

# Notas sôbre o clima da bacia do São Francisco

LYSIA MARIA CAVALCANTI BERNARDES  
Geógrafo do C.N.G.

Dada a sua posição em relação ao equador, a bacia do São Francisco deveria apresentar em tôda sua extensão um clima quente e, com exceção do litoral — de regime pluviométrico diferente — um clima úmido caracterizado por duas estações, a chuvosa no verão e a sêca no inverno. Todavia, se isto se verifica em grande parte da bacia, registra-se quanto às precipitações um decréscimo acentuado, à medida que se caminha para nordeste, o que dá lugar ao aparecimento do clima semi-árido. Por outro lado, a ligeira diminuição da temperatura que seria de esperar no sul, com o maior afastamento do equador, é acentuada mais ainda pelas altitudes maiores aí verificadas. Êste fato dá origem a um clima mesotérmico, que nada mais é do que a modificação, pela altitude, do clima quente e úmido de duas estações caracteristicamente tropicais.

Numa tentativa de aplicação da classificação climática de KÖPPEN, de aceitação quase universal, foi possível delimitar de maneira aproximada, apesar de pequeno o número de estações meteorológicas, os diferentes tipos de clima que ocorrem nesta extensa região<sup>1</sup>.

Examinando o mapa assim elaborado, observa-se a seguinte distribuição dos tipos climáticos: o alto médio São Francisco e parte do alto São Francisco apresentam um clima quente e úmido, de estação sêca rigorosa no inverno, caracterizado por KÖPPEN pela designação Aw. Modificado ao sul pela altitude, êste tipo climático é substituído pelo de designação Cw, diferenciado apenas por seus invernos frescos. Ao norte, o mesmo clima Aw é modificado pela diminuição das precipitações passando a semi-árido, BS, quando as precipitações menos abundantes são agravadas pelo aumento de temperatura. No baixo São Francisco, alcançado pelas chuvas de outono e inverno que caracterizam êste trecho da costa, reaparece o clima quente e úmido, desta vez caracterizado pela designação As, que indica êste regime de chuvas no inverno.

Na parte sul da bacia, ocorre um clima mesotérmico, caracterizado por seus invernos frescos. Êste tipo de clima abrange grande parte do alto vale do São Francisco e de seus afluentes do curso superior, bem como as zonas dos divisores de águas que limitam a bacia. É a temperatura e não a precipitação ou sua distribuição que influi para diferenciar êste clima do tipo quente e úmido do médio São Francisco, destacando as regiões mais frescas.

Dentro desta região onde as isothermas do mês mais frio são sempre inferiores a 18°C, podem-se distinguir dois tipos diversos, com verões brandos e quentes.

O primeiro clima, mais ameno, devido à maior altitude ou ao relêvo desprotegido dos chapadões e planaltos regulares, possui verões brandos, com menos de 22° no mês mais quente, o que corresponde à designação Cwb de KÖPPEN. Êste tipo climático é representado pelas estações situadas junto aos divisores da bacia do São Francisco com as dos rios Jequitinhonha, Doce, Grande e Paranaíba onde a altitude alia-se à situação topográfica para amenizar as temperaturas. A isoterma de 22° no mês mais quente, janeiro ou fevereiro, contorna as altas cabeceiras da bacia superior do São Francisco. Ficam apenas incluídos neste tipo climático o alto do Espinhaço, cujas altitudes variam de 1 200 a 1 400 metros, a zona de Ouro Preto, que é seu prolongamento meridional e as zonas próximas dos divisores com as bacias dos rios Grande e Paranaíba.

A importância da altitude como principal causa do aparecimento dêste clima de verões brandos a tão baixa latitude, 18° lat. S. no caso de Diamantina, é evidenciada por esta estação: Situada à altitude de 1 275 metros, sôbre o planalto do Espinhaço, é êste o pôsto meteorológico mais elevado da zona em aprêço. Sua média anual de temperatura é 17°9, sendo 19°8 a do mês mais quente e 14°6 a do mês de julho que é o mais frio.

<sup>1</sup> Foram usados para êste fim os dados recolhidos nas estações do Serviço de Meteorologia do M.A. (1), completados, sempre que possível pelas normais pluviométricas dos postos da Divisão de Águas (M.A.) e da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas, atual Departamento Nacional de

Obras Contra as Sêcas (M.V.O.P.), particularmente úteis na delimitação do clima semi-árido do Nordeste. Por outro lado, dada a importância da modificação da temperatura pela altitude, foram de grande auxílio as cartas hipsométricas, na interpretação das normais assinaladas por algumas estações, particularmente influenciadas por sua maior altitude, como também para avaliar a extensão e os limites dos tipos de clima modificados por influência dêste fator.

Além deste fator altitude, não se pode deixar de ressaltar a situação topográfica e a exposição que também representam papel importante na diversificação climática do alto São Francisco. Não se pode comparar estações que se encontram em vales rodeados de elevações importantes e outras situadas em superfícies regulares desprotegidas ou nos níveis superiores dos divisores. A estes fatores, sem dúvida, se deve o fato de Belo Horizonte, apesar de sua altitude, de 915 metros, possuir verões quentes, ( $22^{\circ}$  em janeiro) enquanto Oliveira, à mesma altitude e com apenas um grau a mais de latitude só alcança  $21^{\circ}$  no mês mais quente. Mais flagrante será esta diferença se for feita a mesma comparação com Patos de Minas ou Itamarandiba, estações situadas próximas à bacia, a apenas 856 e 774 metros, respectivamente, e que, no entanto, apresentam verões brandos, com temperaturas médias que não atingem  $22^{\circ}$  no mês mais quente.

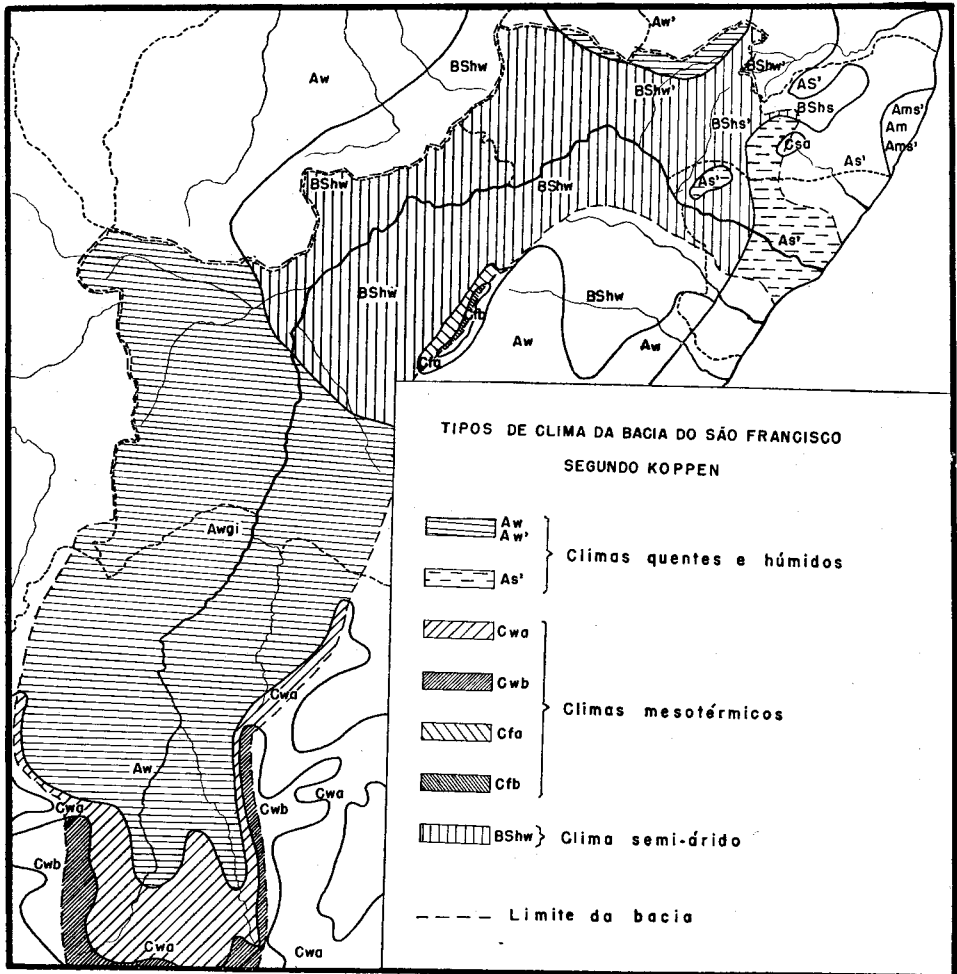


Fig. 1 — Tipos de clima da bacia do São Francisco, segundo W. Köppen. Aw: Clima quente e úmido com estação chuvosa no verão e estiagem no inverno. Aw': Clima quente e úmido com chuvas no verão e precipitações máximas no outono. As': Clima quente e úmido com estação seca no verão e chuvas no inverno, com máximas antecipadas para o outono. Cwa: Clima tropical de altitude (estação chuvosa no verão) com verões quentes e invernos frescos. Cwb: Clima tropical de altitude (estação chuvosa no verão) com verões brandos e invernos frescos. Cfa e Cfb: Clima tropical de altitude, respectivamente com verões quentes ou brandos e chuvas bem distribuídas. Este último tipo que corresponde à estação de morro do Chapéu, embora não inteiramente, deveria no caso em questão ser qualificado "sem estação chuvosa definida".

Em linhas gerais, a isoterma de  $22^{\circ}$  no mês mais quente parece coincidir com as altitudes de 900-950 metros. Este limite é, em geral, rebaixado quando a situação da estação é favorável à livre circulação do ar e à penetração de massas frias.

Abaixo dêste limite, encontram-se tôdas as zonas de verões quentes, embora com temperatura no inverno inferior a 18°C, reduzida por influência da altitude (Cwa). Neste caso incluem-se os altos cursos dos rios das Velhas, Paraopeba e São Francisco, êste a montante de Martinho Campos.

Também o divisor São Francisco-Jequitinhonha, até a altura do paralelo de 16° aproximadamente deve ser enquadrado nesta categoria, uma vez que a estação de Grão Mogol, situada não muito a leste e em altitude inferior (930 m) registra uma temperatura de apenas 18°1 no mês mais frio. A isoterma de 18°C no mês mais frio parece coincidir nesta zona norte do Espinhaço localmente conhecida como Serra Geral, com a curva de 1 000 metros de altitude.

O mesmo deve ocorrer a oeste, no divisor com a bacia do Paranaíba: Paracatu, a 677 metros de altitude registra apenas 18°7 no mês mais frio, sendo provável, portanto, que o divisor, com altitudes superiores em 300 metros ou mais, possua uma temperatura mais amena, podendo ser enquadrado entre as zonas de clima mesotérmico.

A mesma isoterma de 18° que acompanha no divisor a oeste de Paracatu a curva de nível de 900-950 metros, ao sul, na zona de Corinto e Curvelo pouco ultrapassa 600 metros, enquanto, para nordeste, novamente coincide com a curva de nível de 900 e depois com a de 1 000 metros. Aí se revela, portanto, de maneira clara, a diferença que pode ser atribuída à latitude, cuja influência, como as anteriormente apontadas também contribui para modificar o clima da região.

Ao norte dêste limite representado pela isoterma de 18° no mês mais frio, estende-se a grande área de domínio do clima quente e chuvoso, com duas estações, que caracteriza a maior parte do planalto interior do Brasil.

Caracterizam êste tipo climático — Aw — temperaturas médias sempre superiores a 18° C e precipitações abundantes, distribuídas em duas estações, uma chuvosa no verão, outra sêca no inverno.

A oscilação da temperatura é em geral pequena, sendo a amplitude anual na maioria dos casos inferior a 5° C. Esta pequena amplitude característica das baixas latitudes revela a quase inexistência de estações, pois, se no inverno as noites são mais frescas, os dias são igualmente quentes. Fazem exceção apenas as estações que representam a transição entre êste clima quente e o tipo amenizado pela altitude que o limita ao sul. De fato, Paracatu, João Pinheiro, Pirapora, Montes Claros, Grão Mogol e mesmo São Francisco apresentam amplitude ligeiramente superior, marcando o contacto entre a zona mais quente (Aw1) e a que, temperada pela altitude, pode ser chamada "tropical de altitude".

Em tôda a vasta área de domínio dêste tipo climático quente e úmido, esta variação de temperatura se faz de maneira regular, a média mais elevada sendo alcançada em outubro (g) e a mínima em julho. Esta variação da temperatura está estreitamente ligada ao regime das precipitações, pois o valor mais elevado coincide com o mês que precede a estação chuvosa e o menor com o mês mais sêco. De fato, as precipitações reduzindo a duração da insolação impedem a ocorrência de grandes máximas de temperatura no período chuvoso.

De maneira geral, embora se mantenha em tôda a zona de clima Aw o mesmo regime pluviométrico, registra-se de sul para norte uma diminuição progressiva do total das precipitações. Isto tem lugar, não sòmente no fundo do grande vale, como também em suas bordas:

Pirapora	1 109.0			Montes Claros	990.5
Januária	975.9	Barreiras	1 024.1	Caiteté	827.5
Paratinga	844.2	Ibipetuba	919.3	Paramirim	802.7

Ao mesmo tempo elevam-se gradualmente as temperaturas em virtude desta menor pluviosidade e da diminuição da latitude e da altitude.

Pirapora	23.2	Paracatu	22.8
Januária	23.9	Barreiras	24.2
Paratinga	25.8	Ibipetuba	24.7

Da combinação dêstes dois fatores resulta uma tendência cada vez maior para o aumento da evaporação em confronto com a precipitação, progressivamente mais fraca. Aplicando

o critério indicado por KÖPPEN<sup>2</sup> encontra-se nesta zona o limite deste tipo de clima quente e chuvoso, registrando-se então o aparecimento do clima semi-árido quente que caracteriza o baixo médio São Francisco.

Este limite que marca a separação entre o clima úmido e o clima semi-árido não é uma linha regular que acompanha curvas de nível, como também não está na dependência direta da diminuição da latitude. Representando a relação entre a precipitação e a temperatura, esta linha terá um trajeto irregular, em função, ao mesmo tempo, das condições locais de exposição aos ventos chuvosos, altitude, etc.

Este limite estabelecido para o clima semi-árido atravessa o rio São Francisco entre Paratinga e Barra, mais próximo desta última cidade.

Na margem esquerda do grande rio, este limite climático tem uma direção aproximada de NNW, pois o planalto ocidental da Bahia recebe ainda na latitude de Barra precipitações, senão muito abundantes, suficientes para conservar a característica essencial de clima úmido pois a temperatura ligada às precipitações e à altitude maiores apresenta-se ligeiramente mais baixa.

Ibipetuba	T. média	24.7	Precipitação	919.3
Barra	" "	26.1	" "	778.6

Na margem direita, ao contrário, há uma retração do clima úmido para o sul, pois esta região, limitada a leste pelas altas encostas da Chapada Diamantina sofre os efeitos ressecantes dos ventos de leste que descarregam sua umidade na encosta oriental do planalto e ao mesmo tempo acha-se mais afastada da zona central do continente, onde tem origem a massa Equatorial Continental.

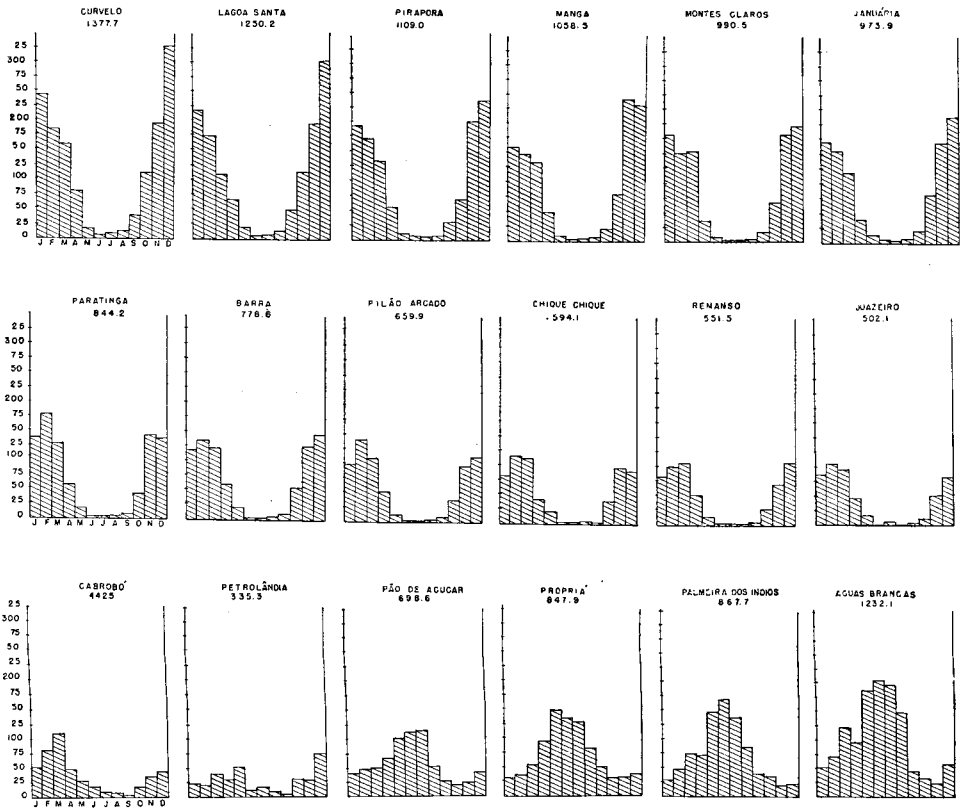


Fig. 2, fig. 3, fig. 4 — Gráficos representando as precipitações mensais médias de algumas estações.

<sup>2</sup> Nos climas semi-áridos a precipitação anual em centímetros (R) tem que ser inferior a  $2(T+14)$ , sendo T a temperatura em graus centígrados.

Êste fato de ordem geral da maior aridez da margem direita do São Francisco já se pode observar desde a zona de Montes Claros, Palmas de Monte Alto, etc..., cuja umidade é muito inferior à das localidades da mesma latitude e situação análoga na margem oposta do São Francisco.

Acentuando-se para o norte esta tendência, com a diminuição da precipitação, inclusive no alto divisor, verifica-se a retração do clima úmido para o sul, avançando o tipo semi-árido até a altura do paralelo de 13°.

O clima semi-árido quente abrange todo o baixo médio São Francisco, estendendo-se a leste, até pequena distância do litoral. Seu traço mais característico é, como sugere sua designação, a insuficiência das precipitações frente à evaporação, muito forte, dada a elevada temperatura aí registrada.

Sob esta designação geral de semi-áridos (BSh) ficam assim englobadas estações que possuem características climáticas bastante diversas. De fato, é nesta região semi-árida que se dá a transição entre o regime pluviométrico característico do planalto interior brasileiro, com máximos no verão e mínimos no inverno e o regime litorâneo que, no Nordeste, apresenta chuvas de outono e inverno e seca no verão. Todavia, em tôdas estas estações, o caráter dominante é a semi-aridez, seja qual fôr o regime pluviométrico.

Na zona de contacto com o clima quente e úmido de verões chuvosos (Aw), a distinção entre êste e o clima semi-árido reside apenas na diminuição da precipitação e aumento da temperatura. A estação de Barra serve de exemplo. Comparando as normas dêste pôsto com as de Paratinga nota-se uma coincidência do período chuvoso bem como do regime térmico; há apenas uma precipitação menos abundante e uma temperatura mais elevada que, acentuando o caráter geral de aridez de Barra, levam a sua classificação como semi-árido.

ESTAÇÃO	T. média	Amplitude	Mês quente	Mês frio	Período chuvoso	Precipitação anual
Barra.....	26.1	4.4	outubro	junho	verão	778.6
Paratinga.....	25.8	3.9	»	»	»	844.2

A jusante de Barra, no entanto, nas normais da estação de Remanso, já se nota uma alteração na distribuição das precipitações, representando a transição entre o regime de chuvas de verão e de inverno, embora o regime térmico continue o mesmo até Juazeiro. Não somente Remanso, mas também Petrolina e as estações da vertente oriental do planalto mais próximas à bacia — Morro do Chapéu, Jacobina, Lençóis e Monte Santo — tôdas elas revelam na distribuição das precipitações esta transição; as maiores precipitações ainda correspondem ao mês de dezembro, mas depois de uma diminuição das chuvas em janeiro e fevereiro, forma-se outro máximo em março revelando a tendência para o máximo outonal.

Êste já é registrado em Cabrobó, embora a estação chuvosa ainda seja o verão e não o inverno (w'). Também o mês mais seco revela esta mudança de regimes. Em Remanso é julho; em Petrolina e Juazeiro, agosto; em Cabrobó e Petrolândia, setembro. Êste regime de transição se faz sentir em todo o alto sertão de Pernambuco e mesmo no Ceará, como na estação de Araripe, onde as chuvas se distribuem como em Cabrobó. Nas encostas da Chapada do Araripe bem como na serra do Triunfo, reaparece por influência do relêvo o clima úmido, com precipitações que ultrapassam 1 000 mm (Triunfo 1 183,4).

Embora possuam um clima úmido, profundamente diverso, portanto, do de Cabrobó, estas zonas de serra têm um regime pluviométrico semelhante e chuvas de verão com máximos retardados para o outono revelando a transição para o regime litorâneo. Crato, bem como Triunfo, apresentam um período chuvoso de janeiro a abril (máximo em março) e estiagem prolongada com mínimo em agosto e setembro.

Pesqueira, já no limite da zona úmida litorânea apresenta êste mesmo regime de transição.

Ao longo do São Francisco, é a jusante de Petrolândia que se passa, francamente, para o domínio das chuvas de outono e inverno, com a maior parte das precipitações no outono (s').

Esta passagem para o regime de estiagem no verão reflete-se também sobre as temperaturas: o mês mais quente já não é outubro e sim um dos meses do verão pois estes já não têm precipitações abundantes a amenizar-lhe a temperatura. Também a amplitude é maior.

SERRA	T mês mais frio	T mês mais quente	Amplitude
Petrolina.....	23.0	27.2	4.2
Cabrobó.....	23.6	27.8	4.2
Petrolândia.....	22.4	28.4	6.0
Pão de Açúcar.....	22.7	27.9	5.2

O contacto entre a região semi-árida e a zona úmida do litoral se faz de maneira gradual e imprecisa. O critério estabelecido por KÖPPEN para delimitar o clima semi-árido varia de acôrdo com o período chuvoso seja este o verão [ $R = 2 (T + 14)$ ] ou o inverno [ $R = 2 T$ ]. Tendo em vista compensar a influência da evaporação, muito maior no verão que no inverno, esta distinção pressupõe que há realmente um inverno térmico e uma variação grande na evaporação de uma estação para outra. No caso do Nordeste brasileiro, no entanto, quase não há estações e a temperatura só apresenta um ligeiro decréscimo no inverno, o que não chega a ocasionar uma diferença muito grande na evaporação. Em vista deste fato, parece mais acertado adotar sempre o mesmo critério na delimitação do clima semi-árido, considerando em todos os casos o verão como estação chuvosa, dada a elevada temperatura reinante durante todo o ano.

Aplicando este critério, o limite da região semi-árida avança um pouco mais para o litoral em Alagoas: a maior parte do sertão deste Estado fica assim incluída no tipo de clima semi-árido o que não aconteceria se fôsse aceito ortodoxamente o critério de KÖPPEN, pois, só a estação de Marechal Floriano estaria enquadrada nesta categoria.

Na realidade, a parte ocidental do Estado de Alagoas só pode merecer a designação de quente e úmida na zona montanhosa que compreende os municípios de Água Branca e Mata Grande. Estas estações, situadas respectivamente, a 560 e 635 metros de altitude, recebem chuvas abundantes, devidas à influência do relêvo que, desta maneira dá origem a uma "ilha" de clima úmido em meio do sertão. Fato semelhante parece ocorrer na zona de Paracatu, em Pernambuco.

Na faixa costeira domina francamente o clima quente e úmido, característico do litoral nordestino. Possuindo temperaturas elevadas e amplitude pequena, inferior a 5°, esta zona apresenta uma estação chuvosa no outono-inverno, com máximo geralmente em junho e mínimo em novembro.

Esta faixa de clima úmido, mais estreita ao sul, alarga-se para o norte no Estado de Pernambuco. Corresponde à zona da mata do litoral nordestino e embora se passe gradualmente para o sertão, contrasta vivamente com este.

No Estado da Bahia o limite oriental do clima semi-árido, em alguns trechos, coincide com os limites da bacia do São Francisco, em outros os ultrapassa.

A Chapada Diamantina, com suas altitude superiores a 1 000 metros, ameniza grandemente a temperatura, provocando o aparecimento do clima mesotérmico úmido. A cidade de Morro do Chapéu, situada próximo ao grande divisor à altitude de 997 metros, representa bem este tipo climático. Por suas temperaturas, reduzidas em consequência da altitude, Morro do Chapéu possui um clima ameno, de invernos frescos e verões brandos (mês mais quente, janeiro 21°1; mês mais frio, julho 16°5). Há, pois, no limite oriental da bacia do São Francisco uma "ilha" alongada onde ocorre um clima ameno, temperado pela altitude.

O regime pluviométrico desta estação não permite incluí-la na categoria de clima Cw, com chuvas de verão e estiagem no inverno; apesar da maior parte da precipitação se distri-

buir nos meses de verão (71,8% no semestre primavera-verão), o total do mês mais chuvoso não é dez vezes superior ao do mais sêco no inverno. De fato, a estação de Morro do Chapéu está compreendida na zona de transição do regime pluviométrico, as chuvas não se distribuindo em dois períodos nítidos. Não possuindo tampouco mais de 30 mm. no mês mais sêco, não pode esta estação, a rigor, ser enquadrada no tipo CFb. Ao fazê-lo, damos ao observador desprevenido a impressão de se tratar de um clima sempre úmido, sem estação sêca, quando, na realidade, a chuva é pouco abundante durante todo o ano. Se escolhemos esta designação foi por considerar a letra F como indicando chuvas bem distribuídas, sem grande diferença de uma para outra estação e não somente clima sempre úmido.

Ao alto da Chapada Diamantina corresponde, portanto, um clima ameno, relativamente úmido, por influência da altitude. Seu limite depende estreitamente desta e nas encostas dos vales que vertem para o São Francisco reaparece a 800 metros, aproximadamente, o clima semi-árido, enquanto a leste, dá-se o contacto com o clima quente e úmido da encosta oriental do planalto baiano.

Se, neste trecho, o clima semi-árido do médio São Francisco limita-se com o clima ameno da Chapada Diamantina, na zona a sudeste de Juazeiro, êle ultrapassa a bacia do São Francisco, estendendo-se à do Vaza Barris, bem como aos vales afluentes do médio Itapicuru. Monte Santo, com sua precipitação de apenas 658.9 mm., revela esta expansão do clima semi-árido na zona nordeste da Bahia.

Examinando em conjunto a distribuição dos tipos climáticos na bacia do São Francisco, observa-se a predominância da área de clima quente e úmido, com chuvas distribuídas em dois períodos distintos: de um lado, no planalto interior, chuvas de verão e estiagem no inverno, de outro, ao longo do litoral, estação chuvosa no outono-inverno e sêca nos meses de verão.

Entre êsses dois tipos, situa-se uma zona de transição onde as chuvas devidas a um e outro regime são escassas. Êste fato, aliado às temperaturas sempre elevadas dá origem ao aparecimento do clima semi-árido que caracteriza a maior parte da bacia média inferior do São Francisco. Por outro lado, no alto vale do São Francisco, destacam-se do conjunto da região caracterizada pelo clima quente de chuvas no verão e sêca no inverno algumas zonas de área limitada, onde a ação da altitude, reduzindo a temperatura, ameniza sensivelmente o clima que apresenta invernos frescos e mesmo verões brandos, acima de certa altitude.

