosto (inverno), período mais seco para a região Amazônica, não houve presença da Alta da Bolívia, dessa forma, em anos menos chuvosos o centro da AB são menos intensos, ou apresentam características de dissipação do anticiclone. Nos altos níveis (200hPa) os ventos se mantêm de nordeste (Figura 15).

ESCOAMENTO MEDIO EM ALTOS NIVEIS (200 hPa em m/s)



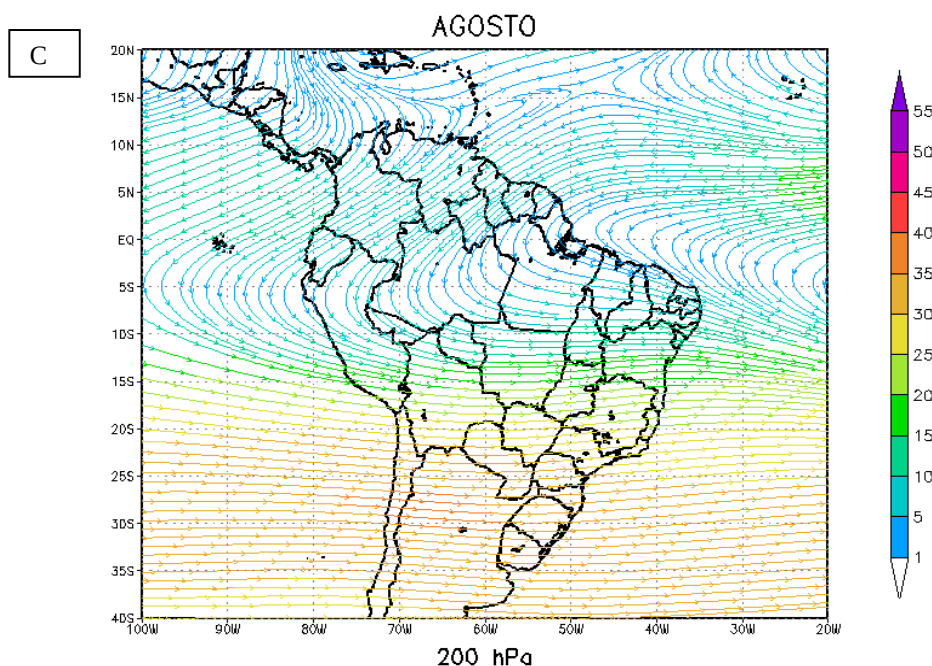
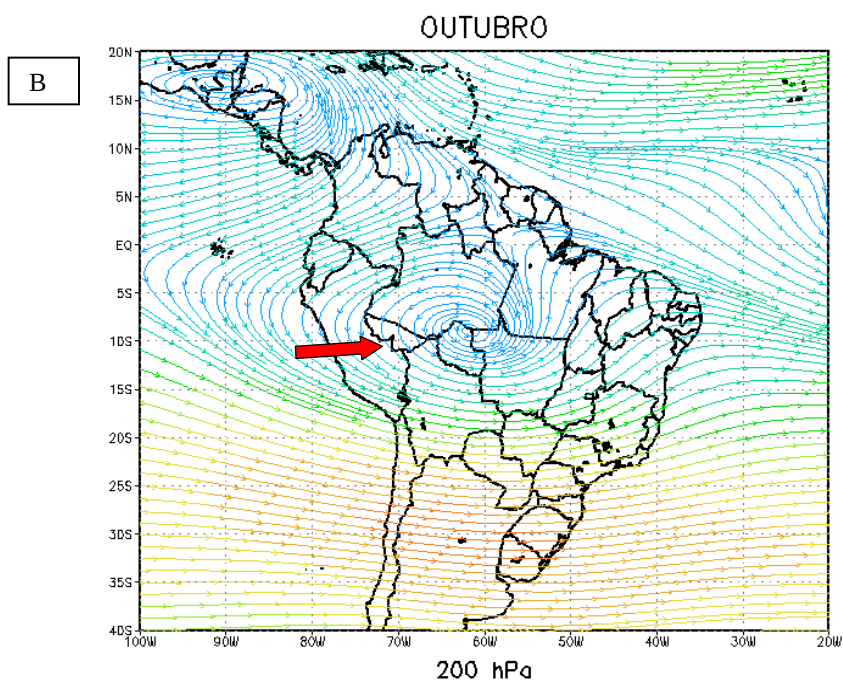
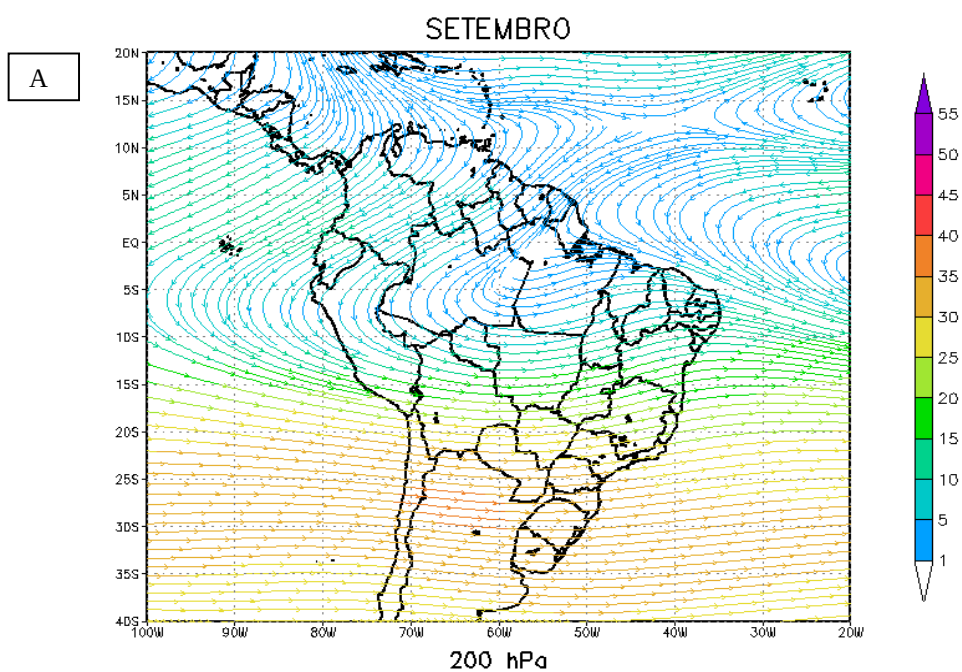


Figura 15 – Linhas de correntes representativas de escoamento médio em altos níveis (200 hPa). Meses: a) Junho, b) Julho e c) Agosto

O mecanismo básico de formação da Alta da Bolívia é o movimento ascendente de escala regional devido a intensa atividade convectiva sobre a Amazônia. A convergência do vapor d'água em baixos níveis e a liberação de calor latente na média troposfera ajuda a sustentar o movimento ascendente e a manter a região relativamente quente na troposfera superior (Satyamurty *et al.*, 1998).

Ao continuar as análises para os meses de setembro, outubro e novembro, período que começa a apresentar valores de precipitação significativos, próximo da estação chuvosa, tem-se a presença da Alta da Bolívia, bem evidente em outubro e novembro, na porção centro-oeste da Amazônia. (Figura 16).

ESCOAMENTO MEDIO EM ALTOS NIVEIS (200 hPa em m/s)



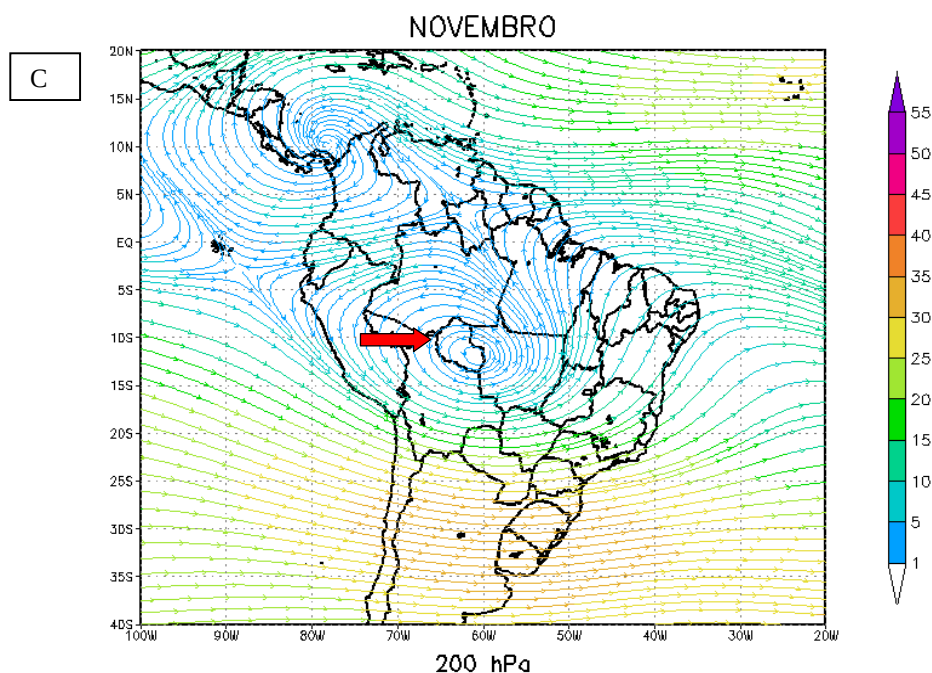
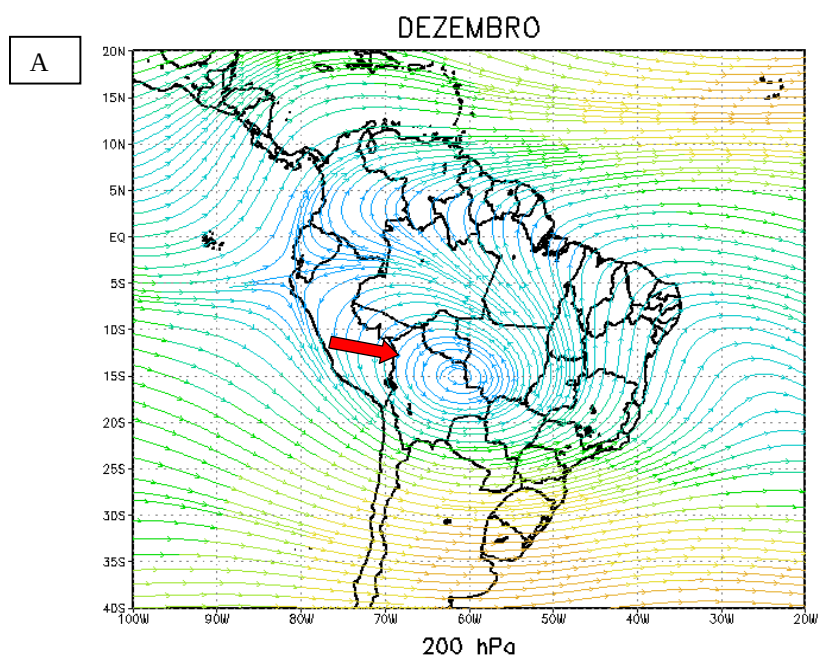


Figura 16 – Linhas de correntes representativas de escoamento médio em altos níveis (200 hPa). Meses: a) Setembro, b) Outubro e c) Novembro. A seta vermelha indica a posição da Alta da Bolívia.

Nos meses seguintes, dezembro, janeiro e fevereiro, apresentam em 850 hPa a convergência de nordeste e leste, nos altos níveis em 200 hPa, a Alta da Bolívia está bem estabelecida sobre os altiplanos bolivianos. Sobre o estado do Amazonas a direção do vento se apresentou de sudeste. (Figura 17).

ESCOAMENTO MEDIO EM ALTOS NIVEIS (200 hPa em m/s)



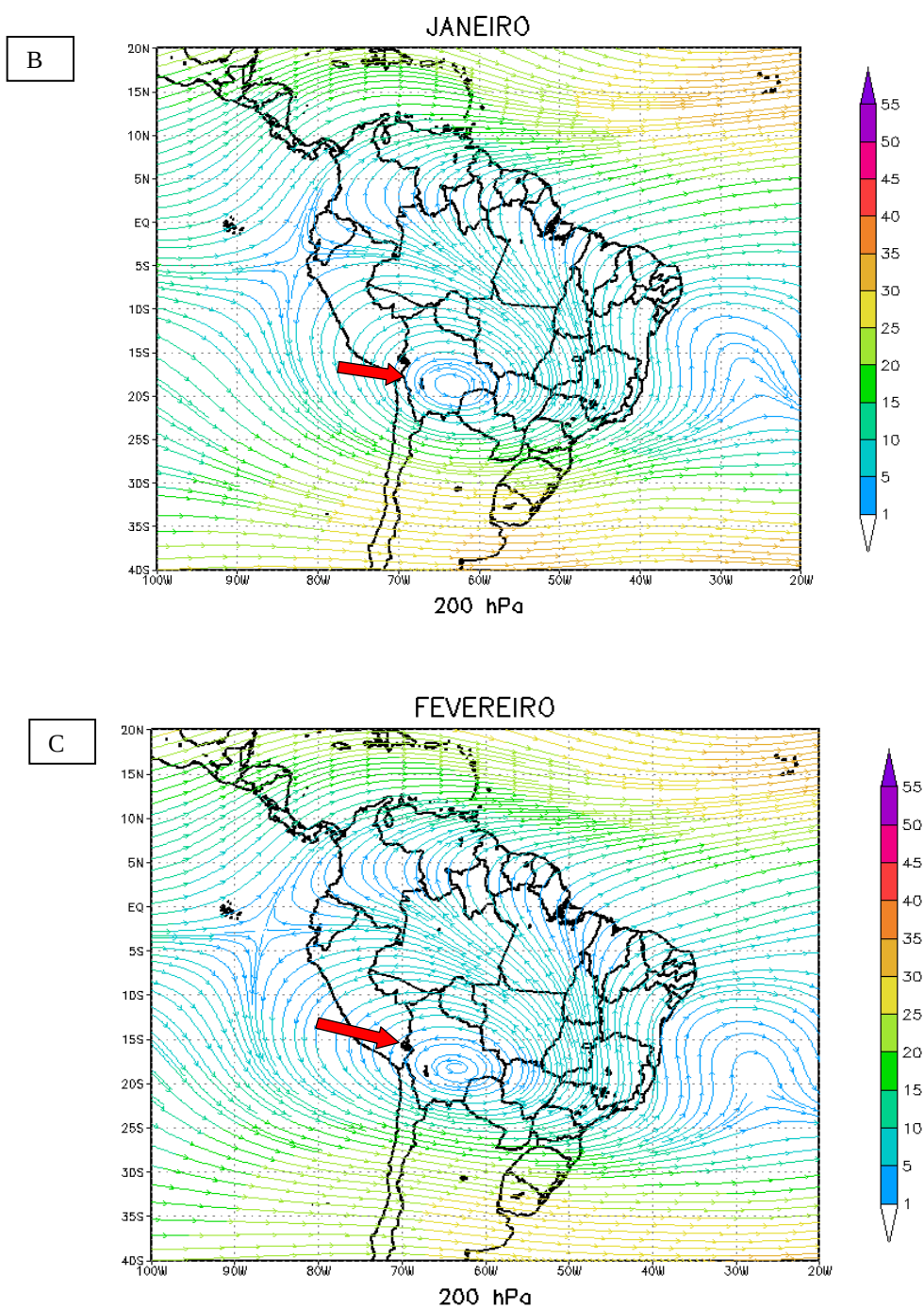
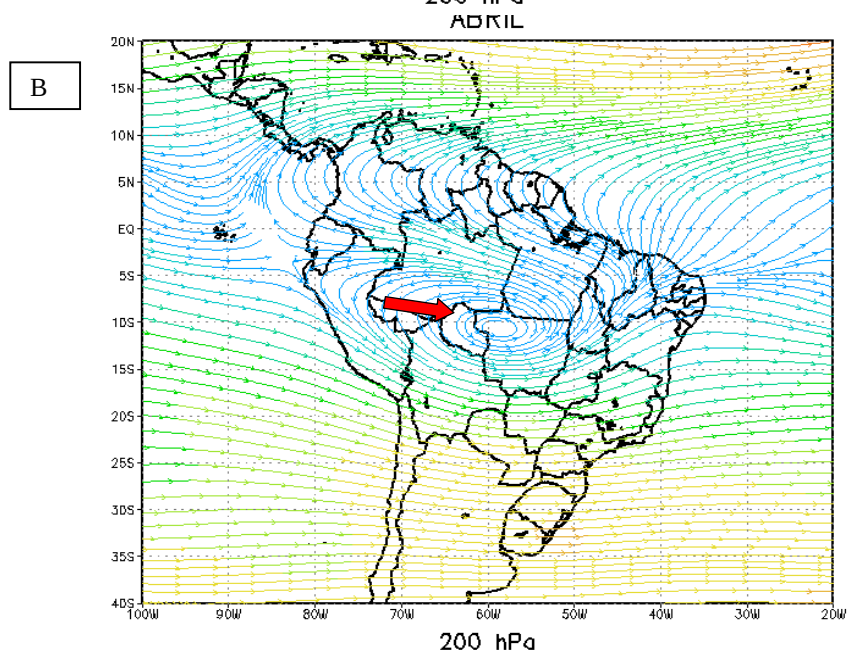
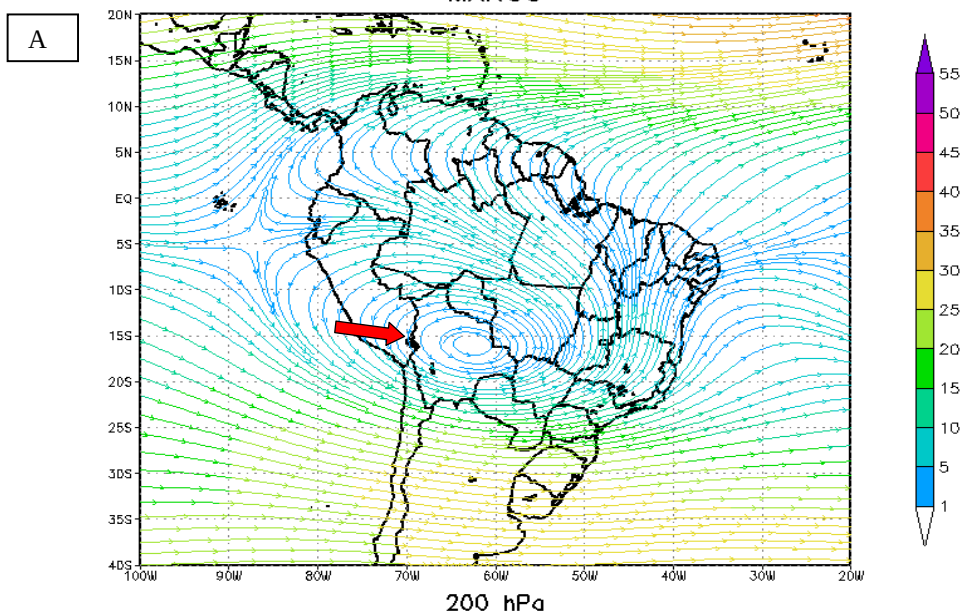


Figura 17 – Linhas de correntes representativas de escoamento médio em altos níveis (200 hPa). Meses: a) Dezembro, b) Janeiro e c) Fevereiro. A seta vermelha indica a posição da Alta da Bolívia.

Nos meses de março, abril e maio, acontece o momento de dissipação da Alta da Bolívia. O anticiclone se mantém em março e abril, quanto ainda existe intensa atividade convectiva na região Amazônia, com direção de sudeste. E no mês de maio há o completo desaparecimento, com direção de nordeste. (Figura 18).

ESCOAMENTO MEDIO EM ALTOS NIVEIS (200 hPa em m/s)
MARCO



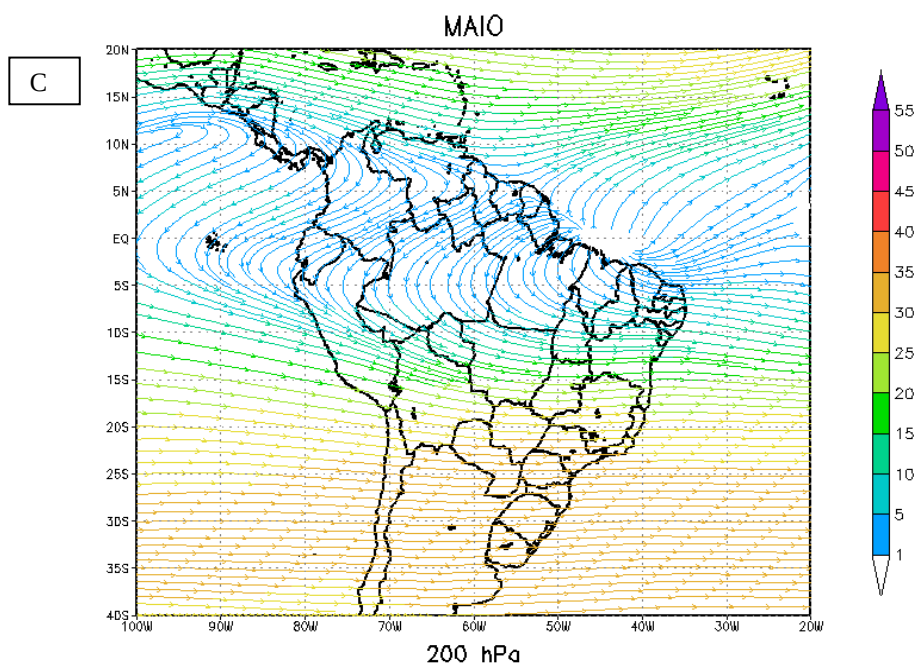


Figura 18 – Linhas de correntes representativas de escoamento médio em altos níveis (200 hPa). Meses: a) Março, b) Abril e c) Maio. A seta vermelha indica a posição da Alta da Bolívia.

Foi possível construir um quadro da localização geográfica da Alta da Bolívia, com sua posição intra-sazonal e inter-anual, associado com a convecção na Amazônia. O quadro 06 apresenta os meses em que a alta da Bolívia se estabelece bem como apresenta seu deslocamento sobre a região.

Quadro 06 – Esquema do surgimento da Alta da Bolívia (AB), de acordo com a posição intra-sazonal e inter-anual.

Estação	INVERNO						VERÃO					
Mês	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI
Observação da Alta da Bolívia	-	-	-	-	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	-
Localização	-	-	-	-	Sul do Amazonas	Sul do Amazonas	Sul do Amazonas	Bolívia	Bolívia	Bolívia	Mato Grosso	-

Organizado por Telma Nascimento, 2009.

Com essa análise sobre o escoamento médio dos ventos sobre a região Amazônica confirmam os estudos realizados por Kousky e Kagano (1981) e Oliveira (1986), de que a relação entre a distribuição da convecção ao longo da zona tropical do planeta pode ser importante para determinar o posicionamento e a intensidade da Alta da Bolívia.

4.3 Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000

De acordo com a organização dos dados de cada estação meteorológica, obteve-se a normal climatológica provisória, para o período de 1991-2000 (Anexo A).

Considerando as estações do Alto Solimões, das cidades de Benjamin Constant e Fonte Boa entre os três primeiros meses: janeiro, fevereiro e março, a estação Benjamin Constant apresentou valores superiores a Fonte Boa. No entanto, entre junho, julho, agosto e setembro, os valores de Benjamin Constant foram inferiores, chegando a apresentar diferença, entre ambas, de 87 mm no mês de junho. Nos meses de outubro e novembro mantiveram valores constantes, com valor crescente para Fonte Boa no mês de dezembro (ver gráfico 08).

No Médio Solimões, as cidades de Tefé, Coari e Codajás apresentaram valores elevados de precipitação no mês de março, sendo que Codajás apresentou os maiores valores acima de 450 mm, enquanto Tefé (299 mm) e Coari (319 mm). O mês de agosto foi o mais seco para as três estações, seguidos de setembro, outubro, novembro e dezembro, com Codajás apresentando valores superiores em relação às demais.

O fato da cidade de Codajás apresentar os maiores valores, segundo a Normal Climatológica Provisória de 1991 a 2000 está relacionado a um valor impressionante, no total mensal de 1993, que acumulou 873,1 mm de chuva no mês de novembro (INMET, 2007). Embora a quantidade precipitável para Codajás tenha sido registrada além do esperado, não houve expressiva alteração na geografia local do ponto de vista social, visto que a cidade apresenta uma extensão territorial de 18.712 Km² e uma densidade demográfica de 1,2 hab/km² (IBGE, 2000).

E no Baixo Amazonas, as cidades de Itacoatiara e Parintins apresentaram um padrão bem homogêneo com o mês de março mostrando os maiores valores, em torno de 400 mm e agosto e setembro os menores valores, ou seja, para Itacoatiara (75 mm) e Parintins (69 mm).

Para a estação de Manaus manteve-se um padrão dentro da normalidade. Esta estação apresentou média superior a 300 mm no mês de abril e médias menores no mês de julho com 58 mm. Os meses de março e abril, apresentaram maiores valores de chuva ficando com a normal provisória de 311 mm para março e 377 mm para abril. Os meses de julho e agosto foram os mais secos com normal provisória de 58 mm e 73 mm respectivamente.

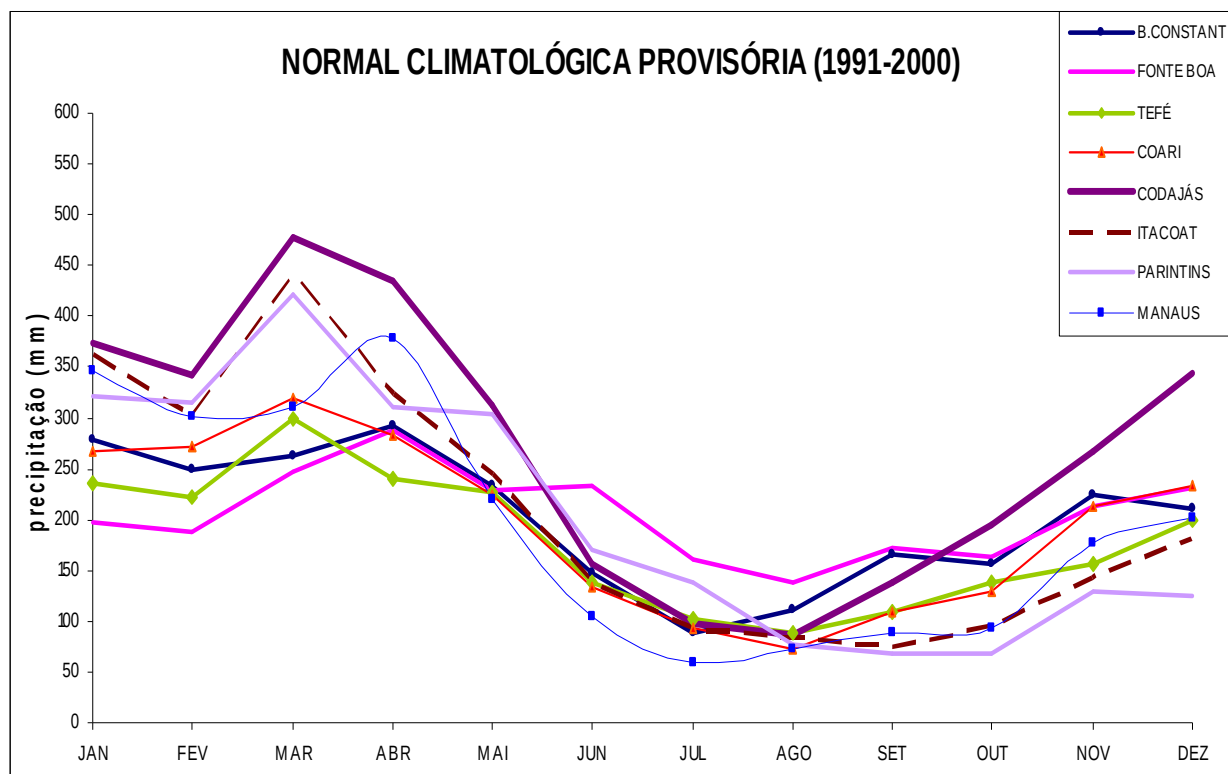


Gráfico 08 – Normal Climatológica Provisória (1991-2000) para as estações meteorológicas localizadas na calha do rio Solimões-Amazonas

4.4 Séries Temporais X Normal Climatológica Provisória

Depois de confeccionada a Normal Provisória de 1991 a 2000 foram construídas duas séries temporais. A primeira, com o total de dezessete anos (1991-2007) e uma segunda dos anos de 2001 a 2007.

As análises foram organizadas por setores regionais, ou seja, foram feitas levando em consideração as estações do Alto Solimões (Benjamin Constant e Fonte Boa), Médio Solimões (Tefé, Coari e Codajás) e Baixo Amazonas (Itacoatiara e Parintins).

Para Manaus que é a capital do Amazonas, localizada às margens do rio Negro, foi feita uma análise no subitem 4.5, com destaque para as Normais Climatológicas existentes e a Normal Provisória.

4.4.1 Alto Solimões

A estação de Benjamin Constant (gráfico 09) apresenta valores superiores à Normal Provisória nos três primeiros meses das séries 1991-2007 e 2001-2007, mantendo dentro da normal entre os meses mais secos, isto é, junho, julho, agosto e setembro. E nos meses de outubro, novembro e dezembro as médias mantêm-se acima da normal. Pode-se afirmar que as alterações nas condições do tempo, de acordo com a análise de um elemento climático (precipitação pluvial) foram evidenciadas médias de chuva acima da normal na estação chuvosa, sendo pois a estação seca definida dentro da normal.

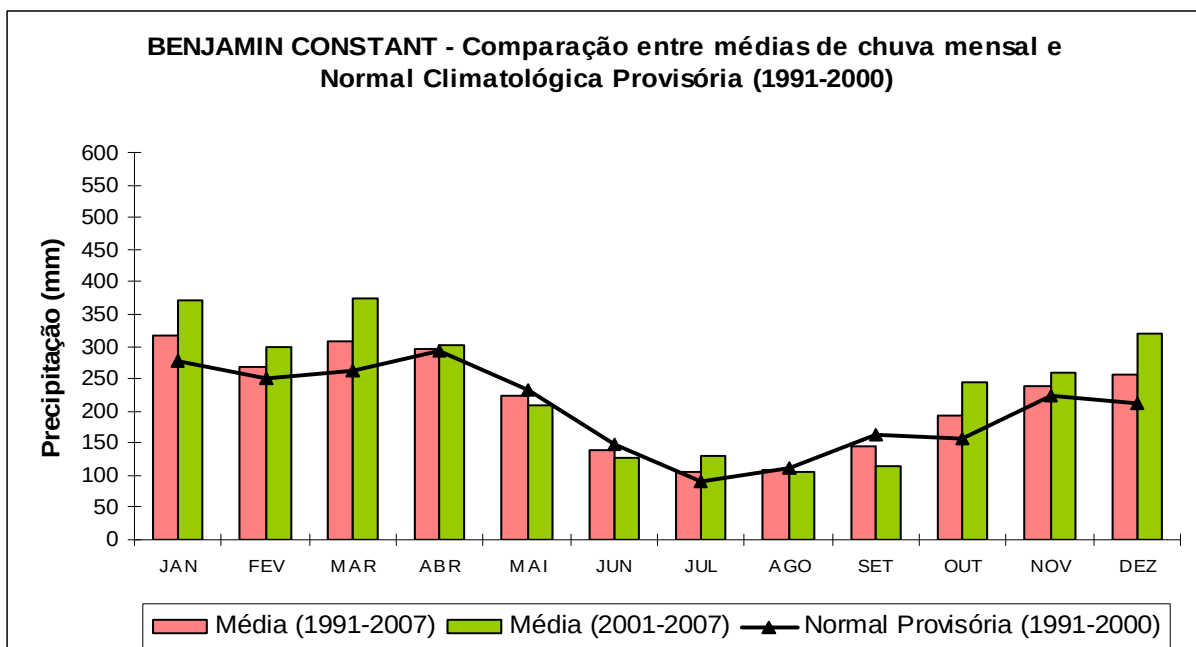


Gráfico 09 – Benjamin Constant: Médias mensais de dois períodos, comparados com a Normal Provisória de (1991-2000)

Para a estação de Fonte Boa, quando comparado os dados das duas séries observou-se que o mês de maio foi o mais chuvoso, estando acima da normal e o mês de agosto como o mais seco. Existe um aumento na normal provisória em cinco meses (abril, junho, agosto, setembro e novembro), mas pouco significativo ao observar o mês de maio (Gráfico 10). No caso de Fonte Boa ficou evidente que nos últimos anos (2001-2007) houve um aporte muito maior no quantitativo de água, com médias superiores a 300 mm, no mês de maio.

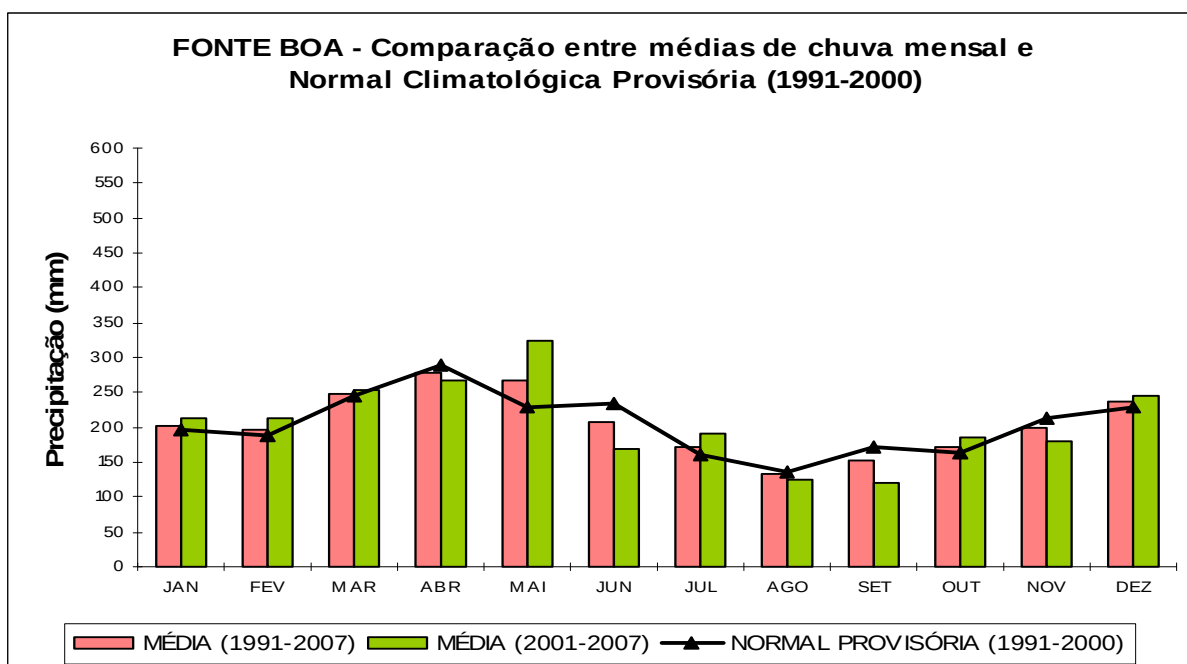


Gráfico 10 – Fonte Boa: Médias mensais de dois períodos, comparados com a Normal Provisória (1991-2000)

4.4.2 Médio Solimões

Para o Médio Solimões, a caracterização climática foi realizada para as cidades de Tefé, Coari e Codajás.

Conforme os dados de Tefé, as médias da série temporal apresentaram um padrão dentro da normalidade (Gráfico 11). Contudo, o mês de abril registrou valores bem acima da normal provisória de 1991-2000, se comparados os últimos anos, série de 2001-2007, atingindo valores

superiores a 300 mm. O mês de agosto continua sendo o mais seco, seguindo o padrão da normal, chegando a valores entre 100 e 80 mm.

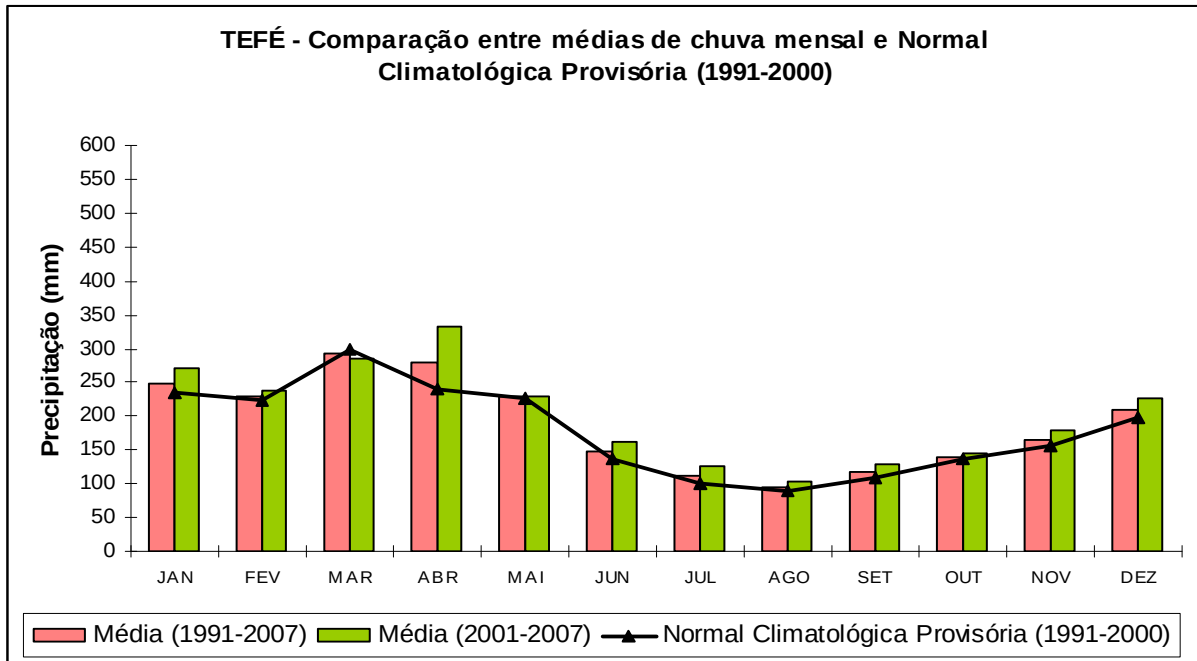


Gráfico 11 – Tefé: Médias mensais de dois períodos, comparados com a Normal Provisória (1991-2000)

Ao observar o gráfico 12, referente à estação de Coari, os valores da média da série de 1991-2007 mantêm um padrão dentro da normal provisória, apresentando os maiores valores de chuva para os meses de março e abril. E os meses com maior estiagem foram julho e agosto. Se observarmos a série de 2001-2007 haverá um pequeno acréscimo nos valores de chuva com meses intercalados, isto é, março, maio, agosto, outubro e dezembro.

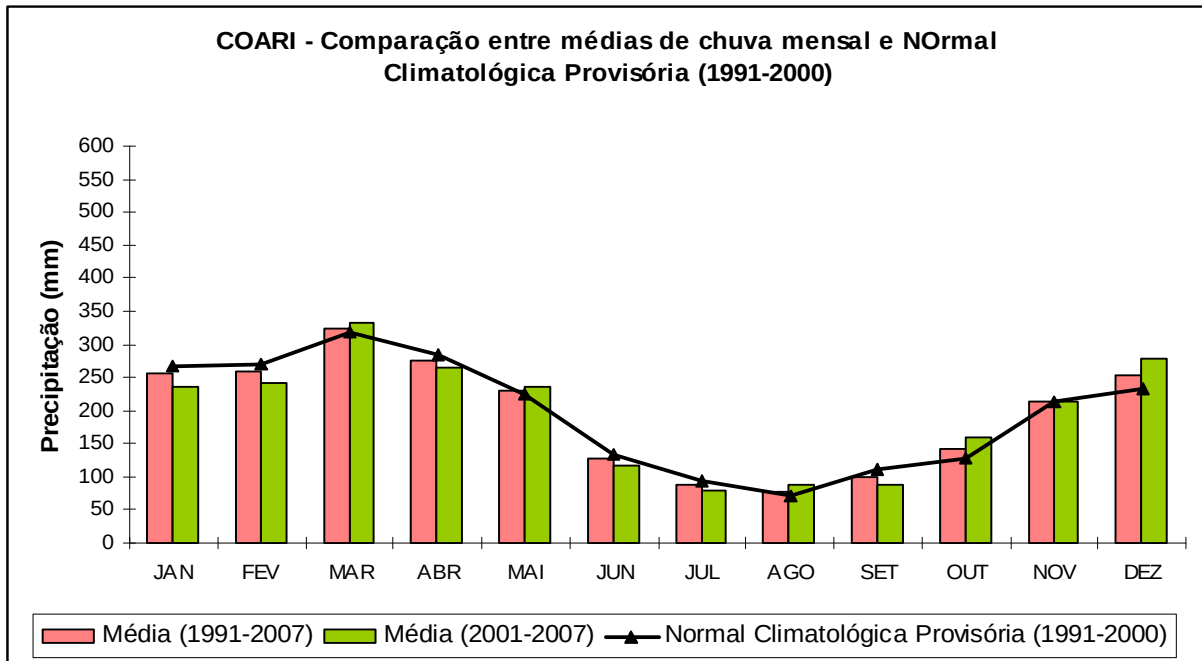


Gráfico 12 – Coari: Médias mensais de dois períodos, comparados com a Normal Provisória (1991-2000)

E a estação de Codajás (Gráfico 13) apresenta uma variação significativa ao comparar às médias da série com a normal provisória. No mês de janeiro já é sentida a diferença (40 mm) entre a série temporal de 1991-2007 e a normal provisória, mantendo a normal no mês de fevereiro. Se observarmos o período de 2001-2007 há uma redução ainda maior em torno da normal para o mês de janeiro (100 mm), mantendo uma queda nos meses posteriores, comparados com a série de 1991-2007.

Para os meses de março, abril, as médias de chuva mensal passam a ser menor que a normal, a diferença entre a normal e a média é de 60 mm e 30 mm entre a normal e a média da série, seguindo os demais meses mantendo o padrão das normais. Considerando o total das médias de precipitação anual, segundo a Normal Provisória, Codajás apresenta maiores valores de toda a calha, com mais de 3.000 mm anuais.

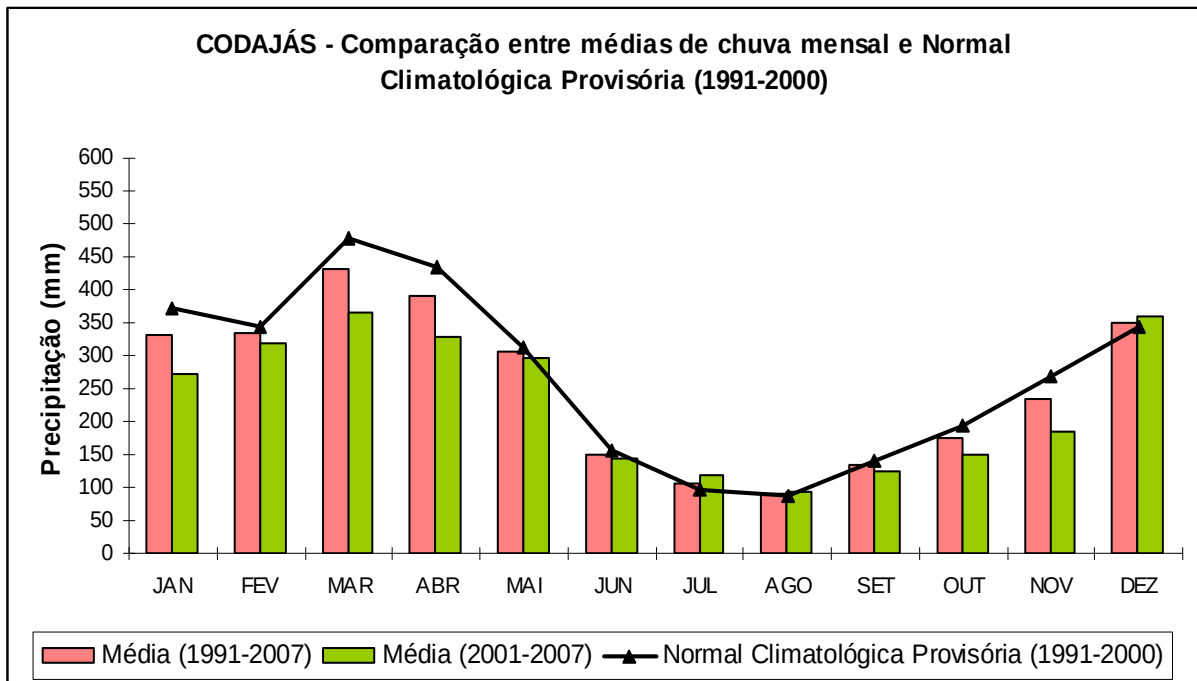


Gráfico 13 – Codajás: Médias mensais de dois períodos, comparados com a Normal Provisória (1991-2000)

4.4.3 Baixo Amazonas

Considerando as estações do Baixo Amazonas, observa-se que Itacoatiara mantém os valores dentro da normal provisória. (Ver gráfico 14). E os meses de maior e menor chuva são março e agosto respectivamente. Mas fica evidente que para essa cidade são observados valores extremos, entre o mês de março e agosto, provavelmente considerando o quantitativo populacional e a dinâmica urbana. A cidade de Itacoatiara é a quinta maior do estado, apresentando população total de 87.896 habitante (IBGE, 2000).

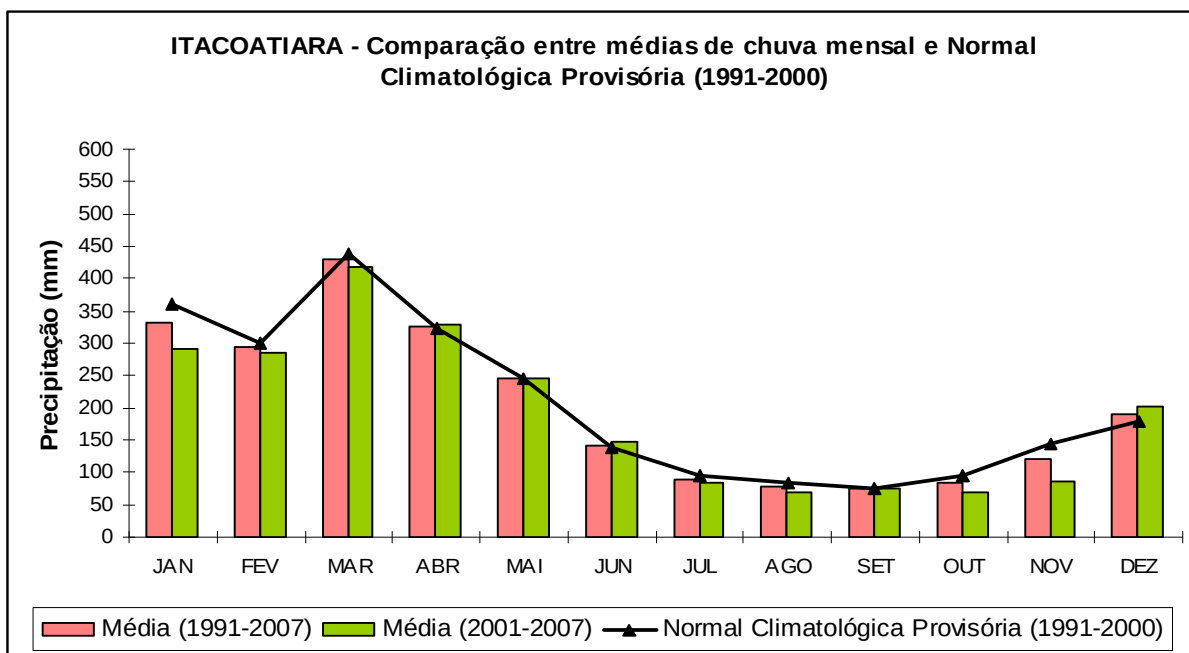


Gráfico 14 – Itacoatiara: Médias mensais de dois períodos, comparados com a Normal Provisória (1991-2000)

E para a estação de Parintins (Gráfico 15), entre os meses de janeiro a maio há uma variabilidade significativa relacionado aos valores das médias e a normal provisória.

Os meses mais chuvosos vão de fevereiro a maio, sendo que, o mês de março apresenta maiores médias de chuva, enquanto o mês de setembro foi o mês mais seco. Ao comparar com a normal provisória os meses de fevereiro e abril foram que apresentaram maiores valores na média de chuva mensal.

É possível perceber a variação extrema tanto no período chuvoso, quanto no seco. O mês de março com média maior que 400 mm, e setembro com média em torno de 60 mm.

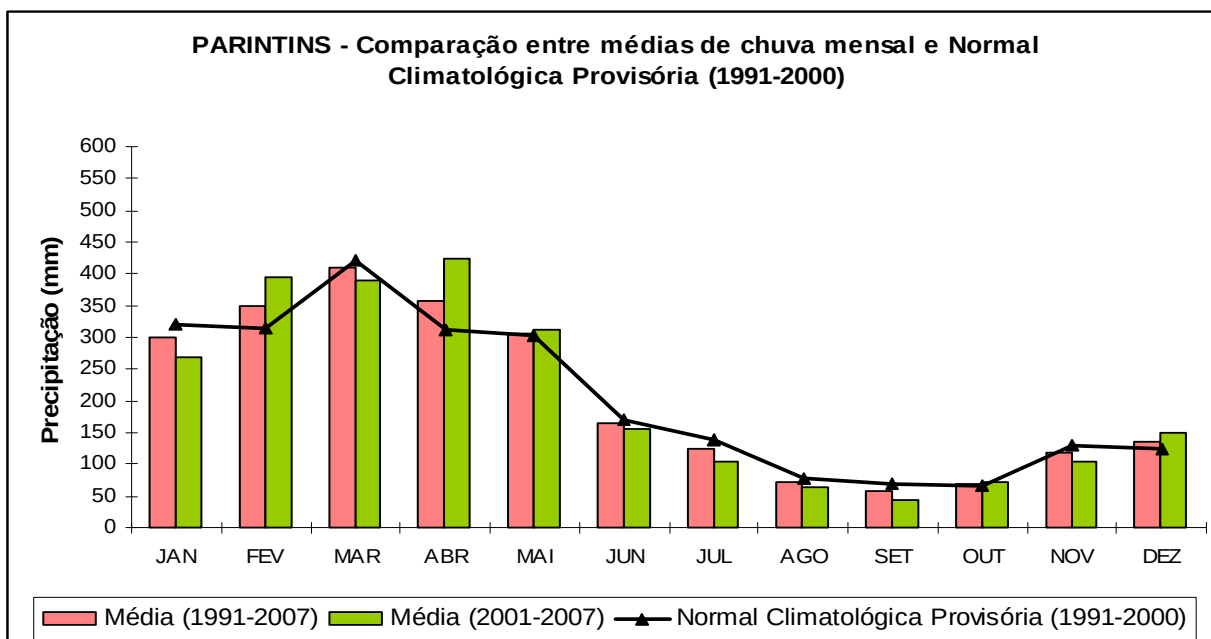


Gráfico 15 – Parintins: Médias mensais de dois períodos, comparados com a Normal Provisória (1991-2000)

4.5 Normal Climatológica X Normal Provisória

A *normal climatológica* é obtida por meio do cálculo das médias do parâmetro meteorológico. Essas médias referem-se a períodos padronizados de 30 (trinta) anos, sucessivamente. A partir dos estudos de Aguiar (1995) foi possível utilizar as normais climatológicas de 1931 a 1960 e 1961 a 1990. E com a metodologia adotada por Krusche, Saraiva e Reboita (2002) foi possível, neste estudo, criar a normal climatológica provisória para Manaus.

De acordo com Aguiar (1995) houve um aumento da precipitação em Manaus ao longo das normais climatológicas, ou seja, durante os séculos XX e início do XXI. Segundo os dados apresentados na tabela 11, a diferença do total entre a normal climatológica provisória de 1991-2000 e à normal anterior de 1961-1990 foi de 62 mm. E a diferença entre a normal de 1931-1960 e a mesma provisória registraram 241 mm.

TABELA 11 – Manaus: Normal Climatológica X Normal Climatológica Provisória (1991-2000)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1931-1960	275	277	300	287	193	98	61	41	62	112	165	227	2111
1961-1990	260	290	310	300	260	110	90	60	80	130	180	220	2290
1991-2000	347	301	311	377	220	105	58	73	87	94	176	202	2352

Fonte: Para as normais climatológicas: Aguiar, 1995 e INMET, 2008.

As normais climatológicas de 1931-1960 e 1961-1990 para Manaus apresentam valores em seus totais anuais menores do que a normal provisória. Para a normal provisória, os totais anuais registraram 2352 mm, superior as duas normais apresentadas.

Ao comparar as duas normais climatológicas, para os quatro primeiros meses manteve-se um padrão de normalidade. A partir de maio, até novembro a normal de 1961-1990 assumiu um padrão acima da normal de 1931-1960, apenas no mês de dezembro, o padrão se inverte, quando a normal de 1931-1960 ficou um pouco acima, ao compará-la com a normal de 1961-1990.

Quando observada a normal provisória os valores de maior e menor precipitação são respectivamente abril, com 377 mm e julho com 58 mm (Ver gráfico 16).

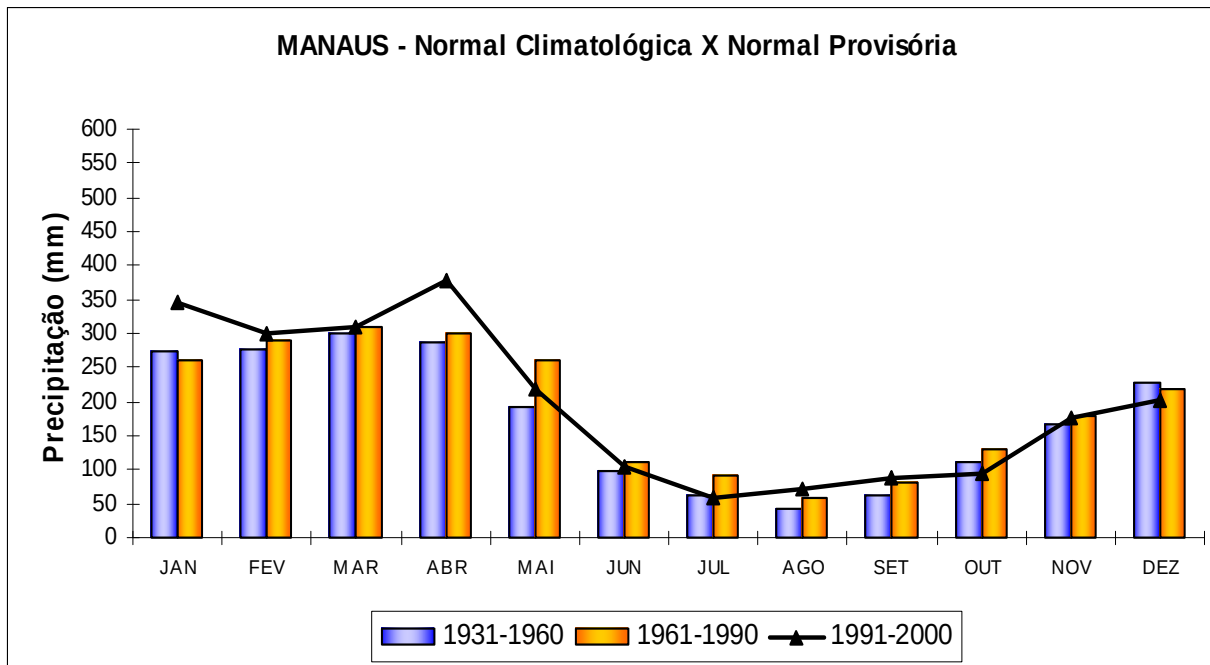


Gráfico 16 – Manaus: Normal Climatológica X Normal Provisória (1991-2000)

Ao se comparar as duas normais climatológicas, com a normal provisória e a série temporal, obtêm-se os seguintes resultados: as normais climatológicas 1931-1960 e 1961-1990 apresentam totais de precipitação superiores para o mês de março, respectivamente com 300 mm e 310 mm, e o período mais seco no mês de agosto com chuvas em torno de 41 e 60 mm (tabela 12).

Tabela 12 – Comparação entre duas Normais Climatológicas, Normal Provisória e Série Temporal para a cidade de Manaus

	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
NORMAL CLIMATOLÓGICA	1931-1960	275	277	300	287	193	98	61	41	62	112	165	227	2111
NORMAL CLIMATOLÓGICA	1961-1990	260	290	310	300	260	110	90	60	80	130	180	220	2290
NORMAL PROVISÓRIA	1991-2000	347	301	311	377	220	105	58	73	87	94	176	202	2352
SÉRIE TEMPORAL	2001-2007	253	252	283	312	273	114	62	68	67	82	143	241	2150

Fonte: Aguiar (1995) e INMET (2008). Organizado por Telma Nascimento.

A Normal Provisória de 1991-2000 apresenta valores superiores comparada às duas normais climatológicas, nos meses de janeiro e abril, este último registrando médias superiores a 370 mm. E o mês mais seco foi julho, tanto para a normal provisória, quanto para a série temporal. (Ver gráfico 17).

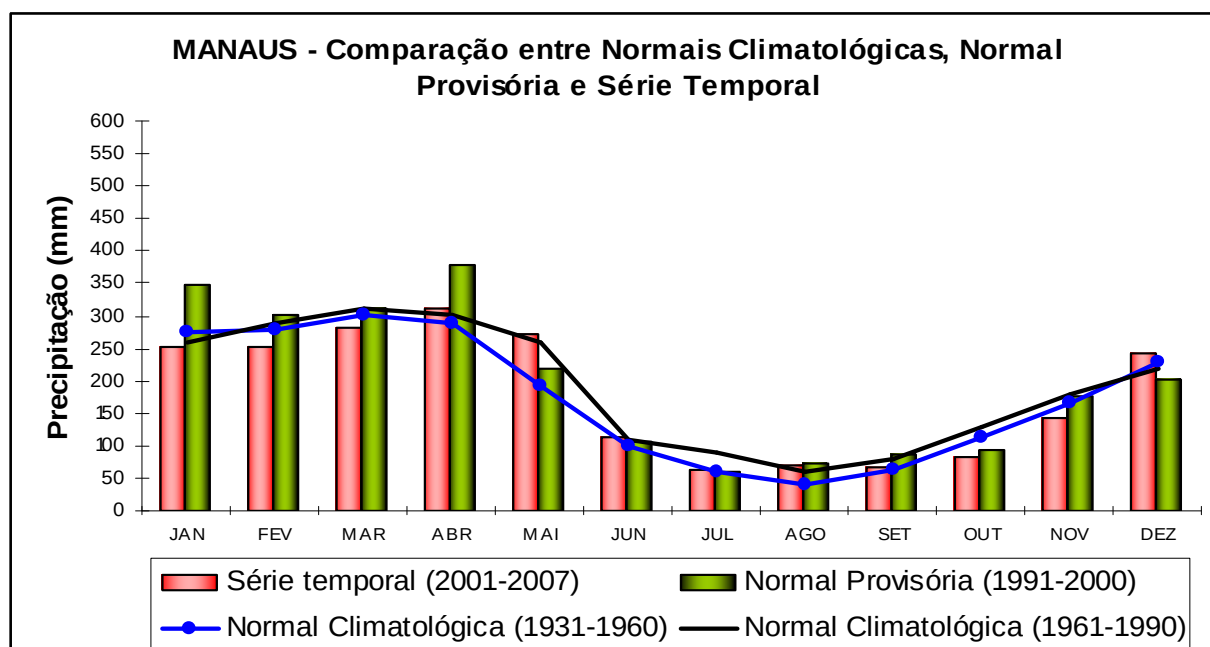


Gráfico 17 – Manaus: Comparação entre as Normais Climatológicas, a Normal Provisória (1991-2000) e a Série Temporal (2001-2007)

4.6 Variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica: comparação entre as cidades na calha

Conforme o padrão de distribuição das chuvas apresentados na metodologia apresenta-se o seguinte:

- Para a estação chuvosa, estabeleceram-se os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março;
- Para os meses considerados dentro da estação intermediária estão abril, maio, outubro e novembro;
- Para os meses de seca ou pouca atividade convectiva: junho, julho, agosto e setembro.

Na região da calha do Alto Solimões, compreendendo as cidades de Benjamin Constant e Fonte Boa apresentaram uma variabilidade pouco significativa se relacionadas às cidades do Médio Solimões e Baixo Amazonas. Foi calculado o total das médias por estação durante os períodos chuvosos, intermediários e secos, das cidades estudadas na calha e conforme o gráfico 18, Codajás apresentou maior valor na estação chuvosa e Fonte Boa foi à cidade que apresentou menores valores para a mesma estação. Durante a estação seca, a cidade de Manaus registrou os menores valores comparados às demais.

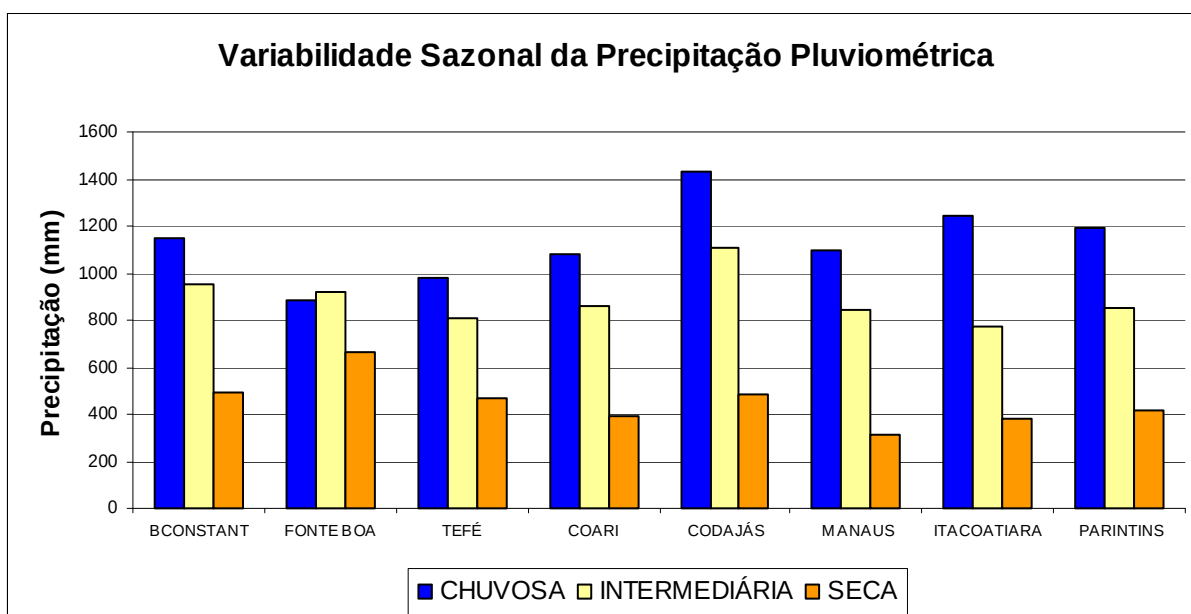


Gráfico 18 – Variação sazonal das cidades estudadas no período de (1991-2007)

4.6.1 Estação chuvosa

Na estação chuvosa, depois de Codajás, as cidades que apresentaram maiores valores pluviométricos foram Parintins e Itacoatiara (Baixo Amazonas), seguidas de Manaus, Coari e Tefé. A cidade de Benjamin Constant apresentou valores superiores a 1100 mm (ver gráfico 19).

Pela própria distribuição geográfica, as cidades na porção oeste do Amazonas, começando por Fonte Boa apresentam menores valores de chuva e à medida que chegam no extremo leste do Estado, os valores de água precipitável começam a crescer.

A variabilidade que justifica o quantitativo para a cidade de Codajás está associada ao valor do ano de 1993, ocasionando um aumento considerável na normal provisória. Os escores são todos superiores a 800 mm de chuva ao longo do rio Solimões-Amazonas, representando um aporte significativo para a bacia hidrográfica.

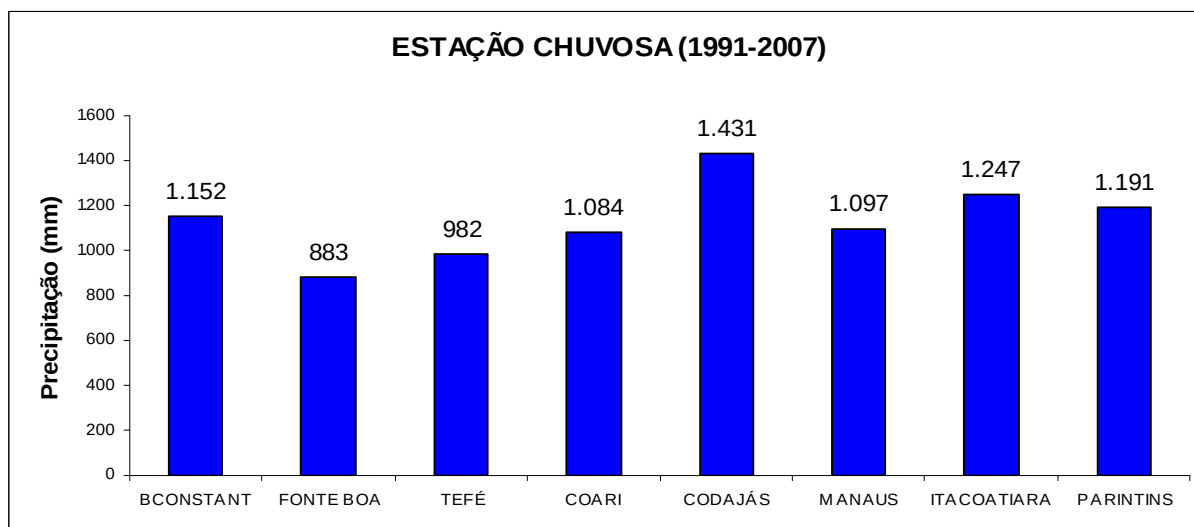


Gráfico 19 – Estação chuvosa: variabilidade da precipitação pluviométrica nas cidades da calha, no período de (1991-2007)

4.6.2 Estação intermediária

Para a estação intermediária os valores de chuva mantiveram uma ligeira variabilidade ao longo da calha, devendo ser observado com mais cuidado tais padrões sazonais, pois meses como abril e novembro não são bem representados nessa estação, mas quando relacionados aos totais pluviais, contribuem melhor para a estação chuvosa (ver gráfico 20). Os meses de abril e maio são meses que começa haver um decréscimo na quantidade de chuva, se comparados a fevereiro e março. E outubro e novembro são meses que irão iniciar a estação chuvosa (em dezembro), portanto, as chuvas nesse período, conforme a normal provisória apresentam valores superiores a 800 mm em todas as estações meteorológicas localizadas na calha do rio.

O menor valor de água precipitável foi representado pela cidade de Itacoatiara com um valor de 775 mm. Ao observar os valores do gráfico da normal climatológica provisória (já descrito no gráfico 08) entre as cidades com menores valores de chuva para os meses de outubro e novembro, destaca-se Itacoatiara.

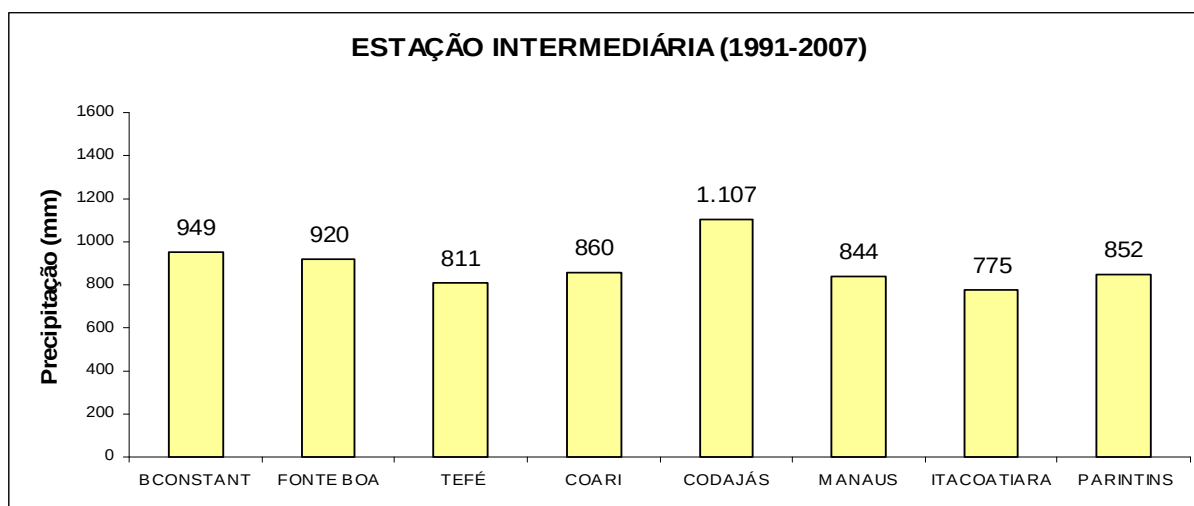


Gráfico 20 – Estação intermediária: variabilidade da precipitação pluviométrica nas cidades da calha, no período de (1991-2007)

4.6.3 Estação seca

De acordo com a estação seca, os maiores valores encontram-se a montante do rio, nas cidades de Benjamin Constant e Fonte Boa e diminuindo, à medida que se aproxima de Parintins. A cidade que apresentou menores valores foi Manaus, seguida de Itacoatiara e Coari. É interessante destacar que a cidade de Fonte Boa apresentou a maior chuva, nessa estação, para toda calha (ver gráfico 21). Os valores de chuva mantiveram médias no quadrimestre acima de 300 mm e a cidade que apresentou maior valor foi Fonte Boa com 665 mm de precipitação.

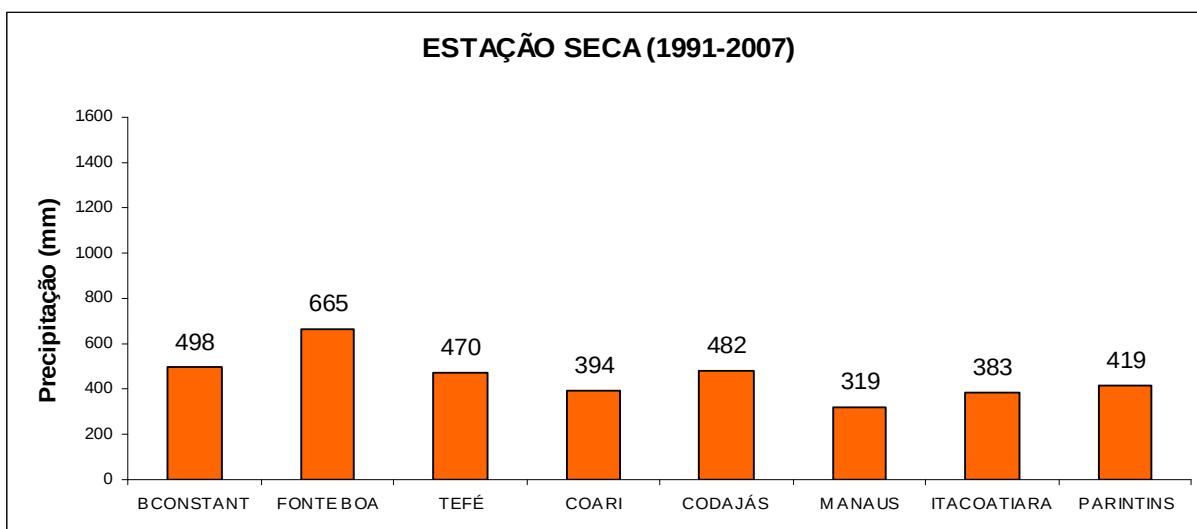


Gráfico 21 – Estação seca: variabilidade da precipitação pluviométrica nas cidades da calha, no período de (1991-2007)

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O clima é a síntese do tempo. E o tempo, por sua vez, é a condição atmosférica definida em um dado lugar, em certo intervalo de tempo. Essa condição tende a expressar uma relação entre ser humano e clima ou vice-versa, porque um interfere nas condições do outro, principalmente em cidades que apresentam um grande número populacional e/ou que não ofereçam meios técnicos para o gerenciamento e a previsão de eventos extremos.

No caso da região Amazônica, não há cidade tão populosa quanto as capitais dos estados, mas as cidades consideradas médias apresentam funcionalidades que poderão implicar nas condições da atmosfera, como exemplo as demandas econômicas associadas ao setor industrial em cidades como: Coari, Itacoatiara e Parintins.

As cidades selecionadas foram oito: Benjamin Constant, Fonte Boa, Tefé, Coari, Codajás, Itacoatiara, Parintins e Manaus. Esta última utilizada para efeito comparativo já que as demandas sociais e o grau de complexidade das organizações humanas são mais evidentes, todas localizadas na calha do rio Solimões-Amazonas e cada uma com suas especificidades.

A seleção das cidades, não foi aqui indicada pela função que desempenham na rede urbana, mas primordialmente, pela condição de manter uma estação meteorológica convencional de superfície, já que o principal objetivo da pesquisa foi caracterizar a circulação atmosférica dos principais fenômenos de tempo ao longo do rio Solimões-Amazonas, em período determinado (1991-2007).

A escassez de estações meteorológicas é significativa na região Norte se comparada com cidades do sul e sudeste do Brasil, mas enquanto o monitoramento ainda apresenta informações pontuais, o suporte de novas tecnologias, satélites e softwares direcionados aos estudos da atmosfera ajudam a ciência e a progressão das pesquisas na Amazônia. No ano de 2008, o quadro apresentou uma melhora com a instalação de quinze estações meteorológicas automáticas no Amazonas, para a satisfação de meteorologistas e da comunidade científica em geral (INMET, 2007).

Mesmo com a necessidade de manter um número maior de estações meteorológicas no estado do Amazonas, em todas as estações visitadas nesta pesquisa, havia uma informação relacionada ao histórico de instalação das mesmas, já que estavam localizadas próximas ao rio,

talvez pela facilidade de infra-estrutura. Entretanto, um problema surgia que somente durante a década de 1990 foi questionado, relacionado à dinâmica da brisa fluvial, isto é, a influência hidrológica como fator que interferiria nas condições de precipitação local. Dessa forma, muitas estações foram transferidas para o interior da cidade, mas outros problemas surgiam, como por exemplo, a localização no centro urbano (sendo alvo de vândalos) ou em áreas muito distantes (alvo de animais selvagens que prejudicavam a coleta, principalmente no horário das vinte horas).

Pela própria necessidade de estudar a atmosfera, especialmente para o estado do Amazonas, o tema se delimitou na *Caracterização das condições atmosféricas em cidades que compõem a calha do rio Solimões-Amazonas, em período de 1991-2007*.

As variáveis meteorológicas analisadas foram precipitação pluvial e vento em uma escala temporal de dezessete anos. Os dados da chuva são do INMET e os dados do vento obtidos através dos dados de Reanálise (NCEP/NCAR).

A dinâmica atmosférica apresenta vários aspectos que caracterizam e determinam o clima e as condições do tempo na região Amazônica, dentre os processos físicos que interagem com a atmosfera e que podem gerar precipitação estão: a atividade convectiva que é um mecanismo importante de aquecimento atmosférico sobre a região, em grande escala observa-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a influência de fenômenos como El Niño e La Niña, a circulação geral da atmosfera e a Alta da Bolívia, além de um fenômeno que provoca queda de temperatura, localmente denominado de friagem resultado do avanço de massas polares na região centro oeste e sul do Amazonas e em escala mais regional estão as linhas de instabilidade, importante sistema produtor de tempo na região.

O período temporal da pesquisa foi justificado pela seguinte razão: como os dados para a região haviam sofrido problemas com ausência de dados em totais mensais, algumas cidades apresentavam falhas de até vinte e quatro meses que poderia comprometer nos resultados finais da pesquisa. Portanto, um trabalho importante foi completar a série temporal, descrito com detalhes na metodologia. Quase todas as estações meteorológicas estudadas apresentavam falhas ou dados faltantes, exceto Manaus, de forma que foi importante trabalhar com o preenchimento utilizando a regressão linear como base estatística. Os dados do CPC foram importantes para fazer a correlação, utilizando quatro pontos mais próximos da coordenada geográfica de cada estação e posteriormente o valor estimado mais próximo correspondente à estação foi selecionado

para aplicação da regressão linear. Identificaram-se os seguintes valores para as cidades, conforme o melhor ponto em análise:

- Benjamin Constant, o 3º ponto, com coeficiente de correlação = 0,78;
- Fonte Boa, o 1º ponto, com coeficiente de correlação = 0,60;
- Tefé, o 4º ponto, com coeficiente de correlação = 0,81;
- Coari, o 1º ponto com coeficiente de correlação = 0,82;
- Codajás, o 3º ponto, com coeficiente de correlação = 0,76;
- Itacoatiara, o 1º ponto, com coeficiente de correlação = 0,86 e
- Parintins, o 3º ponto, com coeficiente de correlação = 0,90.

Para analisar o vento, os valores foram obtidos através dos dados de Reanálise importantes para verificar o padrão de escoamento médio em altos níveis (200 hPa). De acordo com o quadro originário dos dados do vento, os meses de outubro, novembro e dezembro foram presenciados o fenômeno da Alta da Bolívia (AB), próximo da estação chuvosa, isto é, intensificação da liberação de calor latente na coluna troposférica devido a forte atividade convectiva na região tropical.

Esta atividade convectiva possui um ciclo anual de deslocamento na região Amazônica. Para o mês de junho, julho e agosto (inverno), período mais seco para a região Amazônica, não houve presença da AB, dessa forma, em anos menos chuvosos o centro da AB são menos intensos, ou apresentam características de dissipação do anticiclone.

Com os resultados do preenchimento das falhas, partiu-se para a elaboração das normais climatológicas provisórias. O conceito de normal provisória está associado ao período de dez anos.

Ao analisar os efeitos dos sistemas de grande escala, escala sinótica e mesoescala, além dos sistemas locais, o clima poderá se apresentar com uma variação expressiva. Conforme os valores da normal climatológica provisória ao longo da calha do rio Solimões-Amazonas, tomando o exemplo da cidade de Codajás, ao ser comparado com as demais cidades, Codajás apresentou maior valor em oito meses para todo o período. Apenas para junho, julho, agosto e setembro os valores foram abaixo das outras normais. Um dado relevante para Codajás foi o valor mensal registrado em novembro de 1993, totalizando 873,1 mm de chuva, contribuindo para um padrão distinto ao longo da calha.

As cidades pequenas na porção oeste – alto Solimões, o caso de Benjamin Constant (de fronteira) e Fonte Boa (de responsabilidade territorial) apresentaram médias mensais de precipitação pluvial, durante o período de dezessete anos, em torno de 300 mm. A cidade de Codajás (dinâmica econômica externa) que está na parte central da região apresentou no mesmo período valores superiores a 400 mm.

As cidades médias, Tefé (de responsabilidade territorial) e Coari (dinâmica econômica externa) apresentaram valores médios da precipitação em torno de 300 mm no período estudado ficando dentro da normal climatológica provisória. Para Itacoatiara (intermediária) e Parintins (dinâmica econômica externa) na porção leste do Amazonas apresentaram valores superiores a 400 mm de chuva, influenciados pelas linhas de instabilidade.

E para Manaus, as normais climatológicas de 1931-1960 e 1961-1990 demonstraram que a maior média de chuva se deu no mês de março. E no caso da normal provisória, o mês de abril registrou o valor mais significativo de chuvas.

Conforme os dados analisados para a variabilidade sazonal, a cidade de Benjamin Constant ($70^{\circ} 02' W$, $4^{\circ} 23' S$), com maior influência da orografia andina registrou quantidade de chuva menor que a cidade de Fonte Boa ($66^{\circ} 10' W$, $2^{\circ} 32' S$) durante a estação chuvosa; a cidade de Codajás ($62^{\circ} 05' W$, $3^{\circ} 50' S$) foi que apresentou valores superiores de chuva ao comparar todas as normais climatológicas provisórias ao longo da calha, valor esse confirmado pela planilha diária do INMET como verdadeiro. Os valores da estação intermediária foram significativos se associados aos períodos da estação chuvosa porque as médias registradas eram superiores a 800 mm. E para a estação seca, as quantidades de chuva ainda assim representavam valores entre 300 e 600 mm.

Nesse estudo foram utilizados dois elementos climáticos (a precipitação pluvial e o vento) para trabalhos futuros será interessante considerar as demais variáveis, especialmente a temperatura do ar, a pressão e a umidade atmosférica, além de dados possíveis para se construir uma normal climatológica.

Pode-se verificar, portanto, que caracterizar a atmosfera da região Amazônica existe uma certa complexidade, entendendo que a mesma é um processo dinâmico que interage com a geofísica, mas conforme determinados mecanismos de atuação em grande, meso e escala sinótica permitem que os sistemas sejam definidos e melhor observados.

Inúmeras são as futuras sugestões para continuar pesquisando sobre as condições da atmosfera na Amazônia, contribuindo com a ciência e com o desenvolvimento local. Os impactos do ser humano sobre as condições do clima poderão ser irreversíveis se não respeitamos os sistemas naturais. As cidades médias e pequenas que estão localizadas na calha do rio Solimões-Amazonas são expoentes de quanto dependem do equilíbrio atmosférico.

As principais recomendações são:

Definir o limite climatológico para as cidades ao longo da calha, analisando todas as variáveis meteorológicas;

Utilizar dados de outros elementos climáticos como temperatura do ar, umidade relativa, pressão atmosférica, nebulosidade e radiação;

Analisar os valores de precipitação pluvial para a cidade de Codajás considerando a influência hidrológica;

Completar a normal climatológica provisória do período de 2001-2010 permitindo maior suporte para as análises do tempo;

Escolher um modelo computacional, por meio do Sistema de Proteção da Amazônia para correlacionar com os dados das estações meteorológicas da calha do rio Solimões-Amazonas;

Correlacionar valores de estações meteorológicas com cidades em outra calha de rio (Japurá, Içá, Negro, Juruá, Purus, Madeira, etc).

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz N. **O domínio morfoclimático amazônico**. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. n° 01. Geomorfologia. São Paulo, 1966.

_____. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AGUIAR, F. E. O. **As alterações climáticas em Manaus no século XX**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 7ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

BEZERRA, Pedro Edson Leal. **Geologia**. IN.: Geografia do Brasil – Região Norte. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, IBGE, 1989.

BEZERRA, Ana Cleide Nascimento. **Aspectos da Circulação Atmosférica de Grande Escala sobre o Norte e Nordeste do Brasil relacionados com a Temperatura de Superfície do Mar**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2006.

BITTENCOURT, Agnello. **Fundação de Manaus: pródromos e seqüências**. 2 ed. ver. Manaus: Governo do Estado do Amazonas/ Secretaria de Estado da Cultura e Turismo/ Editora da Universidade do Amazonas, 1999.

COHEN, Julia Clarinda Paiva. **Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos, São Paulo, 1989.

CORRÊA, Roberto Lobato. A Organização Urbana. In: **Geografia do Brasil – Região Norte**. V. 3. Fundação Instituto de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, 1991, p.255-271.

_____. **Periodização da Rede Urbana da Amazônia.** Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, nº 49 (3), 1987. p. 39-68.

CPC – CLIMATE PREDICTION CENTER. Dados de precipitação da América do Sul. Disponível em <<http://www.cpc.noaa.gov>> Acesso em: 01 set. 2008.

CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Amazonas**, CD-ROM, 2003.

CPTEC – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. El Niño e La Niña. Disponível em <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 10 jan.2009.

CRESSMAN, George P. **An operation objective analysis system.** Monthly Weather Review, nº 87, 1959. p. 367-374.

FEARNSIDE, Philip M; LEAL FILHO, Newton. **Solo e Desenvolvimento na Amazônia: lições do projeto dinâmica biológica de fragmentos florestais.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia(INPA), julho de 2002.

FERREIRA, Artur Gonçalves. **Meteorologia Prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

FERREIRA, Nivaldo Silveira. Zona de Convergência Intertropical. . **Boletim do Climanálise Especial - Comemoração dos 10 anos**, 1996. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a>>. Acesso em: 21 jan. 2008.

FISCH, Gilberto; MARENGO, José A.; NOBRE, Carlos A. **Uma Revisão Geral Sobre o Clima da Amazônia.** ACTA AMAZÔNICA, V. 28, nº 2, 1998. p. 121-126.

FREITAS, Marcílio de; (colaborador) CASTRO JÚNIOR, Walter Esteves de. **Amazônia e desenvolvimento sustentável: um diálogo que todos os brasileiros deveriam conhecer.** Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

GARRIDO, Fernando. **Vento.** Disponível em <<http://www.fpcolumbofilia.pt/meteo/escola06.htm>>. Acesso em: 17 set. 2009.

GATTO, Luis Carlos Soares. **Relevo**. IN.: Geografia do Brasil – Região Norte. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, IBGE, 1992. Vol.3.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

HAMILTON, M. G.; TARIFA, J. R. Synoptic aspects of a polar outbreak leading to frost in tropical Brazil, July, 1972. **Mon. Weather Rev.**, v. 106, n. 11, 1978, p. 1545-1556.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População residente por unidades da federação - Brasil - Grandes Regiões. Censo 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 11 nov. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA: conceitos técnicos. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em: 11 nov. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS/ CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (INPE/CPTEC). **El Niño e La Niña**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 20 mar. 2009.

JESUS, E. F. R. de. **Espaço, tempo e escala em Climatologia**. Tese de doutorado apresentada ao departamento de Geografia da FFLHC/USP, São Paulo, 1995.

KOUSKY, Vernon E.; FERREIRA, Nelson J. **Interdiurnal surface pressure variations in Brazil: their spatial distributions, origins and effects**. Monthly Weather Review, vº 109, 1981, p. 1999-2008.

KRUSCHE, Nísia; SARAIVA, Jaci M. B; REBOITA, Michelle S. **Normais climáticas provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS**. Rio Grande, Ed. FURG, 2001.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. Tradução de Sandra Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2002.

LEPSCH, Igo F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Texto, 2002.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; CULF, A. D. **Climatic Impacts of ‘Friagens’ in Forested and Deforested Areas of the Amazon Basin.** Journal of Applied Meteorology, v. 36, 1997, p.1553-1566.

MASSAMBANI, Oswaldo; CARVALHO, Leila Maria Véspoli de. O Clima e o Meio Ambiente *IN.: A Questão Ambiental.* São Paulo: Terragraph, 1994.

MINISTERIO DA DEFESA. **Plano estratégico de Desenvolvimento regional do Alto Solimões.** Programa Calha Norte. CD-ROM, s.d.

MOLION, Luis Carlos B.; KOUSKY, Vernon E. **Climatologia na Dinâmica da Troposfera sobre a Amazônia.** INPE. São José dos Campos/SP, 1985a.

_____. **Uma contribuição à Climatologia da Troposfera sobre a Amazônia.** Acta Amaônica, nº 15 (3-4), 1985b. p. 311-320.

MOLION, Luis Carlos B. **Climatologia Dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação.** Revista Brasileira de Meteorologia, nº 2 (1), 1987.

MOLION, Luis Carlos B.; DALLAROSA, R. L. G. **Pluviometria da Amazônia:** são os dados confiáveis? Climanálise, vol. 5, nº 3 – mar, INPE, São José dos Campos/SP, 1990.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas:** a história de uma procura. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2001.

_____. **Teoria e Clima Urbano.** Climatologia, USP. São Paulo, 1976.

NIMER, Edmon. Clima. In: **Geografia do Brasil.** Região Norte. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: IBGE. V.3. Rio de Janeiro, 1989. p. 61-71.

NOGUEIRA, Ricardo José Batista. **Amazônia Continental: Geopolítica e Formação das Fronteiras.** Manaus: Governo do Estado do Amazonas, Secretária de Estado da Cultura, CCPA, 2007a.

_____. **Amazonas:** a divisão da “mostruosidade geográfica”. Manaus: EDUA, 2007b.

OLIVEIRA, Alda Santos de. **Interações entre sistemas frontais da América do Sul e a convecção da Amazônia.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia. INPE –4008 – TDL/239. São José dos Campos. São Paulo, 1986.

OLIVEIRA, Amauri Pereira de; FITZJARRALD, David R. **The Amazon River Breeze and the local boundary layer: I. Observations.** Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. Meteorology nº 63, 1993. p. 141-162.

OLIVEIRA, Claudemilson Nonato Santos de. **Urbanização no Médio Amazonas:** a importância de Itacoatiara (AM) como Cidade Intermediária. Dissertação de Mestrado em Sociedade e Cultura na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas, 2007.

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. **O El Niño e Você: o fenômeno climático.** São José dos Campos, São Paulo: TRANSTEC, 1999.

OLIVEIRA, José Aldemir de. **Cidades na Selva.** Manaus: Valer, 2000.

_____. **A cultura nas (das) pequenas cidades da Amazônia Brasileira.** Artigo publicado no VIII Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais. Coimbra, setembro, 2004.

OMM – Organização Meteorológica Mundial. **Vocabulário Meteorológico Internacional.** Nº 182.

PEREIRA, José Carlos Matos. **Importância e Significado das Cidades Médias na Amazônia: uma abordagem a partir de Santarém (PA).** Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará, 2004.

PESSOA, Protásio Lopes. **História da Missão de Santa Teresa D'Ávila dos Tupebas.** Manaus: Novo Tempo, 2005.

PETRI, Setembrino; FÚLFARO, Vicente José. **Geologia do Brasil.** São Paulo, EDUSP e T. A. Queiroz, 1983.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Amazônia, Amazônias.** São Paulo: Contexto, 2005.

RIBEIRO FILHO, Vítor. **Mobilidade Residencial em Manaus: Uma Análise Introdutória**. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, UFRJ, 1997.

ROSS, Jurandyr **Proposta da divisão do relevo brasileiro**. Revista Usp, nº 4, São Paulo, 1985.

_____. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SALATI, Enéas et al. **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. São Paulo: Brasiliense. Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1983.

SCHOR, Tatiana; COSTA, Danielle Pereira da; OLVEIRA, José Aldemir de. **Notas sobre a tipificação da rede urbana na calha do rio Solimões, Amazonas**. IN.: XII Encontro Nacional da ANPUR, 2007, Belém. Integração sul-americana, fronteiras e desenvolvimento urbano e regional., 2007.

SCHOR, Tatiana; Costa, Danielle P. **Rede urbana na Amazônia dos grandes rios: uma tipologia para as cidades na calha do rio Solimões-Amazonas - AM**. IN.: X SIMPURB, 2007, Florianópolis. Trajetórias da geografia urbana no Brasil: tradições e perspectivas, 2007.

_____. **Tipificação da Rede Urbana na Calha do Rio Solimões – Amazonas**. Manaus, 2006. p. 20. Tipificação da Rede Urbana na Amazônia: um estudo para as cidades localizadas na calha do rio Solimões – Amazonas. Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades da Amazônia Brasileira – NEPECAB, UFAM.

SERRA, Adalberto e RATISBONNA, Leandro. **As ondas de frio da Bacia Amazônica**. Boletim Geográfico. Ano III, nº 26, maio de 1945, IBGE.

SERRA, Adalberto. Climatologia – 7. Ventos. **Boletim de Geográfico**. Rio de Janeiro, nº 34 (249), abr./jun., 1976. p. 89-130.

SHUBART, Herbert Otto Roger. Ecologia e Utilização das Florestas **IN Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. São Paulo: Brasiliense, Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1983.

SILVA, Viviane B. S. et al. **An improved gridded historical daily precipitation analysis for Brazil**. Journal of Hydrometeorology. v. 598.1, 2006, p. 847-861.

SIOLI, Harard. **Fundamentos da Ecologia da Maior Região de Florestas Tropicais**. Petrópolis:Vozes, 1990.

SOARES, Lúcio de Castro. **Hidrografia**. IN.: Geografia do Brasil – Região Norte. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, IBGE, 1989.

SOUZA, Celso Gutemberg. **Solos**. IN.: Geografia do Brasil – Região Norte. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, IBGE, 1989.

SPIEGEL, Murray Ralph. **Estatística: resumo da teoria, 875 problemas resolvidos, 619 problemas propostos**. Tradução: Pedro Cosentino. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976.

SPÍNOLA, Henriqueta Barbosa. **Itacoatiara: seus Bairros, sua História, sua Vida**. Itacoatiara: Gráfica J&J. 4ª ed. Março, 2004.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e Urbanização**. 4ª ed. São Paulo: Contexto, 1991.

ZEE DE PARINTIS (ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO PARTICIPATIVO). Projeto de Gestão Ambiental Integrada do Estado do Amazonas. Manaus: junho/2003.

ANEXOS

ANEXO A

NORMAL CLIMATOLÓGICA PROVISÓRIA, NO PERÍODO DE 1991 A 2000

VARIÁVEL: Precipitação (mm)

ESTAÇÃO/MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
BCONSTANT	278	250	263	292	233	147	89	110	164	157	225	211	2419
FONTE BOA	196	187	246	288	228	234	161	137	173	163	214	230	2457
TEFÉ	235	222	299	241	227	138	101	89	109	137	157	199	2154
COARI	268	271	319	284	225	134	93	72	110	129	213	234	2352
CODAJÁS	373	343	477	435	313	156	98	87	139	194	267	344	3225
ITACOATIARA	362	300	438	324	245	137	94	83	75	94	144	180	2476
PARINTINS	322	315	421	311	302	169	139	78	69	67	129	124	2445
MANAUS	347	301	311	377	220	105	58	73	87	94	176	202	2352

ANEXO B

CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA CONVENCIONAL

Segundo o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) uma estação meteorológica convencional é composta de vários sensores isolados que registram continuamente os parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade dos ventos, etc), que são lidos e anotados por um observador humano a cada intervalo, este os envia a um centro coletor por um meio de comunicação qualquer. Produzem-se três leituras diárias: às 00h, 12h e 18h, seguindo as Coordenadas de Tempo Universal (UTC). E suas planilhas são organizadas com médias diárias.

Essa estação, também conhecida como ‘estação padrão’ tem um modelo internacional de localização e altura. Seus principais instrumentos são: o abrigo meteorológico, onde estão instalados os seguintes aparelhos: termômetro de máxima, termômetro de mínima, higrômetro e psicrômetro; na parte externa existe o termohigrógrafo, pluviômetro, pluviógrafo, heliógrafo, tanque de evaporação, anemógrafo e barógrafo.

Os dados de precipitação pluvial foram organizados numa série temporal de 1991 a 2007, cedidos pelo INMET, todos localizados na calha do rio Solimões-Amazonas. As características de cada estação são encontradas na tabela 13.

Tabela 13 – Caracterização das Estações Meteorológicas Estudadas

Nº INMET	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
82410	Benjamin Constant	4° 23' S	70° 02' W	65 m
82212	Fonte Boa	2° 32' S	66° 10' W	55 m
82317	Tefé	3° 50' S	64° 42' W	47 m
82425	Coari	4° 05' S	63° 08' W	46 m
82326	Codajás	3° 50' S	62° 05' W	48 m
82336	Itacoatiara	3° 08' S	58° 26' W	40 m
82240	Parintins	2° 38' S	56° 44' W	29 m
82331	Manaus	3° 07' S	59° 57' W	67 m

Fonte: INMET/1º DISME, 2008.

ANEXO C

TESTES ESTATÍSTICOS UTILIZADOS PARA VALIDAÇÃO DOS DADOS DO CPC

Em estatística descritiva, o *coeficiente de correlação de Pearson* também chamado de "r de Pearson" mede o grau da correlação (e a direção positiva ou negativa) entre duas variáveis. Este coeficiente, normalmente representado por r assume apenas valores entre -1 e 1.

- $r = 1$ Significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis.
- $r = -1$ Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, isto é, se uma aumenta, a outra sempre diminui.
- $r = 0$ Significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. No entanto, pode existir uma dependência não linear. Assim, o resultado $r = 0$ deve ser investigado por outros meios.

Para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson calcula-se segundo a seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

onde $x_1, x_2, \dots, x_n$ e $y_1, y_2, \dots, y_n$ são os valores medidos de ambas as variáveis. Para além disso são as médias aritméticas de ambas as variáveis.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

e

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$$

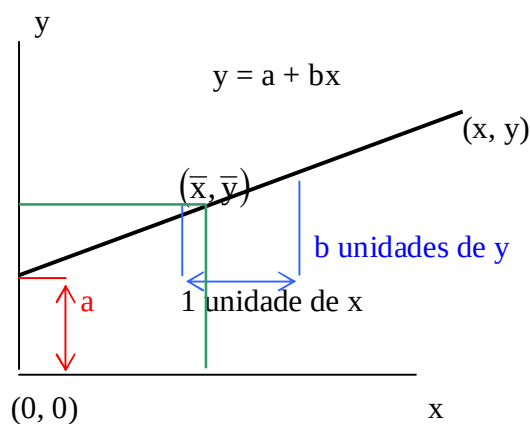
A análise de correlação indica a relação entre 2 variáveis lineares e os valores sempre serão entre +1 e -1. O sinal indica a direção se a correlação é positiva ou negativa, o tamanho da variável indica a força da correlação.

Com base em estudos de parâmetros estatísticos optou-se pelo modelo de Regressão Linear. Regressão é o processo matemático pelo qual derivam-se os parâmetros “a” e “b” de uma função $f(X)$. Estes parâmetros determinam as características da função que relaciona ‘Y’ com ‘X’ que no caso do modelo linear se representa por uma reta chamada de reta de regressão. Deste modo:

- Y é a variável dependente ou regredida, ou resposta
- X é a variável independente, ou regressora ou explanatória
- α e β são constantes, α é o intercepto e expressa o valor de y quando x é zero e β é o coeficiente de regressão, coeficiente angular ou inclinação da reta.

O problema consiste em estimar os parâmetros α e β para que se conheça a equação da reta. Se a é uma estimativa de α e b uma estimativa de β , a equação é estimada por: $\hat{y}_i = a + bx_i$. Dizemos então que o problema consiste em ajustar uma regressão linear simples, isto é, a equação de uma reta ajustada aos dados.

(4)



Quando $x = 0$, $y = a$ e quando $a = 0$ a reta corta a origem a é o ponto em que a equação da reta cruza o eixo de y.

Uma unidade de mudança em x resulta em uma b unidades de mudança em y . Assim b é uma medida de inclinação da reta.

Matematicamente $y = a + bx$ é denominada de relação funcional.

Esta reta explica de forma geral e teoricamente a relação entre X e Y . Isto significa que os valores observados de X e Y nem sempre serão iguais aos valores estimados para X' e Y' pela reta de regressão. Haverá sempre alguma diferença, e essa diferença significa:

- a) que as variações de Y não são perfeitamente explicadas pelas variações de X ;
- b) que existem outras variáveis das quais Y depende;
- c) que os valores de X e Y obtidos de uma amostra específica apresentam distorções em relação à realidade.

Esta diferença em estatística é chamada de “erro” ou desvios. O processo de regressão linear simples significa, portanto, que os pontos plotados no gráfico são definidos, “modelados”, regredidos, a uma reta que corresponde à menor distância possível entre cada ponto plotado e a reta. Em outras palavras, busca-se reduzir ao mínimo possível os somatórios dos desvios entre Y e Y' .

Segundo os dados observados dos quatro pontos de grade aplicou-se a equação $\hat{y}_i = a + bx_i$ para verificar o valor estimado das estações com ausência de dados.

Dos quatro pontos correlacionados os valores que mais se aproximaram foram então, utilizados para preencher as falhas existentes.