

Sistema de Informações Geográficas aplicada a análise das características climatológicas do município de Andaraí - Ba.

Angélica Manina de Moraes Cunha Neta ¹
Danusa da Purificação Rodrigues ²

1 Universidade Federal da Bahia - UFBA
Rua Aristides Novis, 2 - 8º andar – Federação, CEP 40.210-630, Salvador- Bahia
angelmmcn@hotmail.com

2 Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS/PPGM
Av. Transnordestina, S/N, Bairro Novo Horizonte, CEP: 44.036.900
Feira de Santana - BA – Brasil
danusa@uefs.br

Abstract. The present study aimed to analyze the climatological characteristics of Andaraí municipality in the state of Bahia using the time series rainfall data from 1930 to 1944. The analyzes were performed by calculating the percentage rainfall and rainfall chart building on the model proposed by Shoroder (1956) and structuring of the water balance. Additionally, we proceeded to an interpretation of the Charter of the Synoptic Brazil. Thus, the water levels of aridity, humidity and effective adjustment (convention) for the study area were calculated .

Keywords: water balance, climatic characterization, municipality of Andaraí, Ba.

1. Introdução

Para caracterização climática se torna necessário um estudo específico das características do tempo, compreendendo um período mínimo de 30 anos. No Brasil, somente a partir de 1910 a atividade de observação meteorológica passou a ser feita de forma sistemática, entretanto, com várias descontinuidades no processo captação das informações meteorológicas que afetam diretamente as estimativas finais. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo a caracterização climática do município de Andaraí, Bahia tomando como base uma série histórica de 1930 a 1944.

Segundo o INMET (2008), o primeiro período padrão possível de ser calculado no Brasil foi o de 1931 a 1960, onde foram calculadas as médias para o período de 1912 a 1942 para algumas estações meteorológicas que possuíam dados deste período.

O clima da Região Nordeste é bem diversificado, pois, recebe influência tanto da Amazônia, quanto do Oceano Atlântico. A "ponta" do Nordeste, onde se localiza o Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba, esta próxima a Zona de Convergência Intertropical que recebe influencia dos ventos alísios. Segundo COLTRI (2006), estes ventos fazem parte de um grande sistema de correntes de ar no globo provenientes do Hemisfério Norte para o Equador influenciando no clima do Nordeste brasileiro.

As temperaturas no Nordeste em geral são elevadas em todos os estados, com mínimas de 14°C nas partes mais altas do sul da Bahia, onde se localiza a cidade de Vitória da Conquista, porém, a temperatura pode chegar até 10°C segundo dados do INMET (2008).

Durante o inverno, a Massa Polar Atlântica (MPA), atinge o sul do Brasil chegando até o litoral do Nordeste provocando a formação de sistemas frontais no encontro com a Massa Tropical Atlântica (MTA) com característica quente e úmida.

As temperaturas máximas na Região Nordeste chegam a mais de 40°C no interior do Piauí. A média de temperatura varia de 21°C no município de Morro do Chapéu -Ba a 30°C em picos no Piauí. A média no índice pluviométrico na Região Nordeste é de 1100 mm/ano, sendo no Sertão uma média de 350 mm/ano e no litoral nordestino 1700 mm/ano (INMET, 2008).

O clima da Bahia é predominantemente tropical, com temperaturas elevadas e sem estação seca. Já o sertão da Bahia tem como clima, o semiárido. No litoral e na região de Ilhéus, a umidade é maior e os índices de chuvas podem ultrapassar os 1.500 (mm) anuais.

O município de Andaraí no estado da Bahia tem uma temperatura média anual de 23,4 °C e pluviosidade anual que varia entre 1794 (mm) a 580,6 (mm). No verão, a pluviosidade média mensal é caracterizada por pouca variação, porém é o período que se constata maior índice pluviométrico no mês de janeiro 135,8 (mm) e fevereiro 135,6 (mm). No mês de agosto a pluviosidade média atinge 24,7 (mm).

1.2 Universo de análise

O município de Andaraí está localizado no estado da Bahia entre as latitudes de 12° 27'1,6" S e 13° 17'45,9" S tendo delimitação longitudinal de entre 40° 58'45,0" W e 41° 26'58,6" W e encontra-se localizada na Zona Fisiográfica da Chapada Diamantina. Segundo dados do Censo IBGE (2010), Andaraí tem população de 13.960 habitantes, e uma população estimada para 2014 de 13.716 habitantes (IBGE, 2014) e possui uma área de 1.861,721 (km²).

Andaraí está situada na porção central da Chapada Diamantina, que se destaca não somente pela sua localização central no estado da Bahia, mas também pela sua extensão e altitude, chegando a mais de 1900m. A Chapada Diamantina se apresenta em quase toda sua totalidade no semiárido baiano. A geomorfologia da Chapada é caracterizada pela presença de Pediplanos Sertanejos retocados por drenagem insipiente, cobertos por vegetação adaptada às condições de semiaridez como a Caatinga.

Pertencente ao Semi-Árido baiano, o município de Andaraí se encontra na parte leste da encosta da Serra do Sincorá com diversas lagoas e cachoeiras. Tem delimitação ao sul com o município de Ibicoara, ao norte pelo município de Lençóis e Lajedinho, a leste pelo município de Ibiquera e Nova Redenção e a oeste o município de Mucugê. A Figura 1 mostra a localização do município de Andaraí no estado da Bahia.

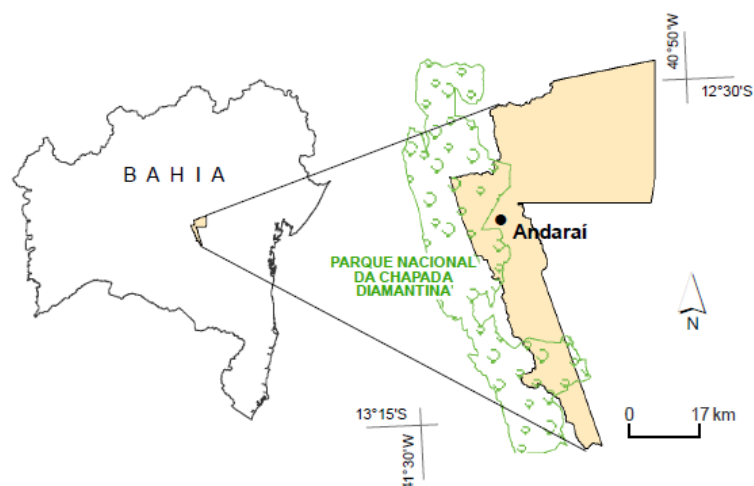


Figura 1. Localização do município de Andaraí no estado da Bahia.

2. Metodologia do Trabalho

A análise das características climatológicas do município de foi realizada a partir da seleção de dados pluviométricos (Quadro 1) compreendendo um intervalo de quinze anos (1930-1944) oriundos de uma publicação da (SUDENE - 1990) e estruturados em Sistema de Informações Geográficas. Foram utilizadas cinco folhas planialtimétricas do mapeamento topográfico sistemático em escala 1:100.000 digitalizadas pela Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos – SEI

A partir da organização dos dados pluviométricos do município, foram calculados os percentuais pluviométricos mensais em relação aos totais anuais e posteriormente a

classificação dos anos-padrão através do pluviograma de *Schroder* (1956, apud MONTEIRO, 1971).

Quadro 1. Dados pluviométricos do município de Andaraí, Ba (1930-1944).

ANO \ MÊSES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Σ	\bar{X}
1930	7,6	121,8	277,2	60,3	165	50,3	39,8	16,2	6,8	107	242,3	209	1303,3	108,6
1931	15,4	108,7	72,1	46,9	42,5	7,5	47,4	30,9	7,9	86,3	196	21	682,6	56,9
1932	129,3	22,9	96,2	43,1	27,9	17,8	43,9	1,5	2,8	22,7	186,9	40,1	635,1	52,9
1933	107,3	28,7	106,1	212,8	5,6	7,6	43,3	33,3	17,9	99,5	206,9	337,5	1206,5	100,5
1934	52,8	21,2	65,3	17,8	128,4	32,9	19,8	7,2	63	18,6	108	45,6	580,6	48,4
1935	279	140,2	204,6	144,1	63,8	66,3	153,3	23,2	64,8	0	64,9	183,9	1388,1	115,7
1936	170,2	448,8	46,6	396,3	63,3	61,3	37,3	43,4	9,2	77,6	75,2	75,8	1505	125,5
1937	252,9	208,3	104,2	261,2	48,2	26,5	17,2	46,6	6,1	27,2	45,6	302,2	1346,2	112,2
1938	90,2	91,3	139	36,2	45,7	10,6	38,5	22,2	15,2	28,2	72,2	80	669,3	55,8
1939	203,7	140,6	13,8	7,2	14,3	18,8	124,1	26,4	120,5	85,5	145,4	171,1	1071,4	89,3
1940	245,2	287,2	327,2	22,1	97,5	40,1	31,6	20,1	102,1	154,6	262	114,4	1704,1	142,0
1941	130,3	169,4	239,4	161,7	17,7	31,2	16,7	23,9	11,5	19,7	138,7	200,7	1160,9	96,7
1942	166,7	118,3	30,3	144,5	41,7	7,3	10,7	54,7	38	129,8	496	556	1794	149,5
1943	21	94	220	97	44	14	3,9	1,5	23,3	16,3	121,7	269,7	926,4	77,2
1944	154,6	33,3	140	226	21,3	10,5	13,8	20	15,5	22,1	145,8	517	1319,9	109,9
Σ	2026,2	2034,7	2082	1877,2	826,9	402,7	641,3	371,1	504,6	895,1	2507,6	3124	-	-
\bar{X}	135,8	135,6	138,8	125,1	55,1	26,8	42,7	24,7	33,6	59,7	167,2	208,6	-	-

Fonte: SUDENE (1990).

Na sequência, foi estimado balanço hídrico para área de estudo realizado a partir da série histórica de 1930 a 1944 utilizando-se como base o método proposto por *Thorntwaite* em 1948. Assim, foram utilizadas para aferição da alteração de água no solo a Equação 1, para o cálculo da evapotranspiração a Equação 2, e para pluviosidade em (mm) a Equação 3.

$$\Sigma P = \Sigma EP + \Sigma (P - EP) \quad (1)$$

$$\Sigma EP = \Sigma ER + \Sigma DEF \quad (2)$$

$$\Sigma P = \Sigma ER + \Sigma EXC \quad (3)$$

Com base na série histórica de dados pluviométricos do município de Andaraí foi estimado o índice hídrico (I_h) (Equação 4); umidade efetiva (I_u), (Equação 5); aridez (I_a), (Equação 6) e o Índice de Ajuste (I_{aj}) (convenção) (Equação 7).

$$I_h = \frac{100 \times EXC - 60 \times DEF}{ETP} \quad (4)$$

$$I_u = 100 \times \frac{EXC}{ETP} \quad (5)$$

$$I_a = 100 \times \frac{DEF}{ETP} \quad (6)$$

$$I_{aj} = (I_u - I_a) \times 0,6 \quad (7)$$

Para o cálculo do Balanço Hídrico tomou-se como base o valor de 125 (mm) para a capacidade de armazenamento de água no solo, valor este já utilizado por outros estudiosos como Santana (2004).

3. Resultados e Discussão

Nesse item serão apresentados os resultados obtidos com base no exposto na metodologia, com vistas a alcançar os objetivos. A figura 2 apresenta a partir do pluviograma de *Shoroder* (1956) os percentuais pluviométricos mensais em relação aos totais anuais calculado com a série histórica 1930 a 1944.

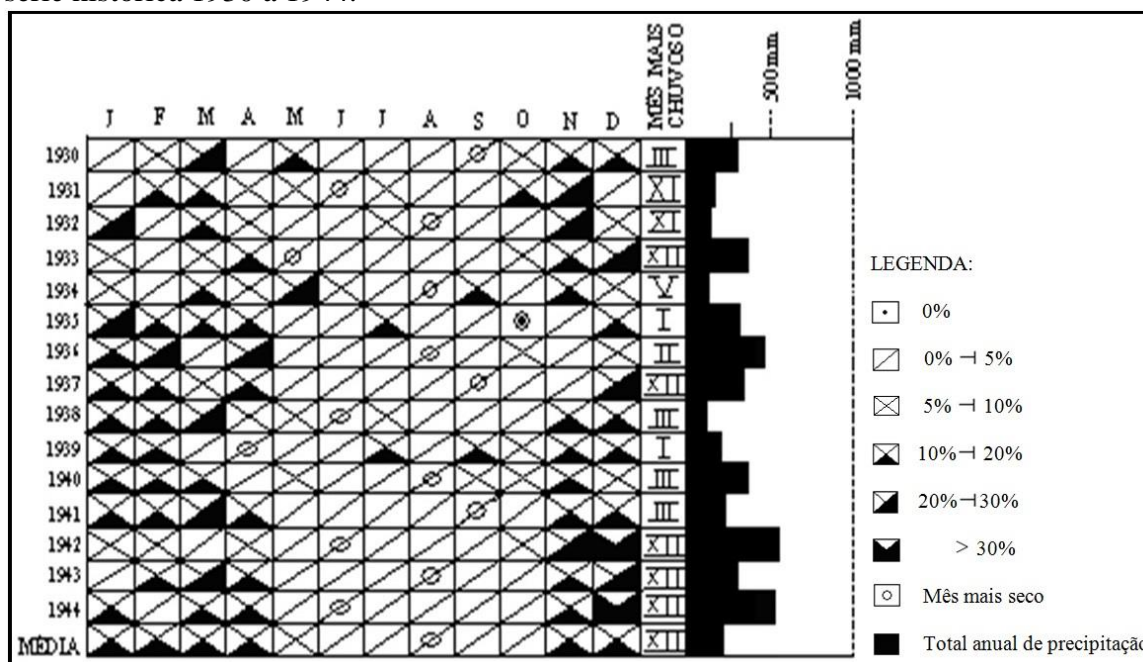


Figura 2. Pluviograma de *Shoroder* (1956) representando os percentuais pluviométricos do município de Andaraí, Ba.

O Quadro 2 mostra a frequência cumulativa de precipitação pluviométrica do município de Andaraí. Os valores das precipitações pluviométricas estão contidos na segunda coluna (X_i) em ordem crescente, havendo então uma desorganização das sequências dos anos na primeira coluna.

Quadro 2. Frequência cumulativa de precipitação pluviométrica do município de Andaraí, Ba.

ANO	X _i	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²
1934	580,6	-572,293	327519,2779
1932	635,1	-517,793	268109,5909
1938	669,3	-483,59	233859,2881
1931	682,6	-470,293	221175,5058
1943	926,4	-226,493	51299,07905
1939	1071,4	-81,493	6641,109049
1941	1160,9	8,007	64,112049
1933	1206,5	1053,607	1110087,71
1930	1303,3	150,407	22622,26565
1944	1319,9	167,007	27891,33805
1937	1346,2	193,307	37367,59625
1935	1388,1	235,207	55322,33285
1936	1505	352,107	123979,3395
1940	1704,1	551207	303829,1569
1942	1794	641,107	411018,1854
Σ	17293,4	551655,801	3200785,887
\bar{X}	1152,893333	36777,0534	213385,7258

A análise do Quadro 2 evidencia que nos anos de 1931; 1932; 1934; 1938; 1939; e 1943 houveram valores de precipitação pluviométrica que não chegaram a atingir o valor da média de precipitação pluviométrica de 1930 a 1944 ocorridas no município de Andaraí, que correspondeu a 1153 (mm) aproximadamente. Entretanto, nos anos de 1941; 1933; 1930; 1944; 1937; 1935; 1936; 1940 e 1942 houve valores de precipitação pluviométrica que foram maiores que 1153 (mm). Assim, a frequência cumulativa de precipitação pluviométrica do município apresentou dentro do intervalo considerada um desvio médio de 36777,05 e variância de 461, 94.

3.1 Balanço Hídrico

O balanço hídrico do município de Andaraí registrou uma temperatura média de 23,4 °C, com a pluviosidade anual de 1153,7 (mm), conforme mostra Quadro 3. A evapotranspiração anual foi na ordem de 1167,2 (mm), sendo a capacidade de campo estipulada em 125 (mm).

Quadro 3. Balanço hídrico para o município de Andaraí, Ba no período de 1930 a 1944.

MESES	1 Temp. °C	2 EP Tabela	3 Cor	4 ETP	5 P (mm)	6 P-ETP	7 ALT (solo)	8 ARM (reserva)	9 ER (mm)	10 DEF (mm)	11 EXD (mm)
JAN.	24,9	3,8	33,0	125,4	135,8	10,4	0,0	125,0	125,4	0,0	10,4
FEV.	24,8	3,8	29,4	111,7	135,6	23,9	0,0	125,0	111,7	0,0	23,9
MAR.	24,6	3,5	31,5	110,2	138,8	28,5	0,0	125,0	110,2	0,0	28,1
ABR.	24,3	3,3	29,4	97,0	125,1	28,1	0,0	125,0	97,0	0,0	28,1
MAI.	22,9	3,1	29,7	92,1	55,1	-37,0	-36,9	88,0	92,1	0,0	0,0
JUN.	21,7	2,6	28,5	74,1	26,8	-47,3	-47,3	40,7	74,1	0,0	0,0
JULHO	21,1	2,3	29,4	67,6	42,7	-24,9	-24,9	15,8	67,6	0,0	0,0
AGO.	21,2	2,3	30,0	69,0	24,7	-44,3	-15,8	0,0	40,5	28,5	0,0
SET.	22,7	3,1	30,0	93,0	33,6	-59,4	0,0	0,0	33,6	59,4	0,0
OUT.	24,5	3,5	32,1	112,3	59,7	-52,6	0,0	0,0	59,7	52,6	0,0
NOV.	24,3	3,3	31,8	104,9	167,2	62,26	62,3	62,3	104,9	0,0	0,0
DEZ.	24,3	3,3	33,3	109,9	208,6	98,71	62,7	125,0	109,9	0,0	36,0
ANO	23,4	-	-	1167,2	1153,7	-13,6	0,0	-	1026,7	140,5	126,5

Temp. = Temperatura em (°C); EP = Evapotranspiração; Cor = Correção de Latitude; ETP = Evapotranspiração Potencial; P = Pluviosidade em (mm); ALT = Alteração de Água no Solo; ARM = Armazenamento de Água no Solo; ER = Evapotranspiração Real; DEF = Deficiência Hídrica; EXC = Excedente Hídrico.

O mês de janeiro iniciou-se com excedente hídrico de 10,4 (mm) que se prolongou até o mês de abril (28,1 mm), no mês de fevereiro ocorreu excedente hídrico de 23,9 (mm) e no mês de maio 28,1 (mm). Entretanto, no mês de maio, iniciou-se uma perda hídrica no solo de -36,9 (mm), restando então 88,0 (mm). Assim, a partir do mês de maio ocorreram sucessivas perdas hídricas que se estenderam até o mês de agosto, chegando a 0,0 (mm). Por consequência, ocorreu uma deficiência hídrica nos meses de agosto (28,5mm), setembro (59,4 mm) e outubro (52,6 (mm), conforme mostra Gráfico 1.

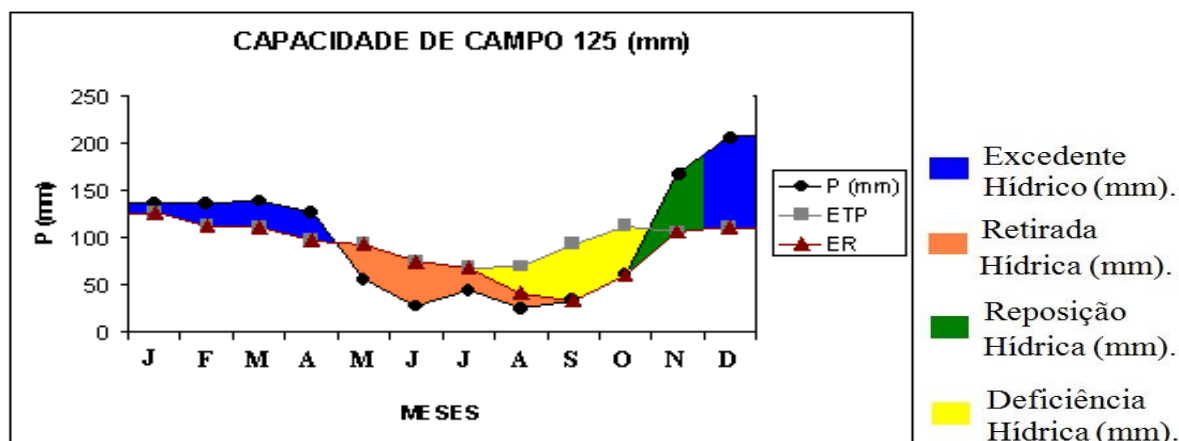


Gráfico 1. Representação do balanço hídrico do município de Andaraí, Ba.

Na sequência, no mês de novembro, houve uma reposição hídrica de 62,3 (mm), não havendo excedente hídrico, porém, no mês de dezembro ocorreu uma alteração de água no solo da ordem de 62,7 (mm), gerando um excedente de água no solo de 36,0 (mm).

Assim, evapotranspiração real (ER) anual calculada para o município de Andaraí foi de 1026,7 (mm), que corresponde a uma ER alta, mas condizente com a região semiárida. O Índice Hídrico calculado foi de 3,61 (mm), registrando um clima subúmido, ou semiárido. Já o Índice de Umidade efetiva calculado foi de 10,8 (mm) e o Índice de Aridez de 12,0 (mm), com um Índice de Ajuste (convenção) de 0,72 (mm).

No sectograma a seguir (Gráfico 2), pode-se verificar que no verão houve uma concentração de 39% das precipitações pluviométricas no período de 1930 a 1944, pois, é quando as temperaturas ficam em torno de 24°C aproximadamente no município e como consequência maior evapotranspiração real que chega em torno de 125,4 (mm) no mês de janeiro, contribuindo para o aumento da precipitação.

Nas Regiões Tropicais, na qual se localiza o município em estudo, as condições climáticas são determinadas por duas estações principais, uma seca e outra chuvosa. Em consonância a estes aspectos, da posição latitudinal e dos sistemas meteorológicos atuantes, estes acarretam a identificação de uma tipologia climática peculiar, como a Tropical Semiárido.

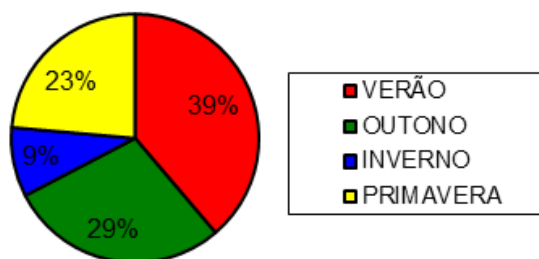


Gráfico 2. Sectograma da distribuição sazonal das precipitações pluviométricas do município de Andaraí, Ba no período de 1930 a 1944.

A série histórica (1930-1944) de dados pluviométricos do município de Andaraí evidenciou que no ano normal, 39% da chuva total anual ocorreu no período de dezembro, janeiro e fevereiro (mais intenso no primeiro mês), atribuídos a estação representada pelo verão.

Assim, observa-se que no trimestre referente ao inverno (maio, junho e julho), registrou-se a menor percentagem dentre as demais estações do ano, correspondendo a 9% das precipitações anuais verificadas no período corresponde aos quinze anos analisados. O regime pluviométrico mantém-se estável nos meses correspondentes a outono e primavera.

As precipitações pluviométricas no município de Andaraí recebem grande influência de fatores geográficos como a exercida pela presença da Serra do Sincorá a oeste do município em estudo. Com uma altitude de aproximadamente 1900 m a Serra do Sincorá age barrando as massas de ar que se deslocam em direção a Chapada Diamantina (Massa Tropical Atlântica - MTA), causando maiores precipitações pluviométricas, principalmente no verão, quando as temperaturas chegam em torno de 24° C.

3.2 Análise da Carta Sinótica do Brasil

Segundo INMET (1999), uma observação meteorológica consiste na medição, registro ou determinação de todos os elementos que, em seu conjunto, representam as condições meteorológicas num dado momento e em determinado lugar, utilizando instrumental adequado e valendo-se da vista. No presente estudo a observação meteorológica foi realizada a partir da análise e interpretação da Carta Sinótica do Brasil apresentado na Figura 3.

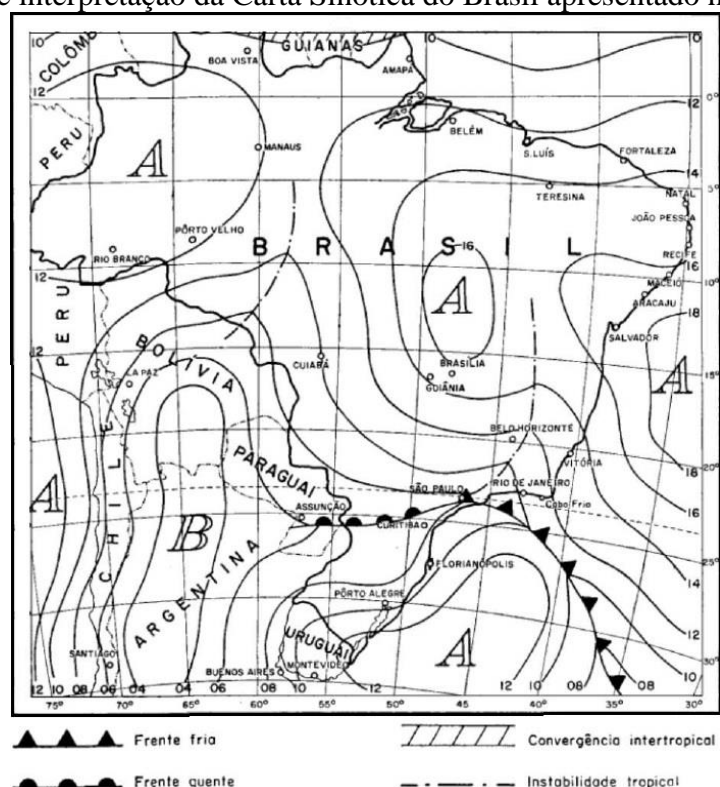


Figura 3. Mapa do tempo do Brasil. Fonte: Adaptado de OG/SAI A. S. Cunha *Apud* Nimer (1966).

Com relação às condições meteorológicas na Região Norte do Brasil, verifica-se um cavado barométrico (área de baixa pressão atmosférica), causado pelo encontro de duas zonas anticlonais, com ventos nas proximidades de Manaus, AM. vindos do sudoeste. Na Região Nordeste, constata-se uma diminuição das forças dos ventos, com valor barométrico em torno de 14 em Teresina no estado do Piauí. Foram identificados na Carta Sinótica três campos extras zonais no Norte, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil e um campo zonal de alta pressão no sul do país.

Quanto a Zona de Convergência Intertropical, esta se localizada nas proximidades da latitude 0° (podendo variar), onde se evidencia a subida do ar, devido à conexão das massas de ar do hemisfério sul com as massas de ar do hemisfério norte.

Na Carta Sinótica, pode-se notar a formação de dois cavados barométricos: o primeiro na Região Norte do Brasil e o segundo no Sudeste, ambos causados pelo encontro de duas zonas anticlonais.

Com relação à frente fria pode-se notar que a massa de ar proveniente do Atlântico, repercute no sudeste do país com ventos em Florianópolis e Porto Alegre no sentido nordeste-sudoeste.

4. Considerações finais

A análise das precipitações pluviométricas ocorridas na série histórica (1930-1944) referente ao município de Andaraí-BA evidenciou que o período chuvoso apresenta-se concentrado nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (verão). Esta caracterização deriva, sobretudo, da atuação do Sistema Meteorológico Equatorial Continental, deslocando-se no sentido Oeste - Leste. Portanto, neste período, com a incidência dos sistemas Equatorial Continental e Tropical Atlântico, os mesmos contribuem significativamente para concentração pluviométrica no verão dessa área de estudo.

Referências Bibliográficas

Coltri, P.Pereira. **Análise de Séries Históricas, Ilhas de Calor e Técnicas de Sensoriamento Remoto**. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Área de Concentração Fitotecnia), Universidade de São Paulo –USP, 2006.

Brasil. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste** 1990.

Brasil. **Secretaria de Planejamento e Tecnologia** - SEPLANTEC, 1976.

Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Estimativas populacionais dos municípios em 2014**. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2014. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2014.

Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo Demográfico 2010**, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2014.

Brasil, Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. **Manual de Observações Meteorológicas**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999.

Brasil, Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. **Normais Climatológicas do Brasil/1961-1990**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: Mai. 2008.

Monteiro, C. A. de F. **A análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. Série Climatologia. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1971.

Nimer, E. **Circulação Atmosférica do Brasil**. In: Revista Brasileira de Geografia e Estatística. Sumário do número de junho – setembro de 1966. Ano XXVIII Nº 3. IBGE, 1966. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos>. Acesso em Agosto de 2008.