

VARIABILIDADE ESPACIAL DO CLIMA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO COM VISTAS AO ZONEAMENTO MESOCLIMÁTICO

Magna Soelma Beserra de Moura¹ e José Monteiro Soares²

ABSTRACT

The climate is very important to define the wine quality and its spatial variability may select areas to increase the vineyards in semi arid region of San Francisco River Valley. The time and spatial series of climatic variables were analysed to ascertain the existence of spatial microclimatic variability in sub medium San Francisco River Valley. Results indicated that the left (north) side of the San Francisco River has lower air temperature and air relative humidity higher than the right side (south). This occurs because the wind direction is southeast, so when the wind across the river causes advection of humidity to the left side; in despite of the wind, on the left side the large scheme of irrigation transfer a lot of water from the soil to the atmosphere by evaporation and transpiration from irrigated areas. The results also suggest that are small differences between the climate of Petrolina-PE, Juazeiro-BA, Curaça-BA, Lagoa Grande-PE and Santa Maria da Boa Vista-PE; and may have microclimate associated to Sobradinho Lake, isolated mountains, irrigated scheme, and devastated vegetation areas.

INTRODUÇÃO

A região do Submédio São Francisco caracteriza-se por apresentar características climáticas favoráveis ao desenvolvimento de culturas irrigadas e, assim, esta região vem se

destacando nos cenários nacional e internacional pela elevada produção de frutos de alta qualidade. Além do mercado de frutas frescas, a região do Submédio São Francisco vem se destacando, também, na produção de uvas para a produção de vinhos finos. Nesse sentido, a vitivinicultura no semi-árido nordestino é uma realidade, detendo cerca de 15% do mercado nacional de vinhos. Paralelamente ao crescimento da área cultivada com videira para produção de vinho, surge a necessidade de um manejo adequado da cultura para a região semi-árida, a fim de se estabelecer as relações entre as variáveis agrônômicas, fisiológicas e edafoclimáticas que influenciam, com suas variabilidades espaciais e intra-anuais, na qualidade do vinho produzido.

A potencialidade de uma região para a adaptação e produção da videira é fortemente dependente do clima, que interage com os demais componentes do meio natural, em particular com a cultivar e com as técnicas agrônômicas utilizadas no sistema produtivo da videira (Tonietto e Mandelli, 2003). O clima semi-árido do Nordeste apresenta aspectos muito favoráveis ao cultivo de diversas culturas, devido principalmente à elevada disponibilidade de energia solar, alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, que resultam, inclusive, na redução da incidência de pragas e doenças. Por outro lado, impõe restrições quanto à disponibilidade hídrica de origem pluvial, em função de sua

¹ Embrapa Semi-Árido, BR 428, Km 152, Caixa Postal 23, Zona Rural, CEP 56300-000 Petrolina, PE; E-mail: magna@cpatsa.embrapa.br

² Embrapa Semi-Árido; E-mail: monteiro@cpatsa.embrapa.br

grande variabilidade espacial e temporal. Neste sentido, a prática da irrigação, subsidiada pelo Rio São Francisco é indispensável para garantir e/ou otimizar a produção agrícola.

Os vinhedos do Vale do Submédio São Francisco são irrigados, destacando-se em meio à caatinga. Ocupam áreas planas, com altitude em torno de 350 m, principalmente nos municípios de Petrolina, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista. Devido ao clima semi-árido desta região, a viticultura local possui características que a distingue de todas as outras regiões produtoras de vinho em todo mundo. Segundo Tonietto e Carbonneau (2004), o clima vitícola do Submédio São Francisco apresenta variabilidade intra-anual, ou seja, o clima vitícola muda de classe em função do período do ano no qual a uva pode ser produzida. Além da variabilidade intra-anual há a necessidade de se verificar a variabilidade espacial, a fim de caracterizar o mesoclima ou clima local, que corresponde a uma situação particular do macroclima ou clima regional. Essas informações são de grande utilidade para expansão das áreas vitícolas na região do Submédio São Francisco. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade espacial do clima no Vale do Submédio São Francisco a fim de subsidiar o zoneamento mesoclimático com vistas à expansão de áreas cultivadas com uvas para a produção de vinhos finos no semi-árido nordestino.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização das estações agrometeorológicas

As estações agrometeorológicas instaladas no Submédio São Francisco fornecem informações que auxiliam aos produtores na tomada de decisão da propriedade, principalmente relacionadas ao manejo de irrigação e de pragas. Tais informações, também, são de grande valia para a caracterização mesoclimática e microclimática

de pomares de fruteiras irrigadas, especialmente para a cultura da videira, cujos aspectos fisiológicos e produtivos dependem muito das características climáticas da época de produção.

A rede de estações agrometeorológicas é composta por sete estações agrometeorológicas automáticas localizadas nos municípios de Petrolina – PE; Juazeiro, Casa Nova e Curaçá – BA (Figura 1). As estações agrometeorológicas automáticas foram instaladas em abril de 2003 em uma área cercada e gramada, com dimensões de 10 m x 10 m, em fazendas produtoras de frutas. As mesmas funcionam em rede e estão equipadas com instrumentos eletrônicos capazes de monitorar os elementos do tempo a cada 60 segundos e armazenar médias a cada 30 minutos. Dentre os quais, destacam-se: sensor de temperatura e umidade relativa do ar, anemômetro, radiômetro e pluviômetro.

A EMBRAPA Semi-Árido, também, mantém duas estações meteorológicas convencionais, que possibilitaram o monitoramento temporal (30 anos) dos elementos climáticos no pólo frutícola de Petrolina-PE/Juazeiro-BA. As duas estações estão localizadas nos campos experimentais de Bebedouro, Petrolina-PE (09°09'S; 40°22'O; 365,5m) e de Mandacaru, Juazeiro-BA (09°24'S; 40°26'O; 375,5m). A distância entre ambas é de 30 Km (em linha reta), sendo que a principal diferença entre as mesmas é sua localização: Bebedouro localiza-se à margem esquerda do Rio São Francisco, enquanto Mandacaru, à margem direita do São Francisco.

Dados meteorológicos

Foram analisadas as médias da temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, evaporação do tanque classe A, insolação, radiação solar global e precipitação obtidos nas estações meteorológicas convencionais, durante os últimos 30 anos.

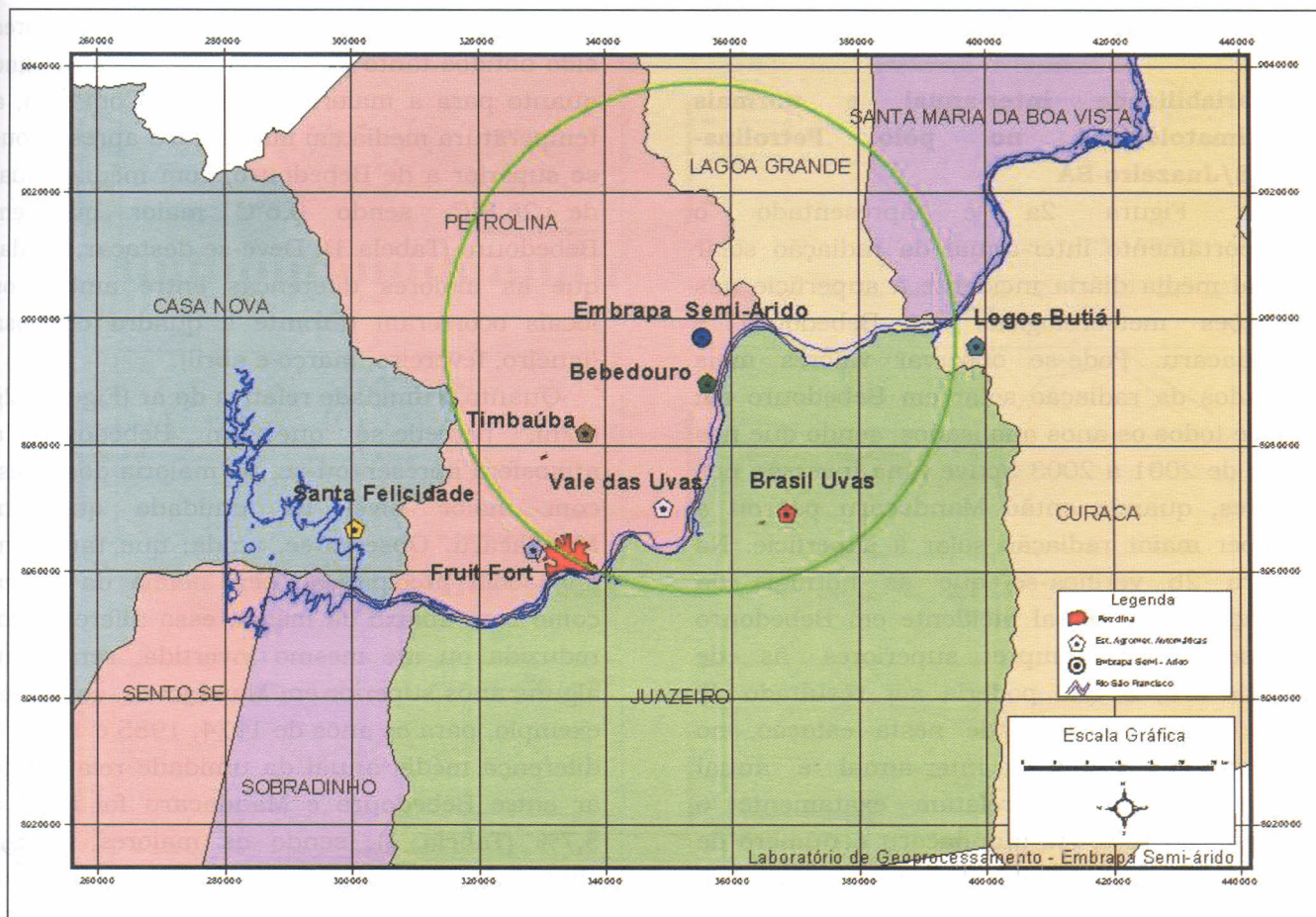


FIGURA 1. Mapa de localização das estações agrometeorológicas automáticas instaladas no Submédio do Rio São Francisco.

Os dados meteorológicos, referentes às sete estações agrometeorológicas automáticas, utilizados neste trabalho correspondem aos registros diários dos valores médios, máximos e mínimos da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e da umidade relativa do ar (%); médias do período diurno da radiação solar global (MJ/m^2), velocidade do vento média diária (m/s); precipitação total diária (mm) e evapotranspiração de referência (mm/dia), obtidos entre os meses de maio de 2003 e julho de 2004. São mostradas as médias de maio a dezembro de 2003 e de janeiro a julho de 2004, após exclusão dos dados duvidosos.

O tratamento dos dados foi realizado por

meio da confecção de tabelas e gráficos dos parâmetros mencionados anteriormente para cada estação. Também, foram elaborados gráficos comparativos entre as estações, para um mesmo elemento climático.

Os dados médios relativos ao período de maio a dezembro de 2003 correspondentes a temperatura (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar (média, máxima e mínima) e evapotranspiração de referência obtidos nas estações agrometeorológicas automáticas foram espacializados usando o método da Krigeagem por meio do software Surf.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variabilidade inter-anual e normais climatológicas no pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA

Na Figura 2a é apresentado o comportamento inter-anual da radiação solar global média diária incidente à superfície nas estações meteorológicas de Bebedouro e Mandacaru. Pode-se observar valores mais elevados da radiação solar em Bebedouro em quase todos os anos analisados, sendo que nos anos de 2001 a 2003 houve uma inversão nos valores, quando então Mandacaru passou a receber maior radiação solar à superfície. Na Figura 2b verifica-se que as normais da radiação solar global incidente em Bebedouro apresentam-se sempre superiores às de Mandacaru, o que poderia ser resultado de uma maior nebulosidade nesta estação, no entanto, a insolação inter-anual e anual (Figuras 2c e 2d) relatam exatamente o inverso, ou seja, em Mandacaru o número de horas de brilho solar é superior ao de Bebedouro, cuja média anual é de 7,9 horas/dia para Mandacaru e de 7,4 horas/dia para Bebedouro (Tabela 1). A média anual da radiação solar global incidente (Tabela 1) em Bebedouro é de 446,2 Ly/dia, enquanto que em Mandacaru é de 430,0 Ly/dia. Em princípio, esta diferença acarretaria uma maior evaporação em Bebedouro, no entanto, há que se considerar, ainda, o comportamento dos outros parâmetros climáticos em ambas as margens do rio.

As variações inter-anual e anual da temperatura média, máxima e mínima nas estações meteorológicas de Bebedouro e Mandacaru são mostradas nas Figuras 2e e 2f. Pode-se observar que a temperatura máxima foi ligeiramente superior em Bebedouro (Figura 2e e 2f), enquanto para a temperatura mínima

ocorreu o inverso, tendo os maiores valores sido obtidos tanto para todos os meses do ano quanto para a maioria dos anos. Com isso, a temperatura média em Mandacaru apresentou-se superior a de Bebedouro, com média anual de 26,8°C, sendo 0,6°C maior que em Bebedouro (Tabela 1). Deve-se destacar, ainda, que as maiores diferenças entre ambos os locais ocorreram durante a quadra chuvosa (janeiro, fevereiro, março e abril).

Quanto à umidade relativa do ar (Figuras 2g e 2h), percebe-se que em Bebedouro a atmosfera apresentou-se, na maioria dos anos, com maior nível de umidade que em Mandacaru. Observa-se, ainda, que tanto em anos com precipitação bem acima da média como bem abaixo da média, essa diferença foi reduzida ou até mesmo invertida, sendo em alguns anos superior em Mandacaru, como por exemplo, para os anos de 1974, 1985 e 1993. A diferença média anual da umidade relativa do ar entre Bebedouro e Mandacaru foi igual a 5,7% (Tabela 1), sendo os maiores valores observados em Bebedouro durante todo ano, principalmente nos meses chuvosos (Figura 2h).

No que se refere à velocidade do vento, parâmetro altamente influente nas taxas evapotranspirométricas, verifica-se que em Mandacaru o vento foi um pouco superior que em Bebedouro, para quase todos os anos (Figuras 2i) e durante todos os meses do ano (Figura 2j). Para ambas as estações monitoradas, o mês com maior velocidade do vento é setembro, com valores médios diários oscilando em torno de 3,0 m/s. Já o mês de março é o que se apresenta com maior calmaria, cujos valores médios alcançam 1,6 m/s. Na Tabela 1, pode-se observar que em Bebedouro, a velocidade do vento média anual é de 2,3 m/s, enquanto em Mandacaru é de 2,5 m/s.

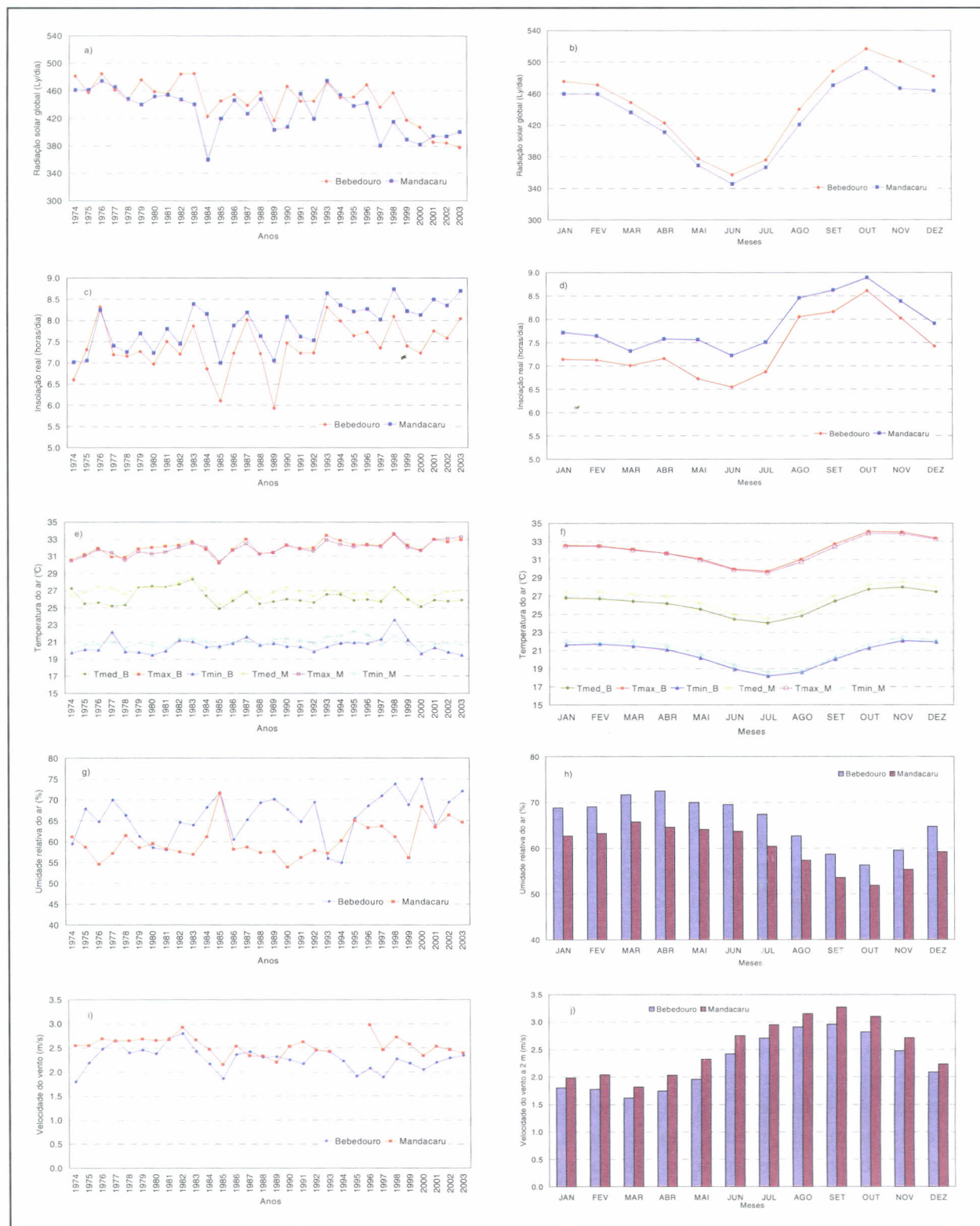


FIGURA 2. Variação inter-anual (a, c, e, g, i) e anual (b, d, f, h, j) dos parâmetros climáticos observados no campo experimental de Bebedouro (Petrolina, PE) e de Mandacaru (Juazeiro, BA), durante 30 anos de observações (1974-2003).

TABELA 1. Média anual referente aos 30 anos de observações dos parâmetros climáticos observados na estação meteorológica convencional de Bebedouro (Petrolina, PE) e Mandacaru (Juazeiro, BA).

| Parâmetro | Unidade | Bebedouro | Mandacaru |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Temperatura do ar média | °C | 26,2 | 26,8 |
| Temperatura do ar máxima | °C | 32,1 | 31,9 |
| Temperatura do ar mínima | °C | 20,5 | 20,9 |
| Umidade relativa do ar | % | 65,9 | 60,2 |
| Velocidade do vento a 2,0 m de altura | m/s | 2,3 | 2,5 |
| Insolação real | horas/dia | 7,4 | 7,9 |
| Radiação solar global | Ly/dia | 446,2 | 430,0 |
| Evaporação do tanque Classe A | mm/dia | 7,4 | 8,3 |
| Precipitação | mm | 541,1 | 531,9 |

A transferência de água da superfície para a atmosfera depende de diversos fatores, principalmente da disponibilidade de água na superfície evaporante. Assim, a evaporação do tanque Classe A, onde a lâmina de água é mantida dentro dos limites recomendados, é função da velocidade do vento e da umidade relativa do ar (déficit de pressão de vapor), que retratam a radiação solar global incidente à superfície e por sua vez a temperatura do ar. A ação de todos esses fatores proporcionou maior lâmina de água evaporada em Mandacaru que em Bebedouro, em quase todos os anos (Figura 3a) e em todos os meses do ano, cuja superioridade é de 0,9 mm/dia (Figura 3b e Tabela 1).

A Figura 3c apresenta a variabilidade inter-anual e a Figura 3d as normais pluviométricas mensais para o período de 1974 a 2003. Observa-se elevada variabilidade inter-anual, para ambas as estações, em que anos com precipitação acima da média são seguidos de anos com baixa precipitação (Figura 3c), obedecendo mais ou menos um ciclo regular. Anualmente, os totais médios de Bebedouro são 9,1 mm maiores que os de Mandacaru (Tabela 1). Com relação aos totais médios mensais (Figura 3d), observa-se que os meses de junho a setembro caracterizam-se por

apresentar pouca chuva, com temperaturas baixas à noite e mais amenas durante o dia; os meses de janeiro a março são os mais chuvosos, com temperaturas elevadas durante o dia e a noite; e, os meses de abril e maio e de outubro a dezembro, que ainda apresentam chuvas com temperaturas altas durante o dia e um pouco mais amenas à noite. Segundo Miolo (2002), essas variações possibilitam a obtenção de uvas com qualidades específicas e diferenciadas em função da época de produção.

Com base nestas análises pode-se observar que existem pequenas variações entre os elementos do clima observados nas duas localidades. Deve-se ressaltar que ambas as estações estão localizadas muito próximas às margens do Rio São Francisco e que se deve fazer uma avaliação mais detalhada, considerando as sete estações meteorológicas distribuídas na área do Submédio São Francisco para uma melhor caracterização espacial do mesoclima. Teixeira e Silva (1999) estudaram a influência do Rio São Francisco no microclima de suas margens, utilizando dados de Bebedouro e Mandacaru obtidos entre os anos de 1963 e 1998 e constataram padrões semelhantes aos mostrados neste estudo.

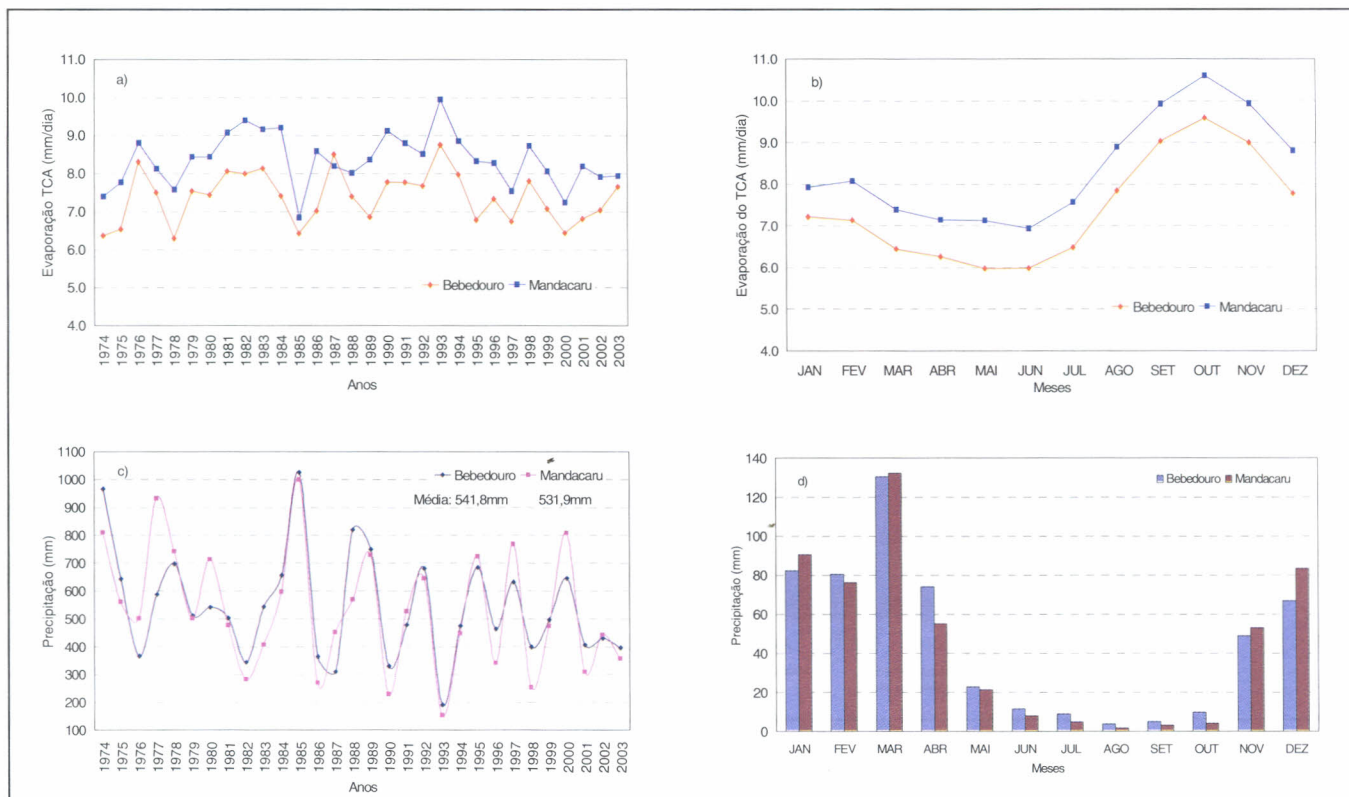


FIGURA 3. Variação inter-anual (a, c) e anual (b, d) dos parâmetros climáticos observados no campo experimental de Bebedouro (Petrolina, PE) e de Mandacaru (Juazeiro, BA), durante 30 anos de observações (1974-2003).

Variabilidade espacial do clima no Vale do Submédio São Francisco

Analisando os dados meteorológicos das estações automáticas, percebe-se a mesma tendência acima descrita entre as duas margens do Rio São Francisco. Assim, na margem direita do rio o clima apresenta temperatura mais elevada e menor umidade relativa do ar. Mas não trata-se de uma regra. Observando-se a Figura 4, verifica-se que não é possível perceber-se uma tendência em nenhum dos elementos do tempo; no entanto, quando os dados são espacializados (Figura 5) pode-se visualizar claramente a influência do rio, do lago de Sobradinho, do projeto de irrigação Senador Nilo Coelho e da Serra da Santa no mesoclima (microclima) circundante, principalmente quando se sabe que a direção predominante do vento na região é sudeste. Com isso, na Figura 5, no mapa da

temperatura do ar, observa-se que os municípios de Juazeiro e Curaçá (BA), principalmente este, são os que apresentam temperatura do ar mais elevada e, contrariamente, umidade relativa do ar menor. Dois importantes municípios produtores de uvas para a produção de vinhos são Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista (PE), que apresentam temperatura do ar, média dos meses de maio a dezembro de 2003 (Figura 5) superiores à de Petrolina (PE), mas, semelhantes às observadas em Juazeiro (BA). Há de se ressaltar que na Figura 5 são mostrados dados médios dos meses de maio e dezembro de 2003. Assim, ainda há a necessidade de uma análise espacial mais criteriosa, a nível mensal e/ou trimestral, correspondendo ao ciclo produtivo da videira e envolvendo um maior número de anos.

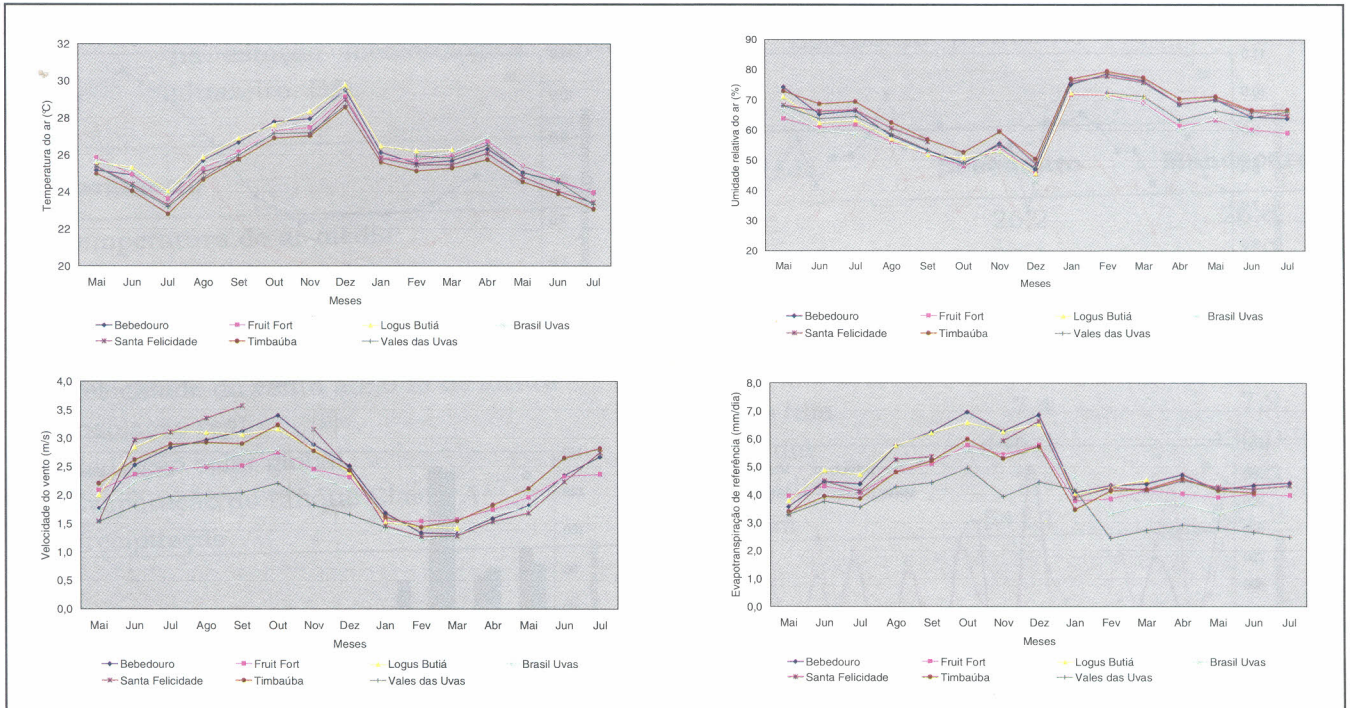


FIGURA 4. Variação média mensal dos parâmetros climáticos observados na rede de estações meteorológicas do Vale do Submédio São Francisco, entre maio de 2003 e julho de 2004.

CONCLUSÕES

- Existe diferença entre a temperatura e umidade relativa do ar entre os principais municípios produtores de uvas para a produção de vinhos no Submédio São Francisco, sendo que Petrolina apresenta temperatura mais amena que Lagoa Grande que, por sua vez, apresenta temperatura inferior à de Santa Maria da Boa Vista; a temperatura média de maio a dezembro de 2003 variou entre 25,55°C e 26,65°C.
- A umidade relativa do ar média de maio a dezembro de 2003 variou entre 54% e 62%,

com os maiores valores na margem esquerda do Rio São Francisco, na grande área irrigada de Petrolina e nas margens do Lago de Sobradinho, sendo os menores valores obtidos nos municípios de Juazeiro e Curaçá (BA) e Santa Maria da Boa Vista (PE).

Numa próxima etapa seria interessante a espacialização dos dados, com um maior rigor de detalhe, a nível mensal. Como exemplo, incluindo variáveis como a diferença entre as temperaturas diurnas e noturnas, mais condizente com as épocas de produção da videira.

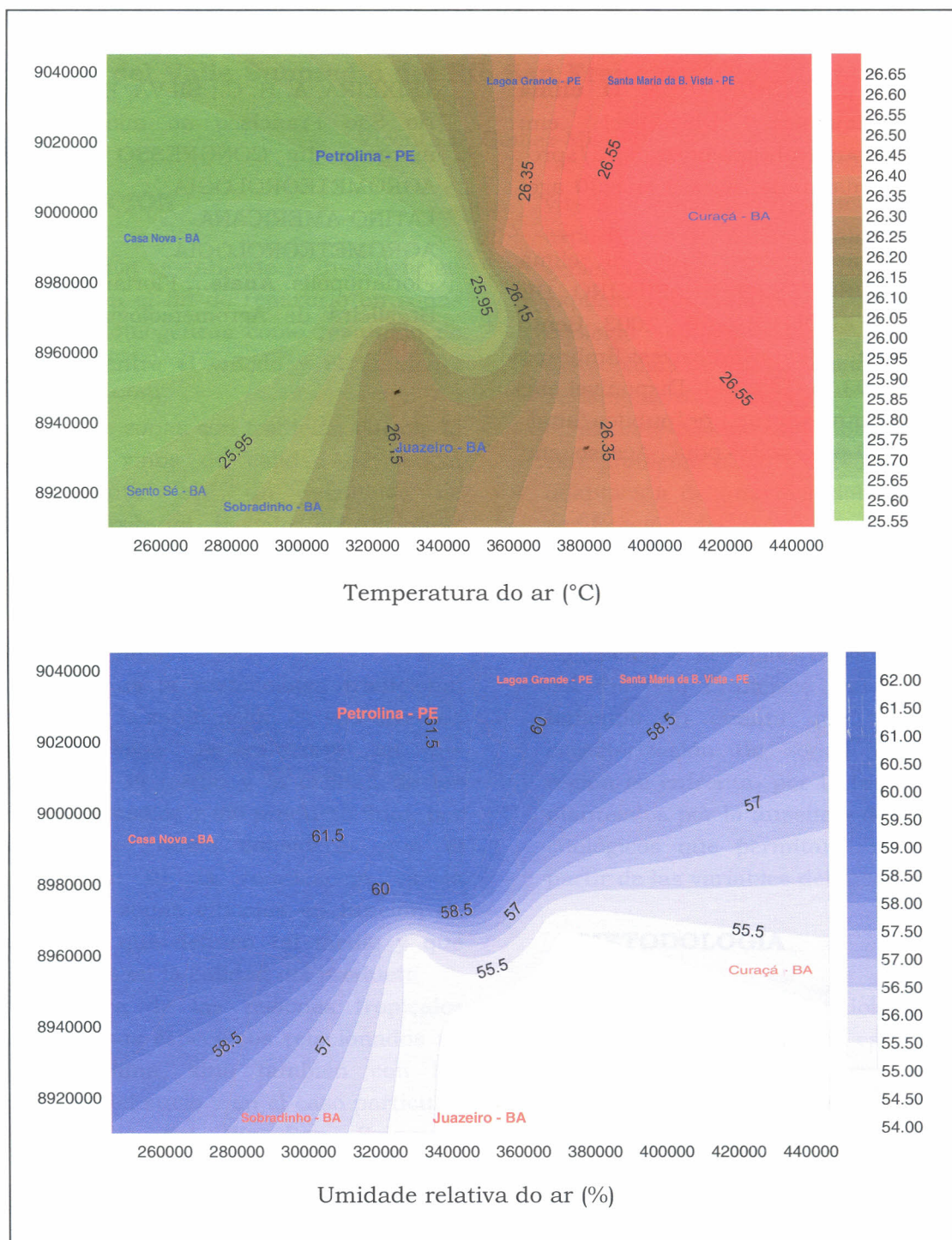


FIGURA 5. Espacialização dos valores médios da temperatura e umidade relativa do ar, referentes ao período de maio a dezembro de 2003, no Vale do Submédio São Francisco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TONIETTO, J.; CABORNNEAU, A. **O clima para a viticultura.** Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/clima.html>>. Acesso em: 30 ago. 2004.

MIOLO, A. Novas regiões: vinho de clima tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 141-144. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/anais/cbve10/cbve10-palestra06.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2003.

TEIXEIRA, A. H. C.; SILVA, B. B. Influência do rio São Francisco no microclima de suas margens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. 1. CD-ROM