

Caracterização macroclimática e potencial enológico de diferentes regiões com vocação vitícola de Minas Gerais

Jorge Tonietto¹
Rubens Leite Vianello²
Murillo de Albuquerque Regina³

Resumo - A qualidade do vinho está intimamente associada à qualidade de maturação da uva e esta, por sua vez, ligada às características de solo, de manejo e, principalmente, de clima da região de cultivo. Minas Gerais apresenta uma grande variação de condições climáticas em seu território, contrastando o clima seco e quente da região Norte com as condições de temperaturas mais amenas e precipitações mais abundantes e distribuídas das regiões montanhosas do Sul. Nesse contexto, as possibilidades enológicas para elaboração de vinhos finos são bastante variáveis e devem ser equacionadas, *a priori* e como fator preponderante, quando da instalação de projetos vitícolas. As possibilidades e os riscos de cada região devem ser analisados, orientando-se em modelos de climatologia vitícola que permitem indicar quais os tipos de vinhos que podem ser elaborados nas diferentes regiões. Atualmente, novos projetos vitícolas encontram-se instalados ou em fase de instalação em praticamente todas as macrorregiões geográficas do Estado.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*. Uva. Viticultura. Vitivinicultura. Climatologia. Temperatura. Precipitação.

INTRODUÇÃO

A qualidade do vinho é uma resultante direta da qualidade da uva. Por sua vez, nas diferentes regiões de produção de vinho do mundo, a qualidade da uva é fortemente influenciada pelo clima vitícola (TONIETTO; CARBONNEAU, 1999). Alguns trabalhos já sinalizam para a possibilidade de produção de uvas para vinhos em Minas Gerais, especialmente considerando a produção na estação seca (CONCEIÇÃO; TONIETTO, 2005; AMORIM et al., 2005). Nesse sentido, este estudo tem por objetivo caracterizar o

potencial climático existente ao longo do ano em diferentes regiões do estado de Minas Gerais, buscando-se alternativas para a produção de vinhos finos. Não se pretende fazer uma abordagem climatológica ampla para todo o Estado, mas tão-somente focar a questão sob o ângulo de seu potencial vitivinicultor, uma alternativa promissora para a agroindústria do Estado.

CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO ESTADO

O estado de Minas Gerais situa-se na

Região Sudeste do Brasil, entre os paralelos 14° 13' 57" e 22° 55' 47" de latitude sul e entre os meridianos 39° 51' 24" e 51° 02' 56" de longitude oeste. Abrange uma área de 582.586 km², que representa 6,9% da área total do Brasil. Portanto, é um Estado inteiramente contido na zona intertropical (CUPOLILLO, 1997).

Minas Gerais apresenta considerável complexidade climatológica, levando-se em conta a diversidade de fatores presentes em todo o seu território. O extremo norte, parte integrante do Polígono das Secas,

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000 Bento Gonçalves-RS. Correio eletrônico: tonietto@cnpuv.embrapa.br

²Eng^a Agr^a, Pós-Doc., Pesq. INMET-5^a Distrito de Meteorologia, Av. do Contorno, 8159, Santo Agostinho, CEP 30110-051 Belo Horizonte-MG. Correio eletrônico: rubens.vianello@inmet.gov.br

³Eng^a Agr^a, Pós-Doc., Pesq. EPAMIG-CTSM-Núcleo Tecnológico EPAMIG Uva e Vinho, Caixa Postal 33, CEP 37780-000 Caldas-MG. Correio eletrônico: murillo@epamigcaldas.gov.br

seco e quente, contrasta com o sul, de topografia acidentada e chuvas mais ou menos bem distribuídas ao longo do ano e temperaturas amenas; grandes formações montanhosas contrastam com vales extensos, com variações de altitude de 250 m a 2.700 m, ora intensificando, ora inibindo as formações pluviais; a porção leste, sujeita à influência oceânica, contrasta com a continentalidade do Triângulo Mineiro e do Noroeste do Estado. Contrastantes também são suas paisagens vegetais, desde a caatinga no extremo norte, passando por vastas áreas ocupadas pelo Cerrado de diferentes densidades, aos campos de montanhas e às formações florestais remanescentes da floresta Atlântica (VIANELLO et al., 2004).

Quanto à dinâmica atmosférica, o Estado acha-se sujeito à influência de mecanismos de larga escala, como os Anticiclones quase-estacionários do Atlântico Sul e do Pacífico Sul, responsáveis, em grande parte, pelas condições do tempo meteorológico sobre o Estado, uma vez que exercem influência destacável na penetração das massas de ar tropicais úmidas e polares. Particularmente, o Anticiclone do Atlântico Sul destaca-se pelo papel que desempenha sobre o clima. Sua presença dominante sobre o continente brasileiro, no inverno, é o principal mecanismo a justificar a estação seca em Minas Gerais. Por outro lado, no verão, localizando-se sobre o Atlântico Sul, induz uma circulação nos quadrantes Norte e Leste, com a conseqüente invasão de ar quente e úmido, principal responsável pelas chuvas de verão, especialmente quando aquela massa de ar encontra-se com a massa fria polar oriunda do Sul. Outro centro de destaque sobre o continente, em baixos níveis, é a Baixa do Chaco, formada pelo grande aquecimento continental, no verão. Esse centro de baixa pressão provoca intensas formações convectivas que penetram o estado de Minas Gerais, associando-se às frentes polares e dando origem a uma larga faixa de grande nebulosidade, não raras vezes estacionando-se sobre Minas Gerais no sentido noroeste-sudeste, por vários dias, dando origem à

denominada Zona de Convergência do Atlântico Sul, responsável por chuvas contínuas. Associados a esses sistemas, ocorrem as frentes quentes e as linhas de instabilidade, principalmente no verão, provocando chuvaradas convectivas intensas e localizadas. A topografia de Minas Gerais atua como modulador climático, com atuação de destaque sobre a distribuição das chuvas e sobre as variações térmicas, tanto no verão quanto no inverno. Em altos níveis, a Alta da Bolívia, localizada a 150 hPa, no verão, exerce forte influência sobre o regime de chuvas em Minas Gerais, Estado que se situa entre esse centro de alta pressão e o cavado compensador de leste (VIANELLO, 1986).

ANÁLISE CLIMATOLÓGICA

Os dados climatológicos usados para o traçado dos mapas apresentados (Fig. 1 a 5), bem como aqueles utilizados para a caracterização climática das localidades discriminadas neste artigo, foram observados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), cobrindo o período de 1961 a 1990. Os mapas foram preparados pela Seção de Análise e Previsão do Tempo/5º Distrito de Meteorologia (SEPRE/5º DISME) do INMET, com a participação ativa da Seção e Observação e Meteorologia Aplicada (SEOMA). Esclareça-se que nem todas as localidades possuem a série completa, sendo utilizada, nesse caso, a maior série disponível em cada local. Os dados de irradiância solar global (radiação solar) incidente à superfície foram extraídos dos campos mensais estimados por Nunes et al. (1979).

As Figuras 1 a 5 mostram, claramente, a variação climática (temperatura, pluviosidade, umidade), para os meses de janeiro e julho, representativos, respectivamente, das estações do verão e inverno em Minas Gerais.

Quanto ao regime pluvial (Fig. 1A e 1B), observam-se, claramente, dois períodos bem definidos. Um chuvoso, de verão, e outro seco, de inverno. A precipitação, em quase sua totalidade, concentra-se em seis ou sete meses do ano (outubro a abril),

sendo o trimestre dezembro-fevereiro o responsável por mais de 50% do total anual. Os valores da precipitação média anual variam bastante: no Norte, Nordeste e Leste do Estado, oscilam entre 700 e 1.000 mm; no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, entre 1.400 e 1.700 mm; no Noroeste, entre 1.000 e 1.500 mm; no restante do Estado, há uma variação entre 1.200 e 2.500 mm, correspondendo os valores mais altos às regiões de maior altitude das serras do Espinhaço e Mantiqueira. Pelas conseqüências negativas sobre a agricultura, há que se destacar a ocorrência do fenômeno denominado “veranico”, período entre 10 e 25 dias, por vezes mais, durante o período chuvoso, em que não ocorrem chuvas, coincidindo ainda com altas temperaturas e, conseqüentemente, com evapotranspiração elevada. Ocorre, normalmente, em janeiro ou fevereiro, período de maior desenvolvimento das culturas, por isso chegando a provocar redução de 30% a 40% nas safras (ANTUNES, 1986).

Os valores observados das temperaturas são bastante influenciados pela latitude e, principalmente, pela altitude, dado o relevo acentuado de grande parte do Estado (Fig. 2A, 2B, 3A e 3B). As médias compensadas mensais vão de 13°C, nas regiões mais elevadas das Serras da Mantiqueira e do Espinhaço, até 27°C, no Norte e Leste do Estado. As médias mensais das temperaturas extremas variam de 4°C a 33°C.

Nas regiões Sul, Sudoeste, Centro-Sul e Triângulo podem ocorrer geadas, fenômeno restrito à estação do inverno, com uma ocorrência anual de 50%, no extremo sul; 20%, no Sudoeste e no Centro-Sul; e 10%, no Triângulo Mineiro (Fig. 4).

Os pontos sobre as isolinhas preta, azul e vermelha têm, respectivamente, 50%, 20% e 10% de probabilidade de que ocorra pelo menos uma geada por ano. Em outras palavras, pontos sobre as isolinhas preta, azul e vermelha devem esperar uma geada a cada dois, cinco e dez anos, respectivamente (Fig. 4).

É notável a correlação que se observa

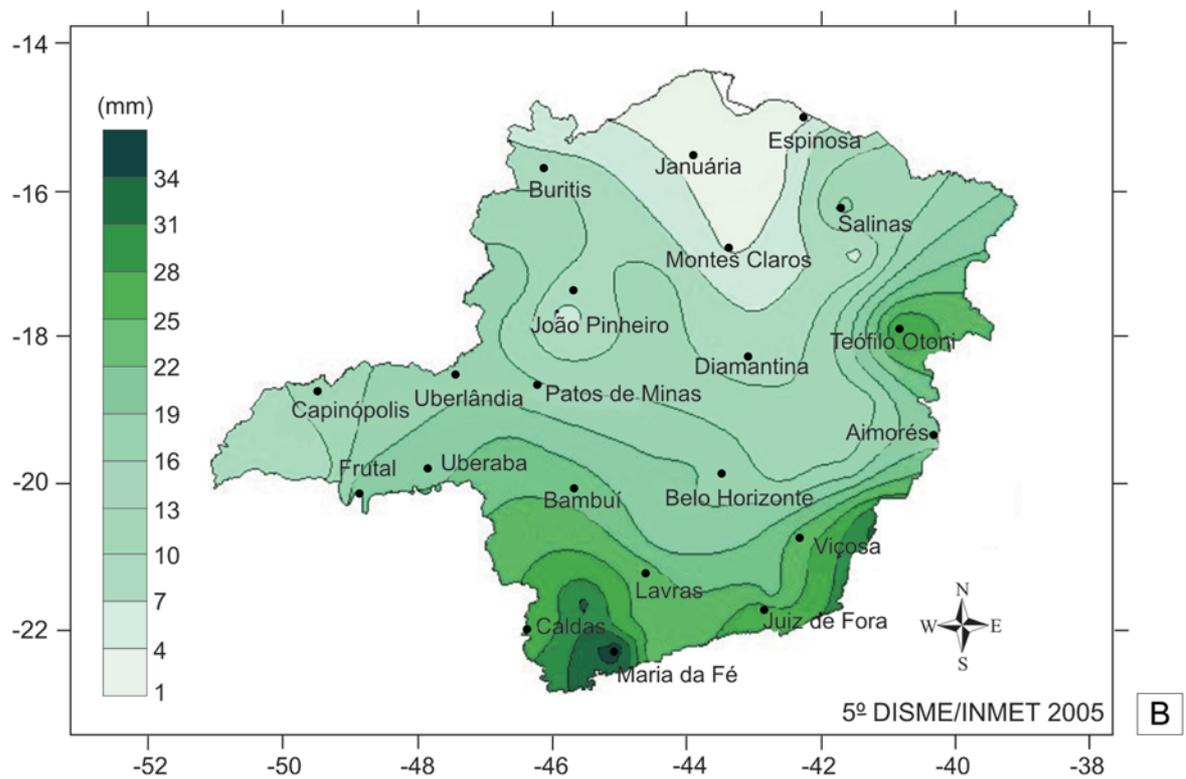
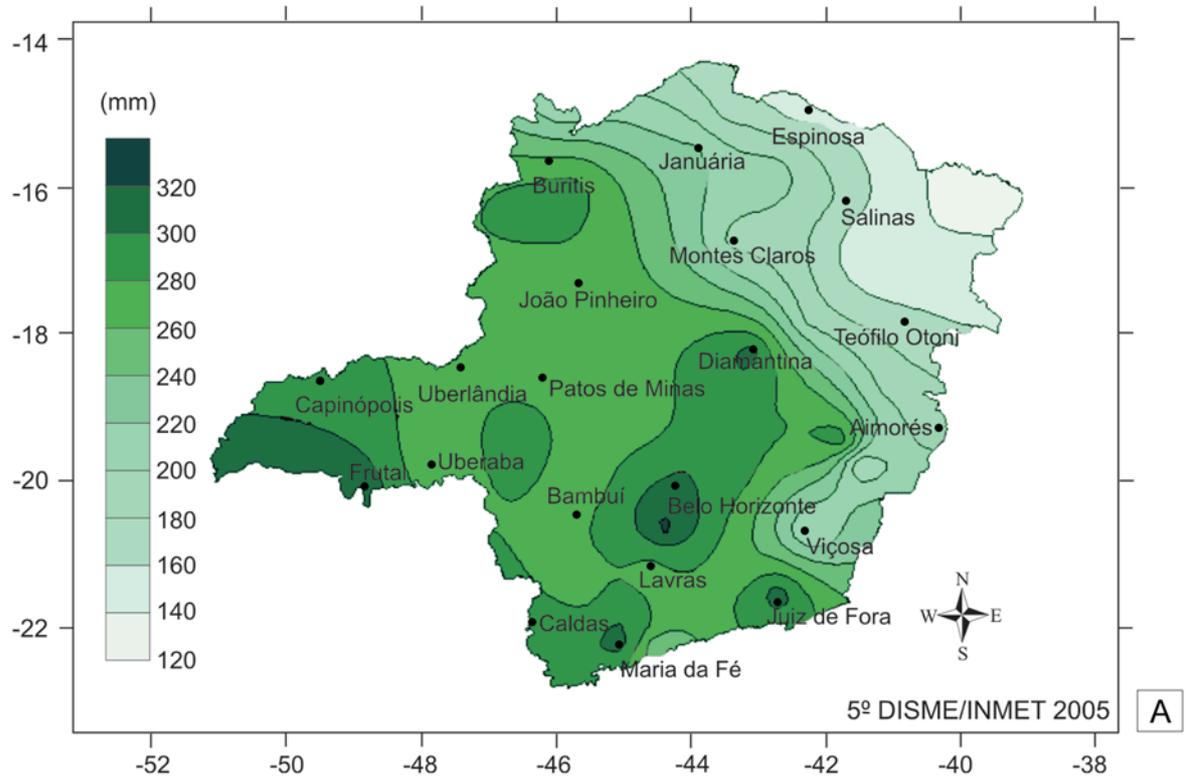


Figura 1 - Regime de chuvas para o verão e inverno em Minas Gerais

NOTA: Figura 1A - Normal de chuva, no período 1961-1990, para o mês de janeiro. Figura 1B - Normal de chuva, no período 1961-1990, para o mês de julho.

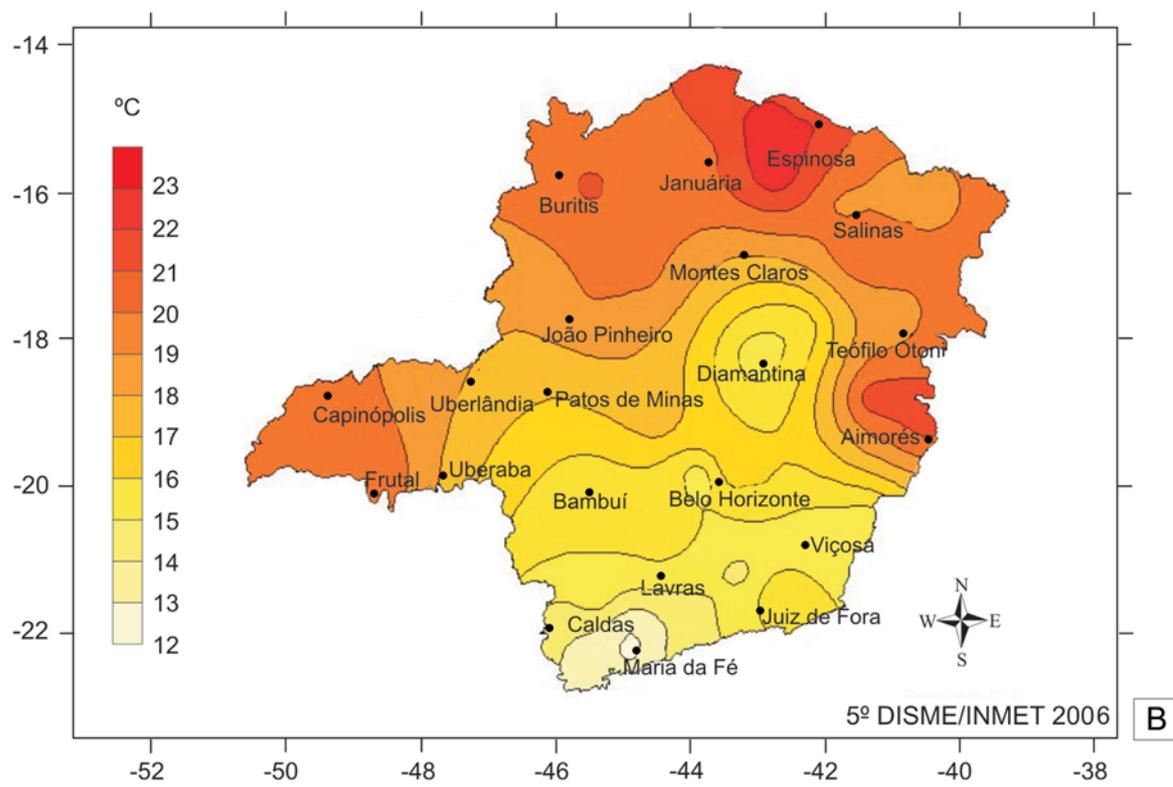
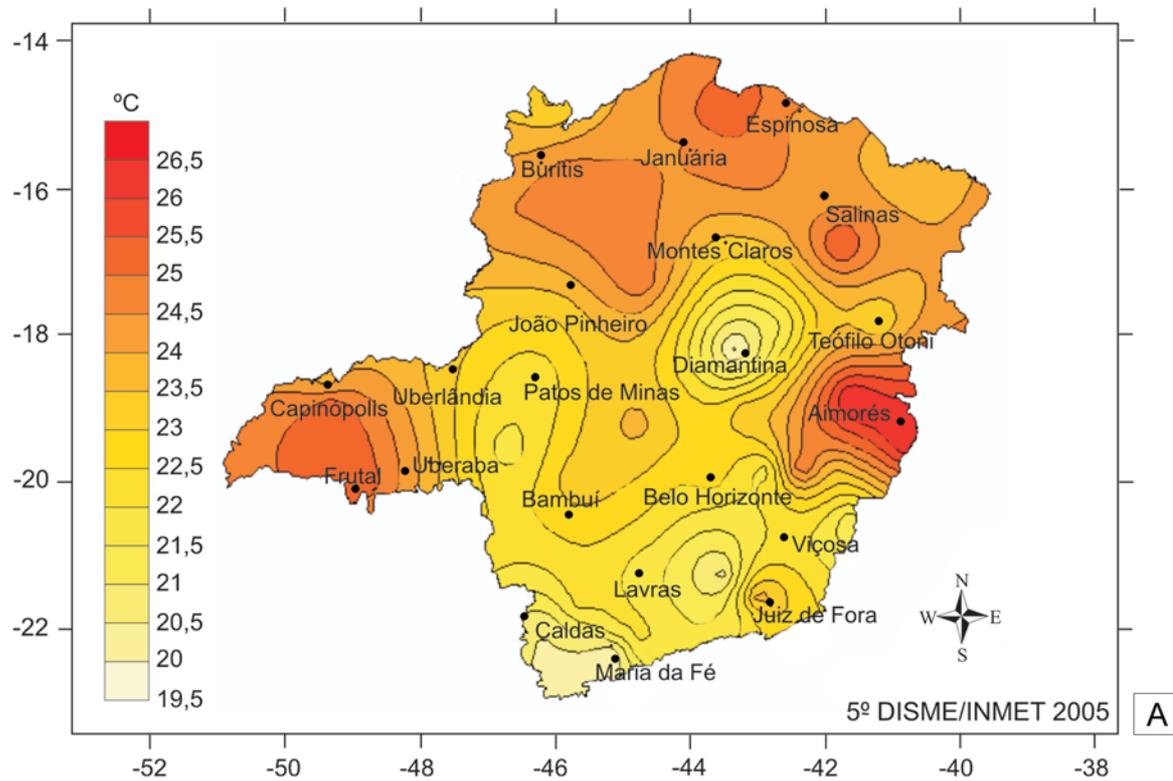


Figura 2 - Temperaturas médias para o verão e inverno em Minas Gerais

NOTA: Figura 2A - Normal de temperatura média compensada, no período 1961-1990, para o mês de janeiro. Figura 2B - Normal de temperatura média compensada, no período 1961-1990, para o mês de julho.

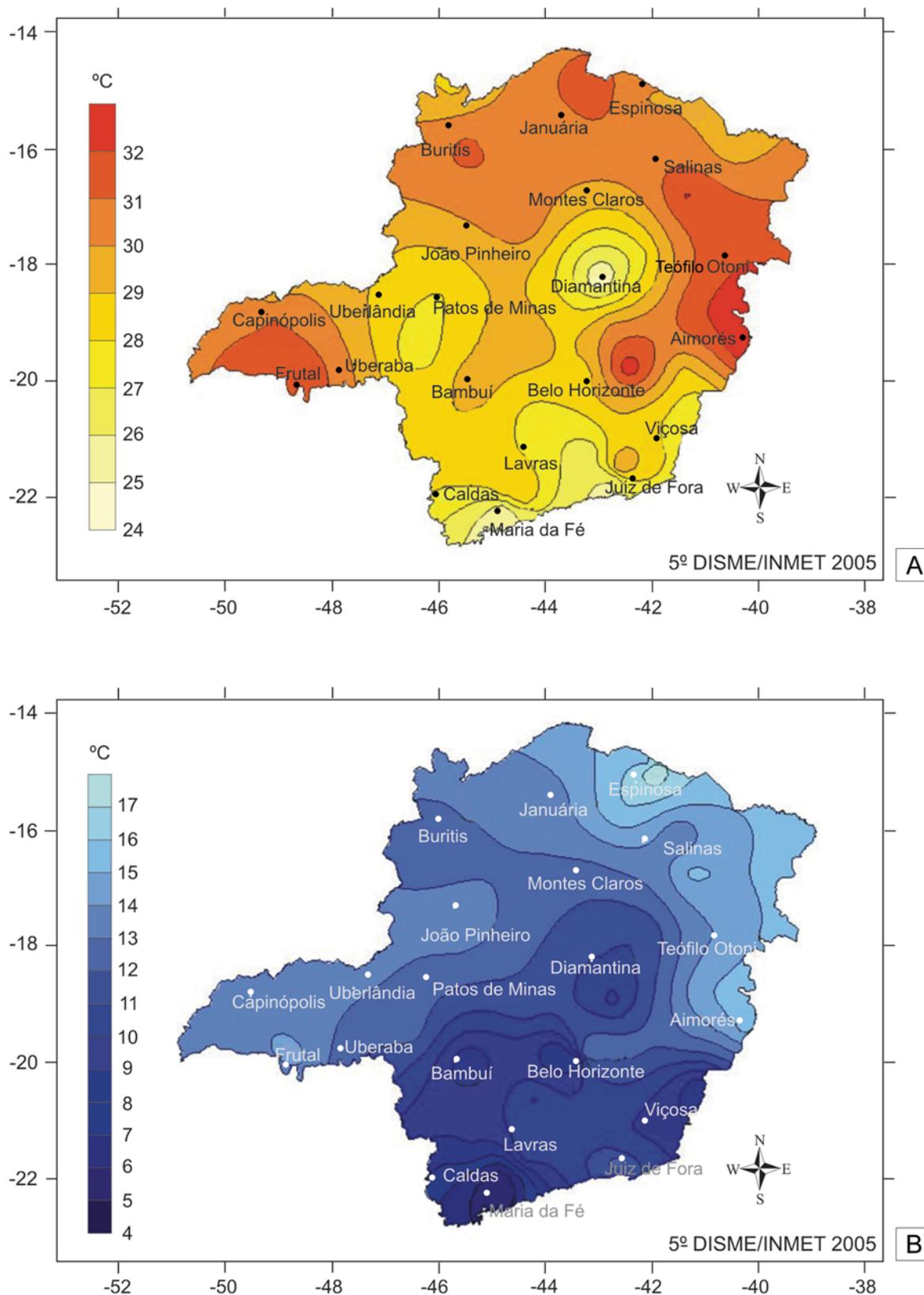


Figura 3 - Temperaturas máximas e mínimas no verão e inverno em Minas Gerais

NOTA: Figura 3A - Normal de temperatura máxima, no período 1961-1990, para o mês de janeiro. Figura 3B - Normal de temperatura mínima, no período 1961-1990, para o mês de julho.

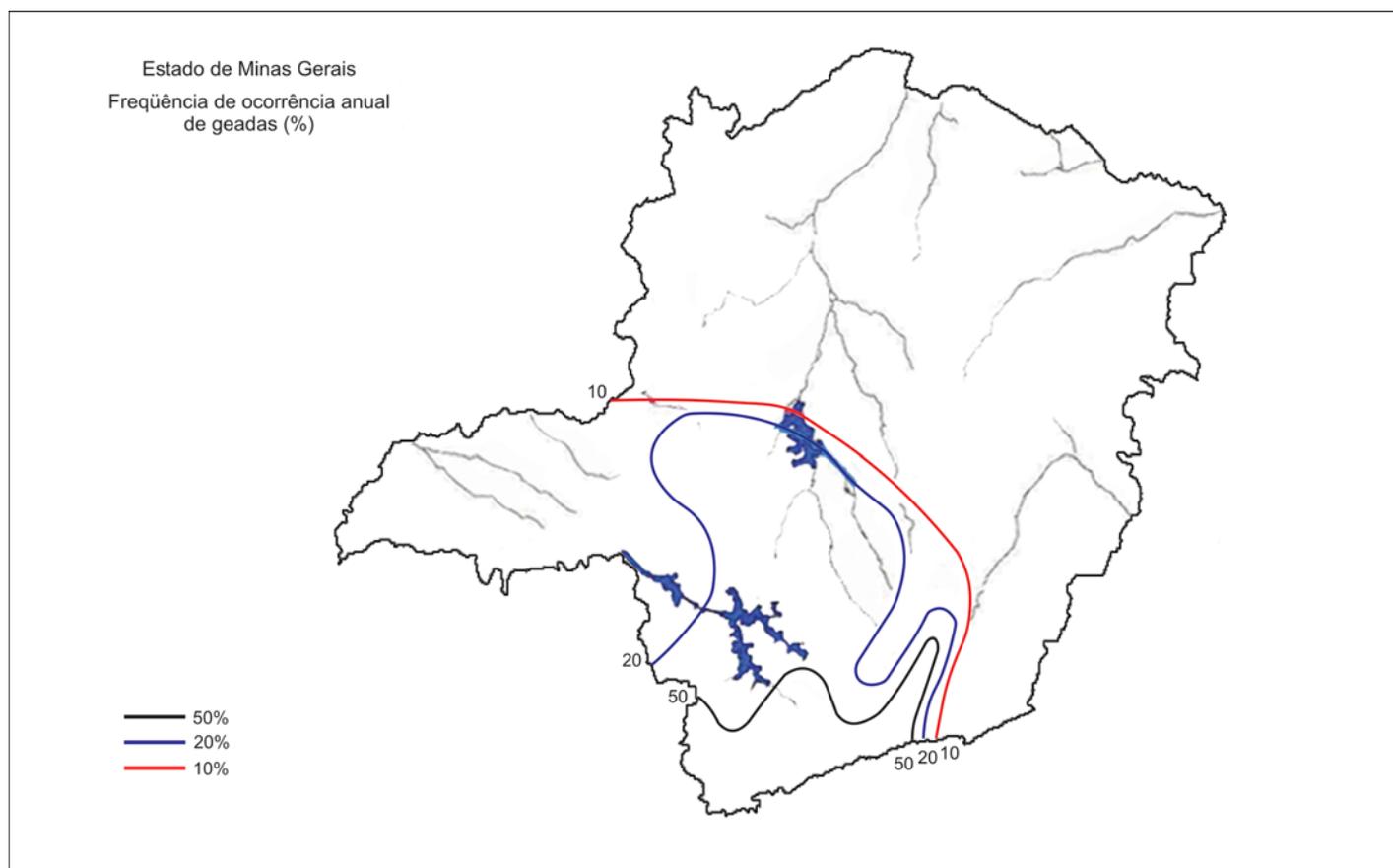


Figura 4 - Mapa de frequência de ocorrência anual de geadas em Minas Gerais

FONTE: Brasil (1992).

entre os campos de umidade relativa com os de temperaturas e de chuvas.

A umidade relativa média mensal (Fig. 5A e 5B) varia entre 52%, no extremo norte do Estado, a 84%, no sul. Normalmente, o mês mais úmido é dezembro, podendo chegar a 85% no sul do Estado, e o mais seco é agosto, com valores médios que chegam a 45% (ANTUNES, 1986).

Os valores médios anuais do número de horas de brilho solar variam entre 1.600 horas, na Zona da Mata mineira, e 2.800 horas, no Norte e Triângulo Mineiro (ANTUNES, 1986).

Classificação climática segundo Köppen

Segundo a classificação climática de Köppen, os tipos de clima que prevalecem em Minas Gerais são os seguintes (ANTUNES, 1986):

- Aw: clima tropical úmido (megatérmico) de savana, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. A precipitação do mês mais seco é inferior a 60 mm. Esse tipo climático predomina nas áreas de altitude mais baixas, ou seja, parte oeste do Triângulo Mineiro, praticamente toda a metade do Norte, com exceção de regiões serranas e de algumas áreas de clima BSw e no Sudeste do Estado, na região de Muriaé – Cataguases – Leopoldina;
- BSw: clima seco, com chuvas no verão e precipitações anuais sempre inferiores a 1.000 mm e, normalmente, inferiores a 750 mm. Predomina em pequenas áreas do Norte do Estado e do Vale do Jequitinhonha;
- Cwa: clima temperado quente (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e, a do mês mais quente, superior a 22°C. Predomina nas regiões serranas do centro e sul do Estado e no norte das serras do Espinhaço e Cabral;
- Cwb: clima temperado chuvoso (mesotérmico), também chamado subtropical de altitude. Difere do tipo anterior pela temperatura média do mês mais quente ser inferior a 22°C. Predomina nas regiões de altitude mais elevadas da Serra da Canastra, Espinhaço e Mantiqueira, numa pequena área em torno de Araguari e, outra, ao sul de Carmo do Paranaíba.

A Figura 6 ilustra a distribuição dos tipos climáticos em Minas Gerais.

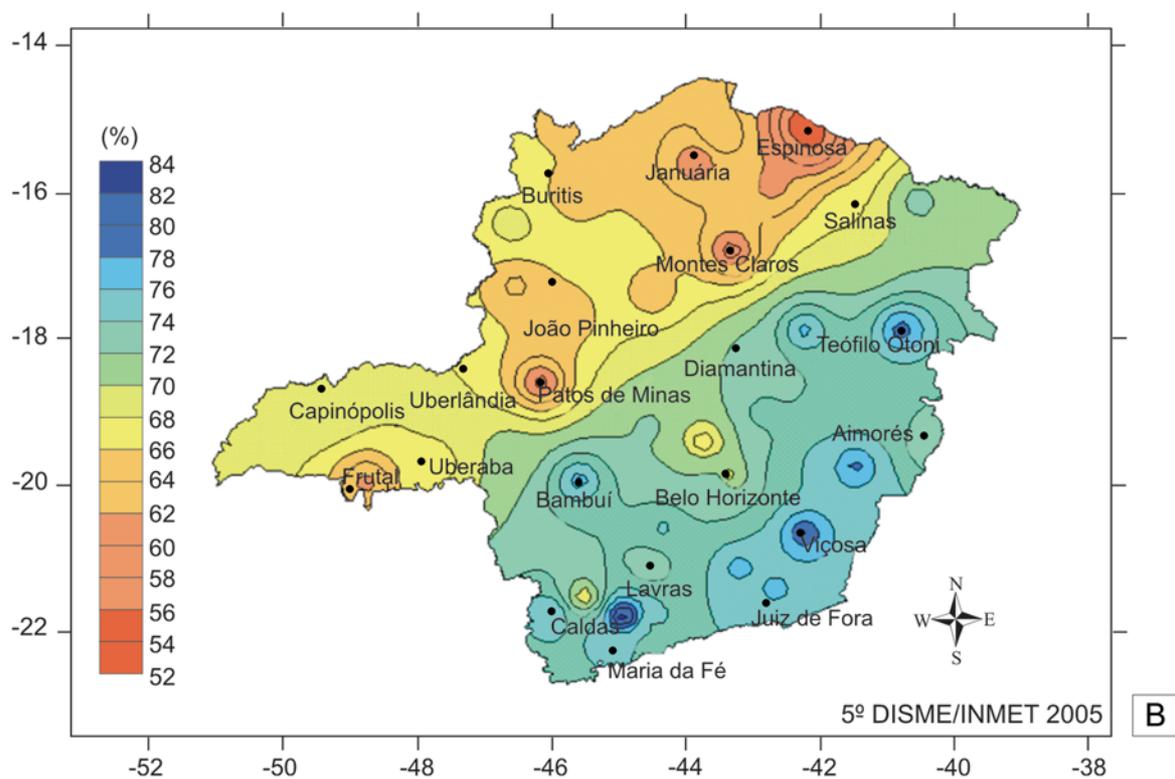
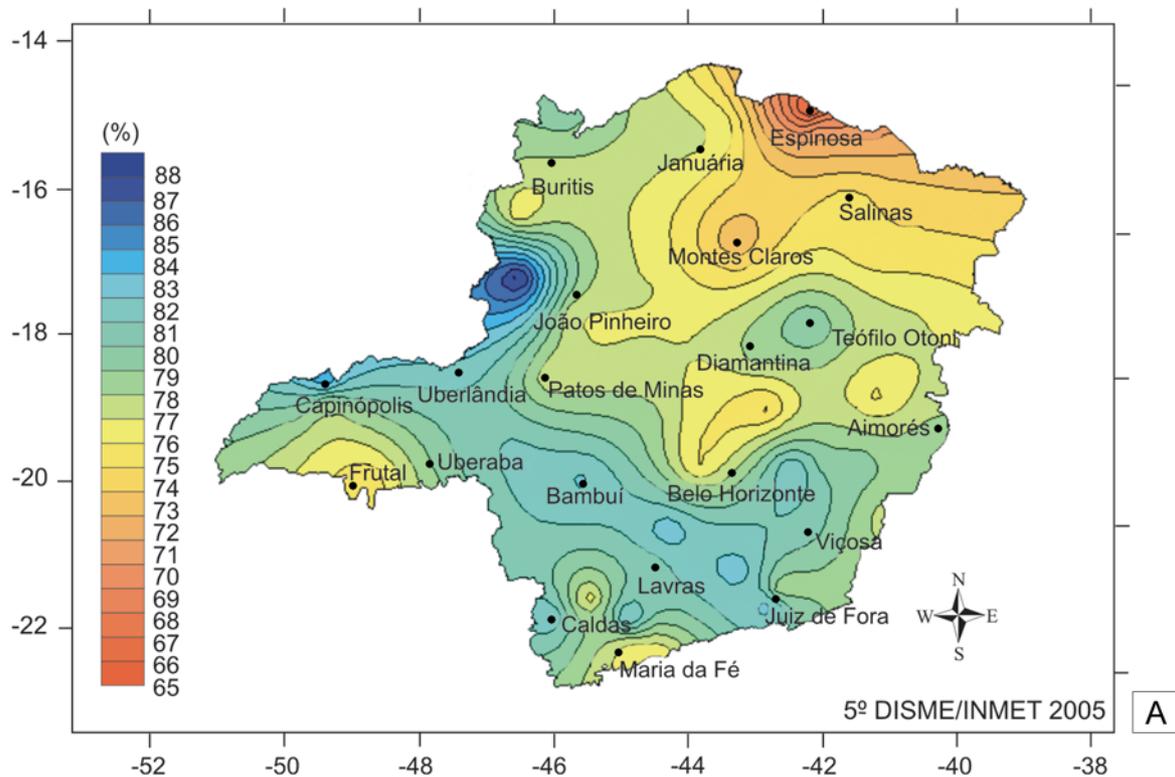


Figura 5 - Umidade relativa média para o verão e o inverno em Minas Gerais

NOTA: Figura 5A - Normal de umidade relativa média, no período 1961-1990, para o mês de janeiro. Figura 5B - Normal de umidade relativa média, no período 1961-1990, para o mês de julho.

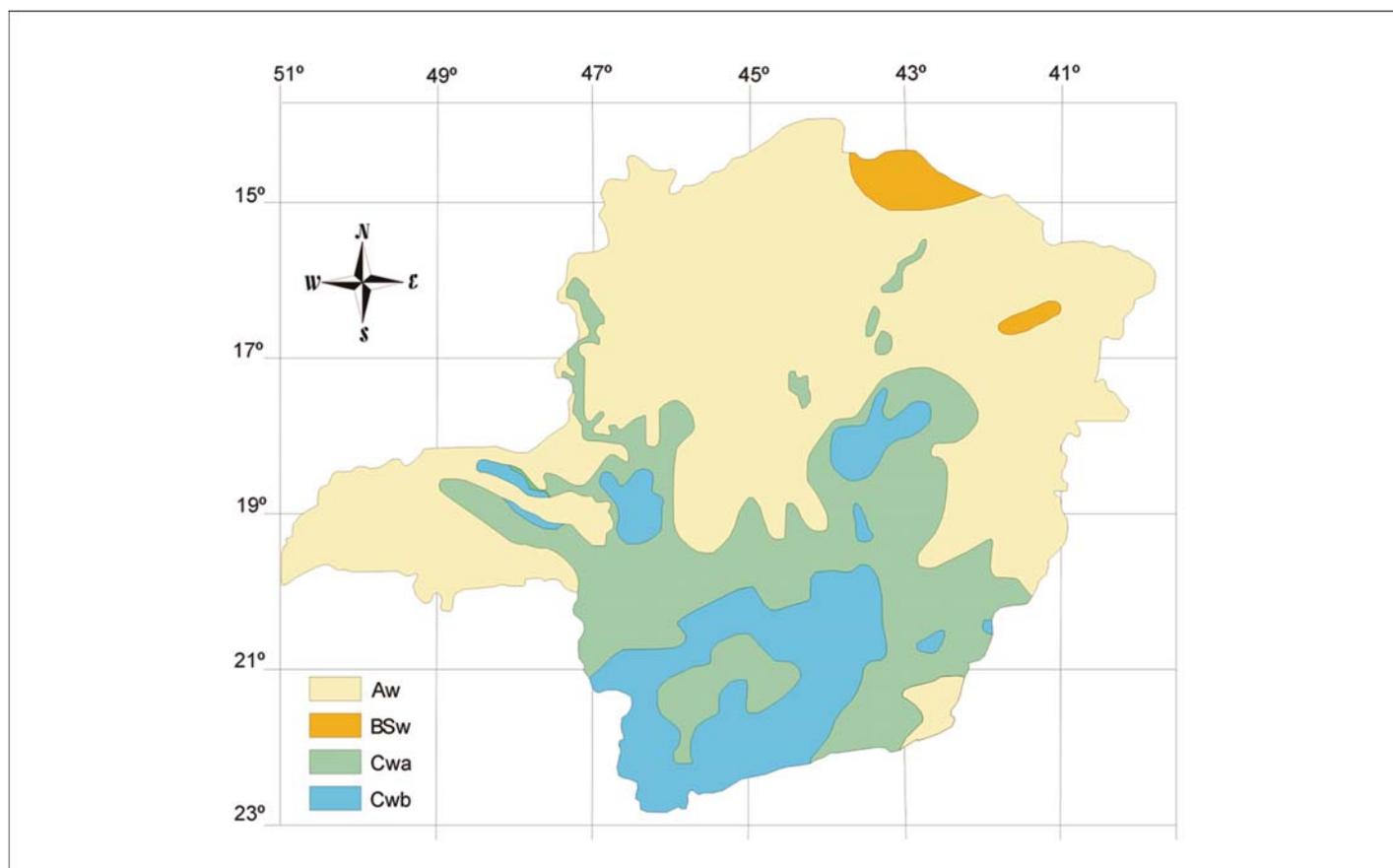


Figura 6 - Distribuição dos tipos climáticos em Minas Gerais, segundo a classificação de Köppen

FONTE: Dados básicos: Antunes (1986).

Modificado por Vianello, com a colaboração de Luciana D'Albuquerque Ferreira.

Para a instalação do vinhedo, é importante considerar a possível ocorrência de geadas nas regiões de cultivo, como indicado na Figura 4.

Classificações climáticas para algumas localidades de interesse

Estas classificações foram realizadas utilizando-se da metodologia proposta por Vianello e Alves (1991) com colaboração de Rebello e Sedyama⁴. Para facilitar a visualização geográfica das localidades estudadas, apresenta-se o mapa de Minas Gerais (Fig. 7) com as respectivas localizações.

A caracterização e avaliação do potencial climático das dez regiões de Minas Gerais, descritas a seguir, foram realizadas através da análise das bases de dados climáticos das respectivas regiões, em particular calculando-se índices climáticos de interesse vitícola.

Uberaba

Aw - tropical chuvoso (megatérmico), com estação seca no inverno. Segundo Köppen, o tipo climático Aw significa clima tropical chuvoso; a temperatura média do mês mais frio, tomando-se por base a temperatura média de muitos anos, é superior a 18°C. A época mais seca, com

duração de quatro a cinco meses, coincide com o inverno, comportando pelo menos um mês com precipitação, em média, inferior a 60 mm. A evapotranspiração potencial acumulada para o ano é de 1.328 mm, estimada pelo método Thornthwaite e corrigida em 28%, a mais, pelo método Penman-Monteith.

Diamantina

Cwb - temperado quente (mesotérmico). A temperatura média do mês mais frio acha-se entre 18°C e -3°C. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e, durante pelo menos quatro meses, é superior a 10°C. A época mais seca, com

⁴Dados fornecidos através de: Cálculo de evapotranspiração potencial pelo método Thornthwaite por E. Rebello e Evapotranspiração de referência para o estado de Minas Gerais por G.C. Sedyama, K.C.F. Mello Júnior e A.R. Santos, em 2005.

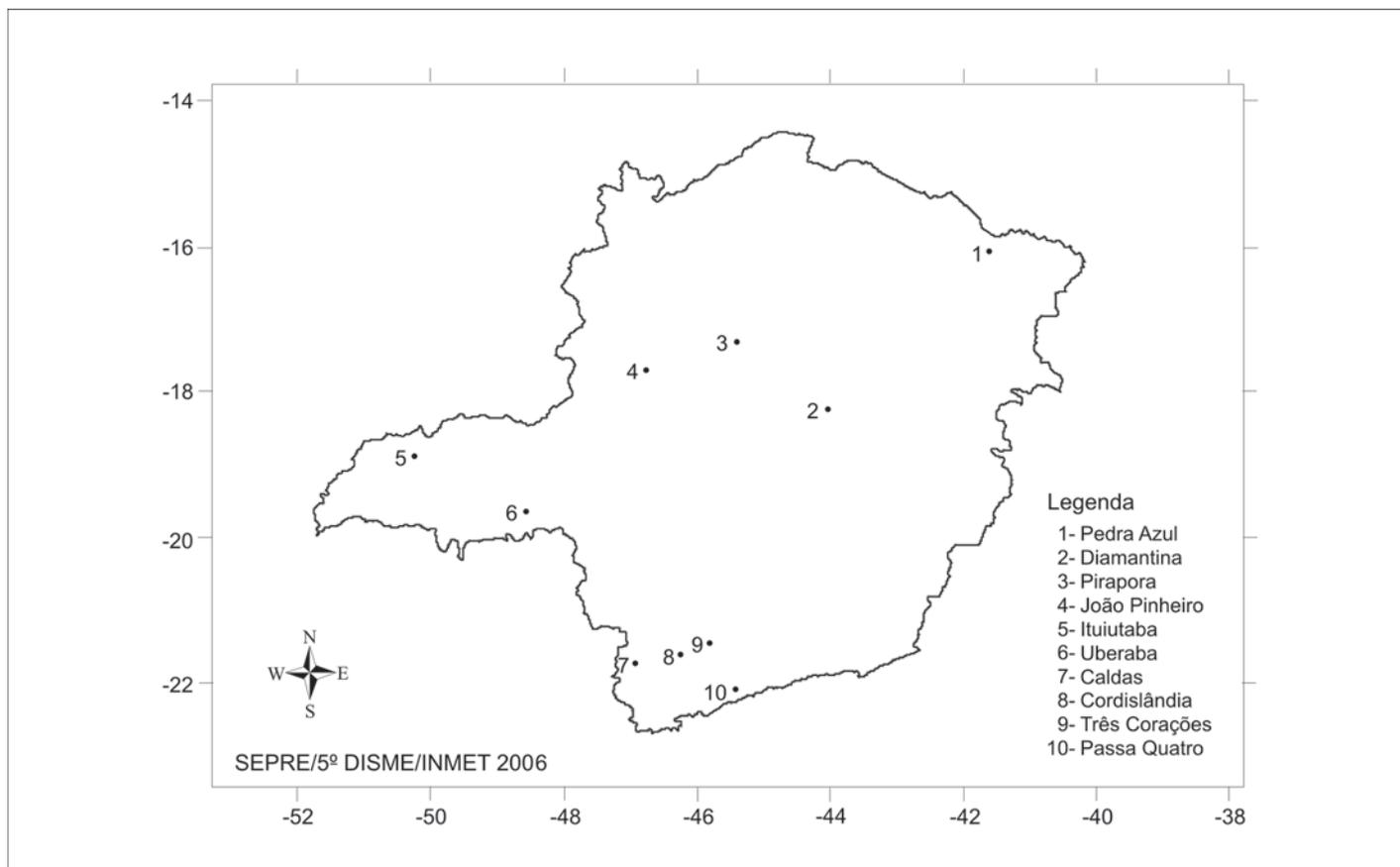


Figura 7 - Estudo do potencial vitivinícola, para alguns municípios de Minas Gerais

duração de quatro a cinco meses, coincide com o inverno, comportando pelo menos um mês com precipitação, em média, inferior a 60 mm. A evapotranspiração potencial acumulada para o ano é de 1.141 mm, estimada pelo método Thornthwaite e corrigida em 41%, a mais, pelo método Penman-Monteith.

Pirapora e João Pinheiro

Aw - tropical chuvoso (megatérmico), com estação seca no inverno. O mês mais frio, tomando-se por base a temperatura média de muitos anos, é superior a 18°C. A época mais seca, com duração de quatro a cinco meses, coincide com o inverno, comportando pelo menos um mês com precipitação, em média, inferior a 60 mm. A evapotranspiração potencial acumulada para o ano é de 1.363 mm, estimada pelo método Thornthwaite e corrigida em 26%, a mais, pelo método Penman-Monteith.

Ituiutaba

Aw - tropical chuvoso (megatérmico), com estação seca no inverno. O mês mais frio, tomando-se por base a temperatura média de muitos anos, é superior a 18°C. A época mais seca, com duração de quatro a cinco meses, coincide com o inverno, comportando pelo menos um mês com precipitação, em média, inferior a 60 mm. A evapotranspiração potencial acumulada para o ano é de 1.379 mm, estimada pelo método Thornthwaite e corrigida em 34%, a mais, pelo método Penman-Monteith.

Pedra Azul

Aw - tropical chuvoso (megatérmico), com estação seca no inverno. O mês mais frio, tomando-se por base a temperatura média de muitos anos, é superior a 18°C. A época mais seca, com duração de quatro a cinco meses, coincide com o inverno, comportando pelo menos um mês com precipitação, em média, inferior a 60 mm. A

evapotranspiração potencial acumulada para o ano é de 1.344 mm, estimada pelo método Thornthwaite e corrigida em 26%, a mais, pelo método Penman-Monteith.

Passa Quatro

Cwb - temperado quente (mesotérmico). A temperatura média do mês mais frio acha-se entre 18°C e -3°C. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e, durante pelo menos quatro meses, é superior a 10°C. A época mais seca, com duração de três a quatro meses, coincide com o inverno, comportando pelo menos um mês com precipitação, em média, inferior a 60 mm. A evapotranspiração potencial acumulada para o ano é de 1.106 mm, estimada pelo método Thornthwaite e corrigida em 26%, a mais, pelo método Penman-Monteith. Como não existia padrão de comparação para Passa Quatro, usou-se a correção com o fator de São Lourenço, pela semelhança climática entre as duas localidades.

Caldas

Cwb - temperado quente (mesotérmico). A temperatura média do mês mais frio acha-se entre 18°C e -3°C. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e, durante pelo menos quatro meses, é superior a 10°C. A época mais seca, com duração de três a quatro meses, coincide com o inverno, comportando pelo menos um mês com precipitação, em média, inferior a 60 mm. A evapotranspiração potencial acumulada para o ano é de 1.109 mm, estimada pelo método Thornthwaite e corrigida em 24%, a mais, pelo método Penman-Monteith. Como não existia padrão de comparação para Caldas, usou-se a correção com o fator de Machado, pela semelhança climática entre as duas localidades.

Três Corações

Cwa - temperado quente (mesotérmico). A temperatura média do mês mais frio acha-se entre 18°C e -3°C. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e durante pelo menos quatro meses é superior a 10°C. A época mais seca, com duração de três a quatro meses, coincide com o inverno, comportando pelo menos um mês com precipitação, em média, inferior a 60 mm. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C.

Os valores médios climatológicos foram obtidos pela média aritmética dos valores das localidades de São Lourenço, Lavras e Machado. A evapotranspiração potencial foi estimada pela média entre São Lourenço e Machado.

Cordislândia

Cwa - temperado quente (mesotérmico). A temperatura média do mês mais frio acha-se entre 18°C e -3°C. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e, durante pelo menos quatro meses, é superior a 10°C. A época mais seca, com duração de três a quatro meses, coincide com o inverno, comportando pelo menos um mês com precipitação, em média, inferior a 60 mm. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C.

Como não existem observações para esta localidade, foram usados os dados

observados em Machado, por ser localidade distante apenas de 25 km e com características climáticas semelhantes.

CLIMA VITÍCOLA EM DISTINTAS REGIÕES DE MINAS GERAIS

O estudo das regiões está focado sobretudo na busca de padrões de qualidade diferencial na produção de vinhos. Por isso, utiliza-se como metodologia de referência para o estudo o Sistema de Classificação Climática Multicritério Geovitícola (CCM) (TONIETTO; CARBONNEAU, 2004), com base em índices climáticos (térmico, nictotérmico de maturação e hídrico), que caracterizam as regiões e que são marcadores da qualidade potencial da uva para vinho.

Tendo em vista que Minas Gerais encontra-se em zona intertropical e possui condições características de clima vitícola com variabilidade intra-anual (clima vitícola que, em condições naturais, muda de classe de clima em função do período do ano no qual a uva pode ser produzida), os índices vitícolas foram calculados para todos os períodos do ano, visando avaliar as diferentes condições climáticas para produção ao longo do ano:

- a) índice heliotérmico IH: informa do potencial heliotérmico ligado à maturação da uva (açúcar, acidez) e ao comprimento do ciclo. Ele incorpora um fator de correção para altas latitudes. A fórmula é a proposta por Huglin (1978):

$$IH = \sum_{01.04}^{30.09} \frac{[(T - 10) + (Tx - 10)]}{2} \cdot k$$

onde,

T = temperatura média do ar (°C);

Tx = temperatura máxima do ar (°C);

K = coeficiente comprimento do dia, variando de 1,02 a 1,06 entre 40 e 50 graus de latitude (para Minas Gerais o coeficiente é 1,00);

- b) índice de frio noturno (IF): informa sobre as condições térmicas relativas ao frio noturno, indicativas para o período de maturação da uva.

(expressão do potencial de cor e aroma - antocianinas e polifenóis). A fórmula é a proposta por Tonietto (1999):

IF = Temperatura mínima do ar (média das mínimas) no mês de maturação da uva, estimado pelos 30 dias precedentes à data de colheita da uva;

- c) precipitação pluviométrica mensal (P): associado ao risco de incidência de doenças fúngicas, incluindo as podridões do cacho, bem como às condições de maturação da uva;
- d) excedente ou déficit hídrico (P-ETc): indicador de condições de maturação da uva, nível de estresse hídrico associado, síntese de polifenóis, tendo sido calculado mês a mês pela precipitação subtraída da evapotranspiração estimada para a cultura (ETc), onde ETc = Kc.ETP. Para efeito desse estudo, foi utilizado 0,8 como o valor do Kc.

Os índices climáticos IH, IF, P-ETc e P, que caracterizam o “clima vitícola com variabilidade intra-anual”, foram calculados para os 12 meses do ano nas regiões de Uberaba, Diamantina, Pirapora, João Píneiro, Passa Quatro, Caldas, Cordislândia, Três Corações, Ituiutaba e Pedra Azul (Gráficos 1 a 10).

O IH foi calculado para o período clássico de seis meses (de 01/10 a 31/03). Foi também incluído o cálculo do IH aplicado a períodos menores, com o objetivo de ter uma estimativa do comprimento do ciclo da videira para diferentes períodos de produção ao longo do ano a partir da data de poda/brotação, sobretudo possível nas regiões mais quentes (ex.: ‘Syrah’ necessita, em condições de clima temperado, de um IH de, aproximadamente, 2.100 para maturar): IH1 = IH do mês; IH3 = IH dos três meses precedentes; IH4 = IH dos quatro meses precedentes e IH5 = IH dos cinco meses precedentes.

As coordenadas geográficas e os dados mensais de temperatura máxima do ar, amplitude térmica diária, umidade relativa do ar e insolação das dez localidades são apresentados no Quadro 1.

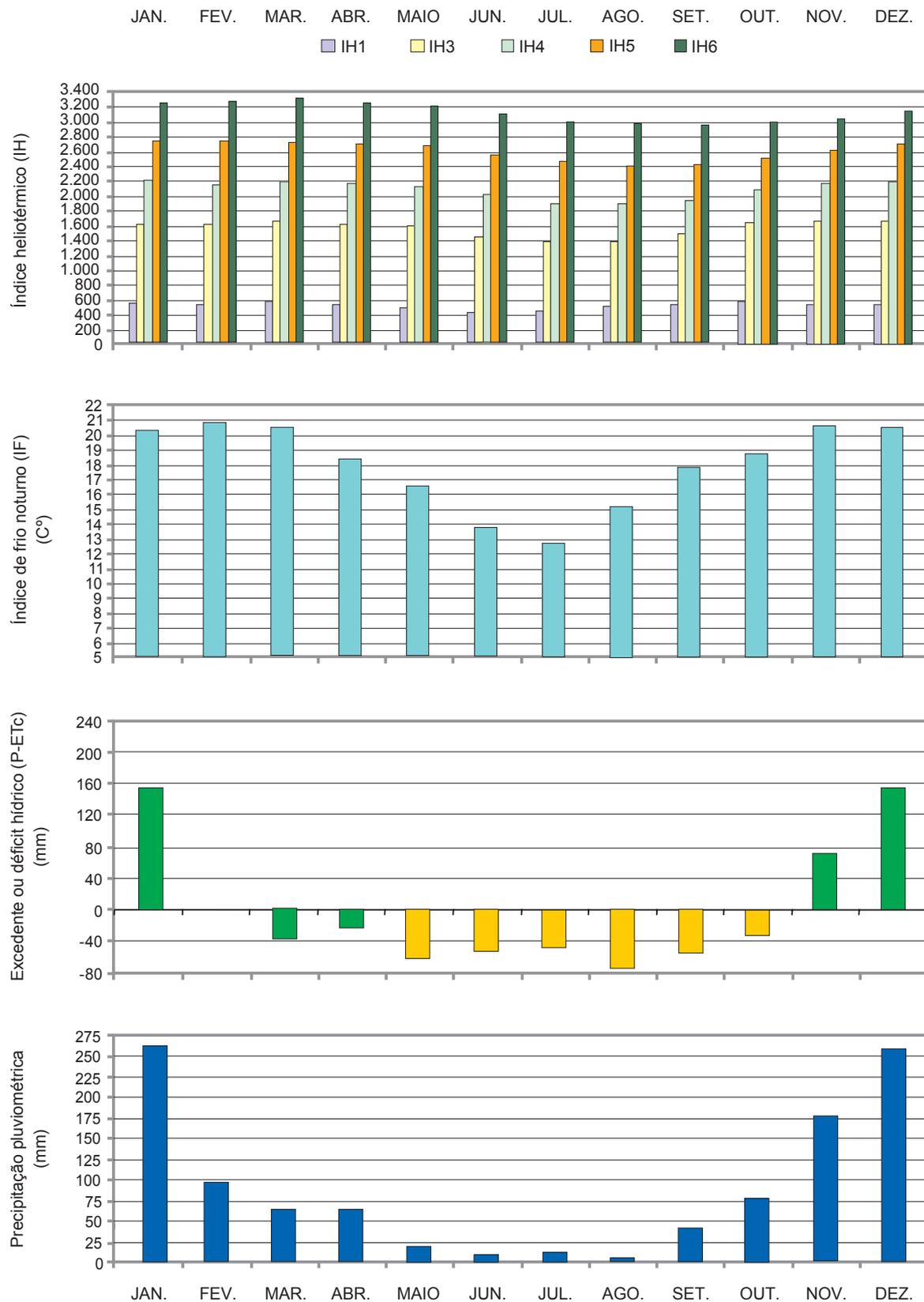


Gráfico 1 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de Pirapora

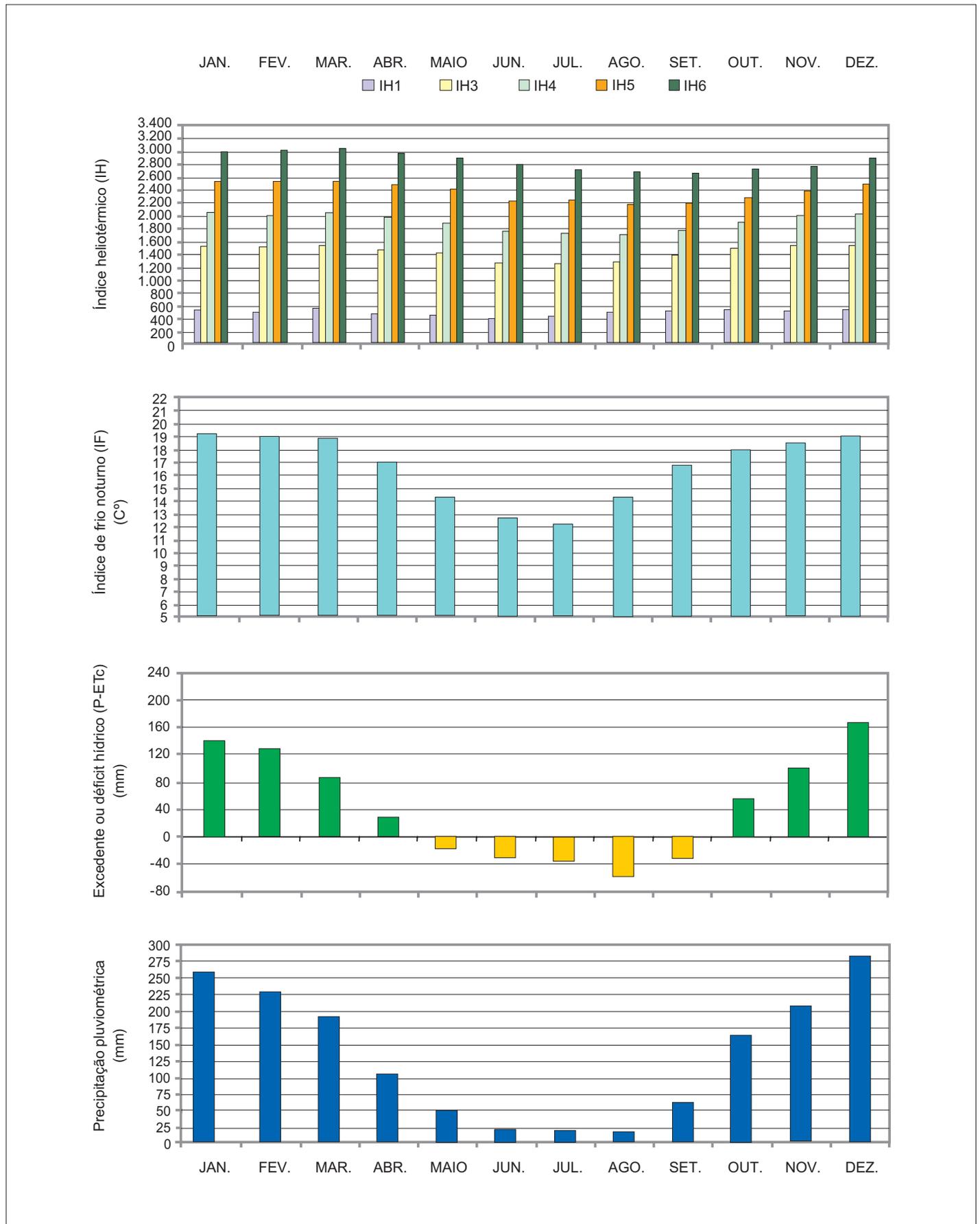


Gráfico 2 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de Uberaba

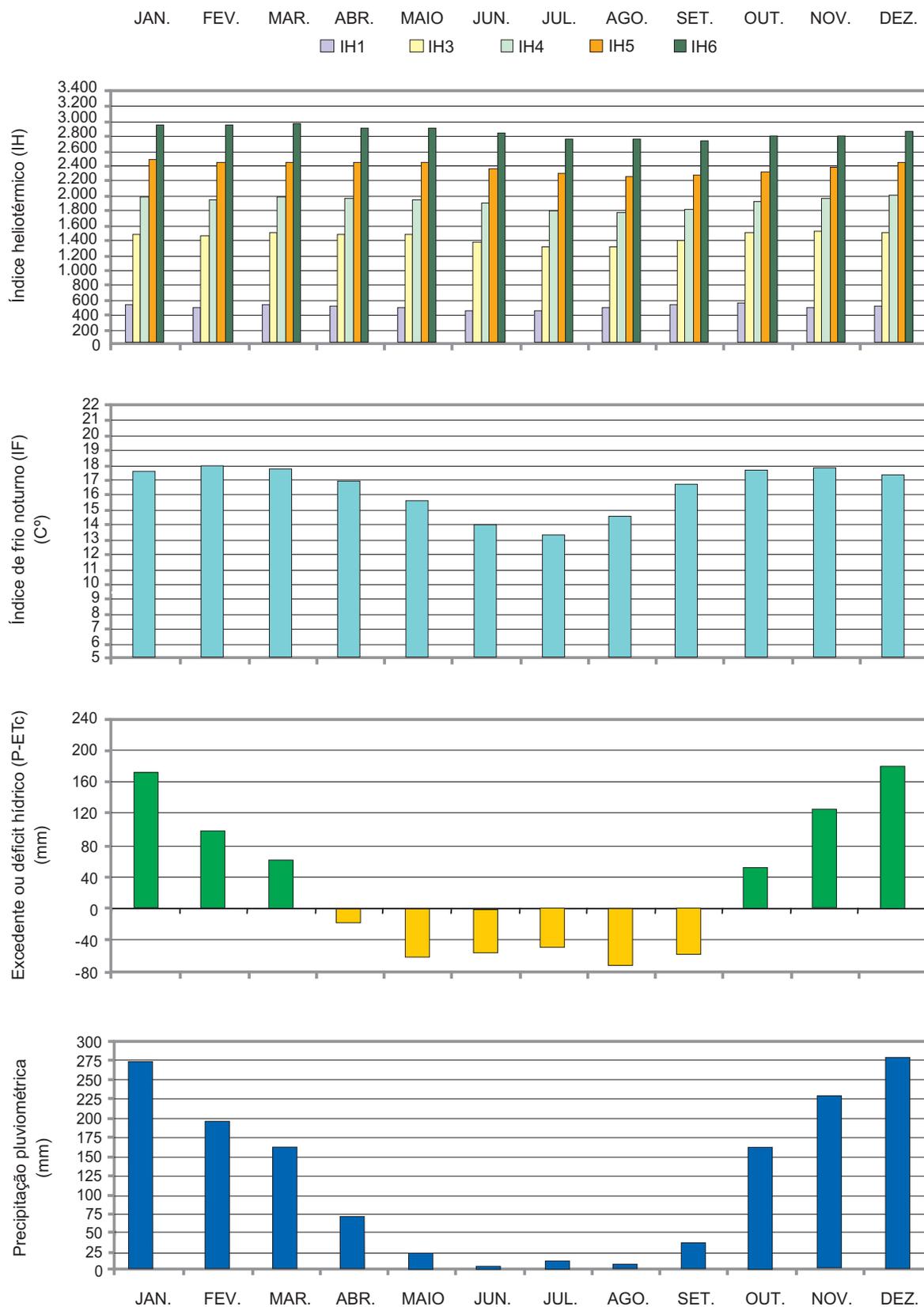


Gráfico 3 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de João Pinheiro

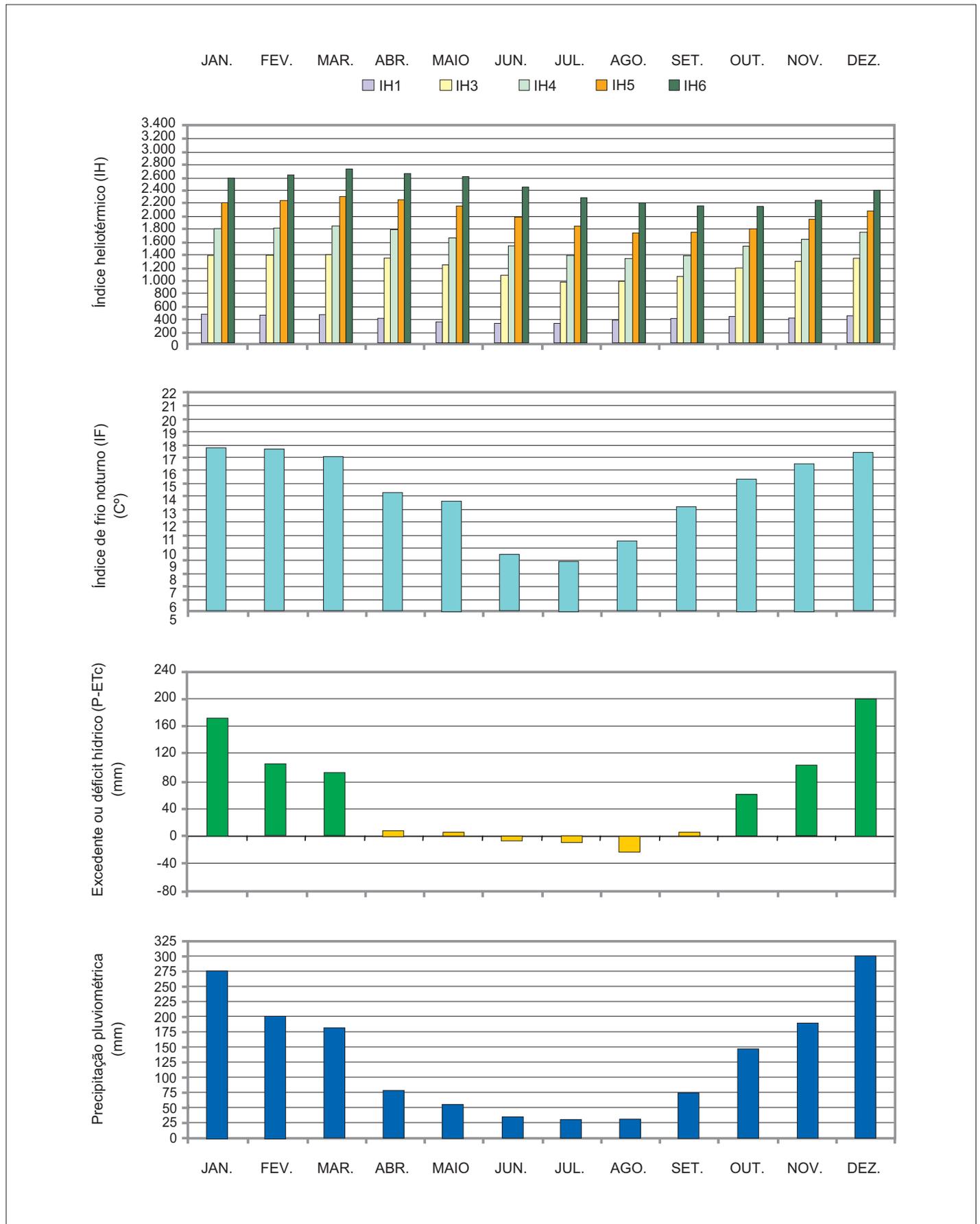


Gráfico 4 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de Cordislândia

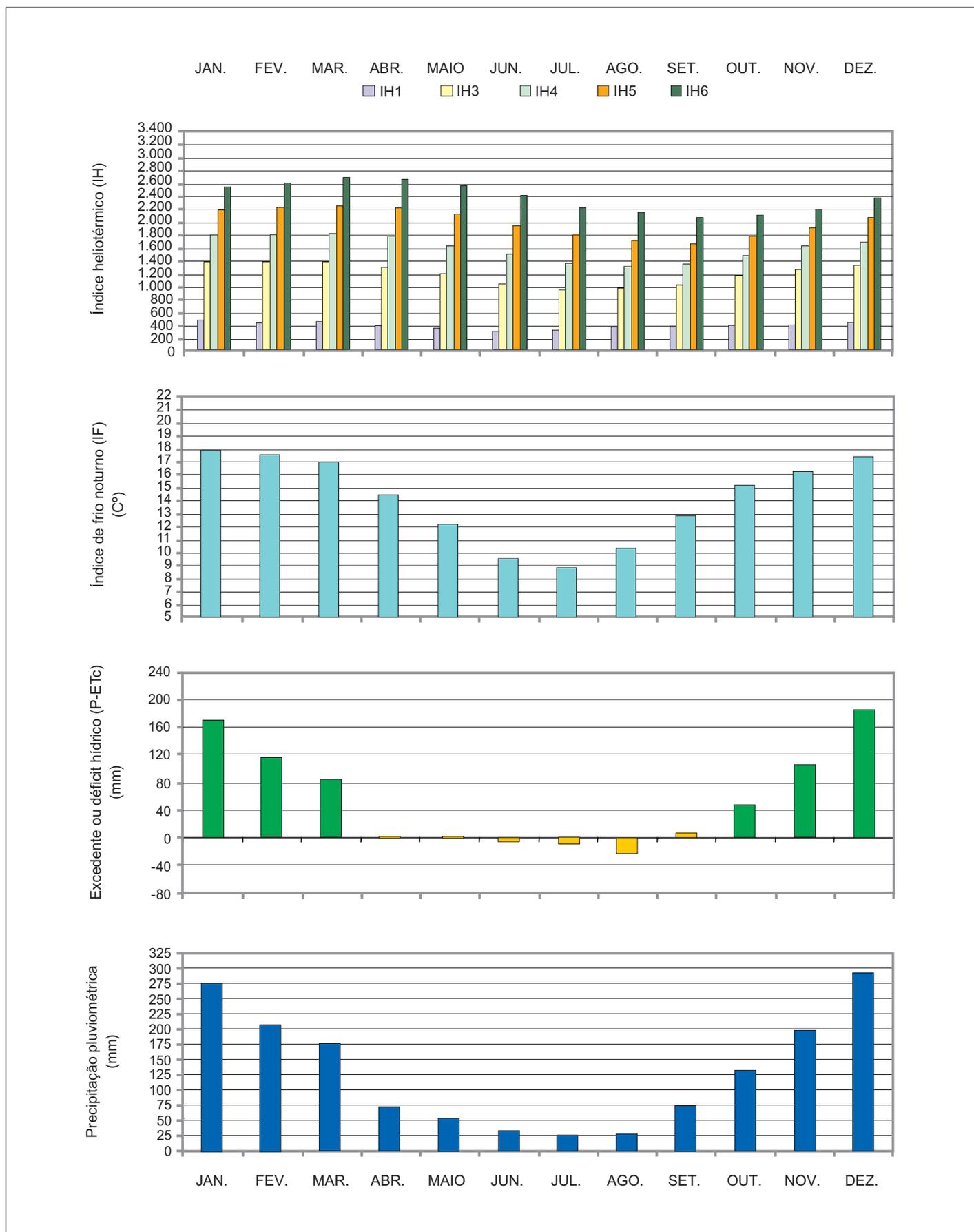


Gráfico 5 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de Três Corações

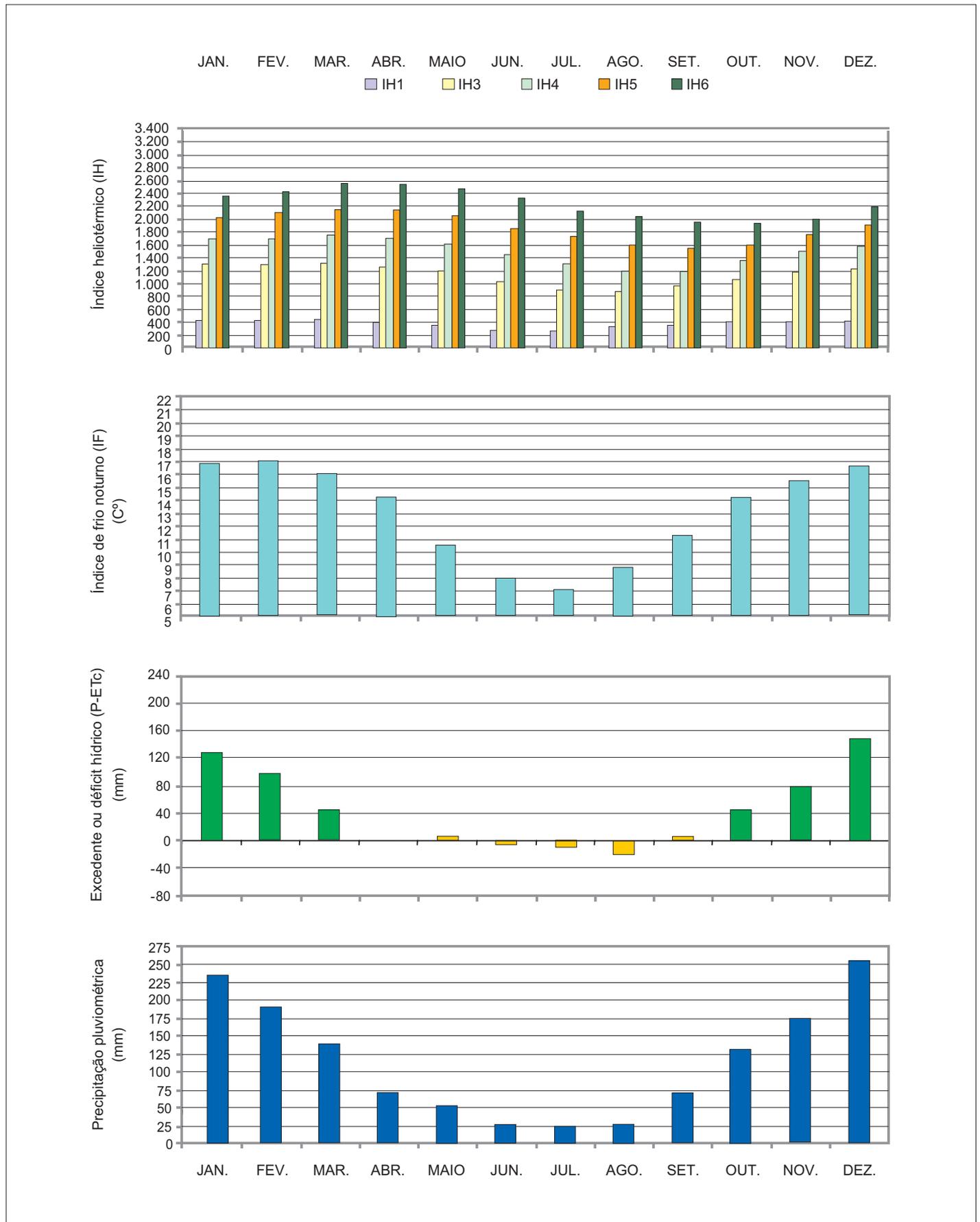


Gráfico 6 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de Passa Quatro

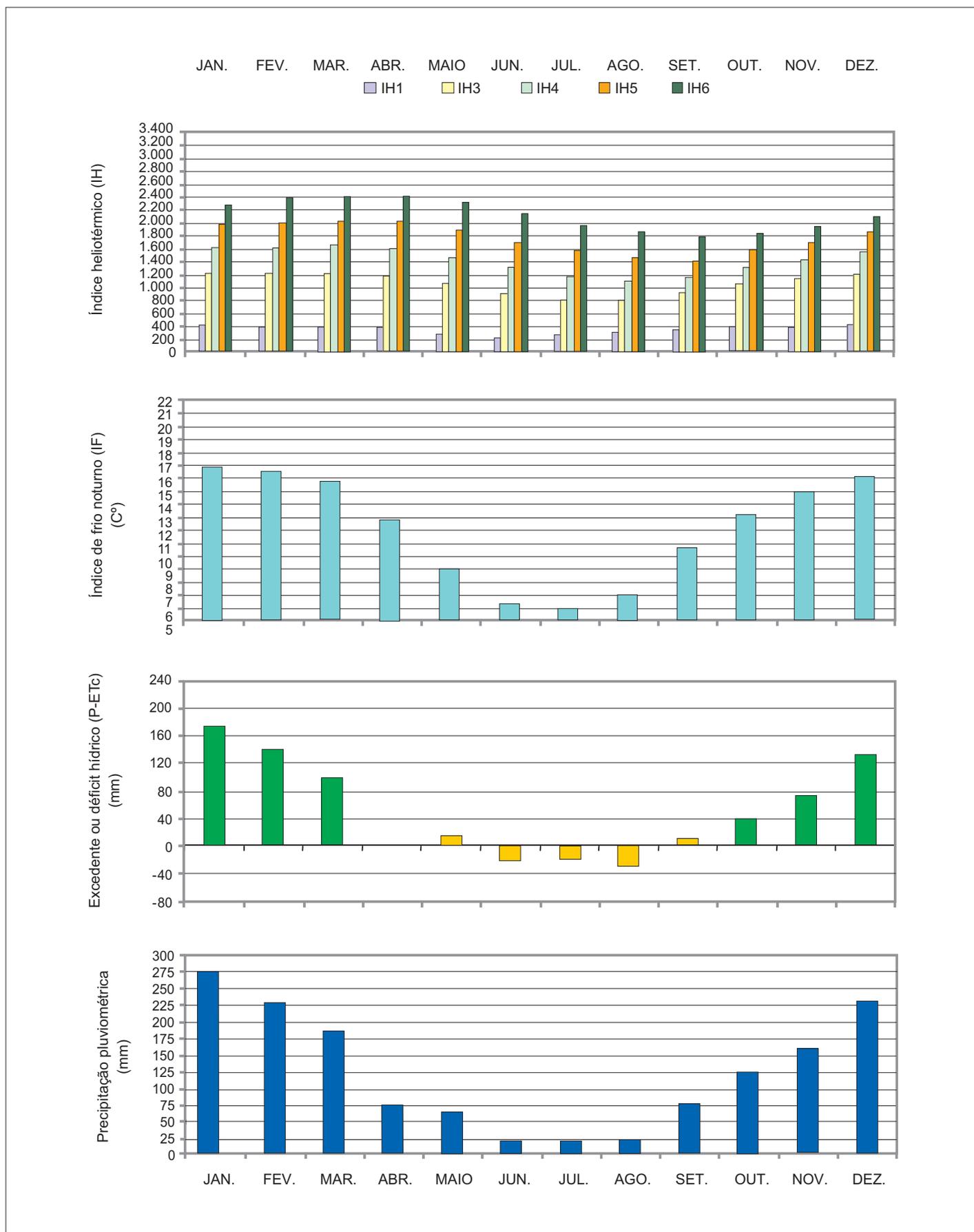


Gráfico 7 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de Caldas

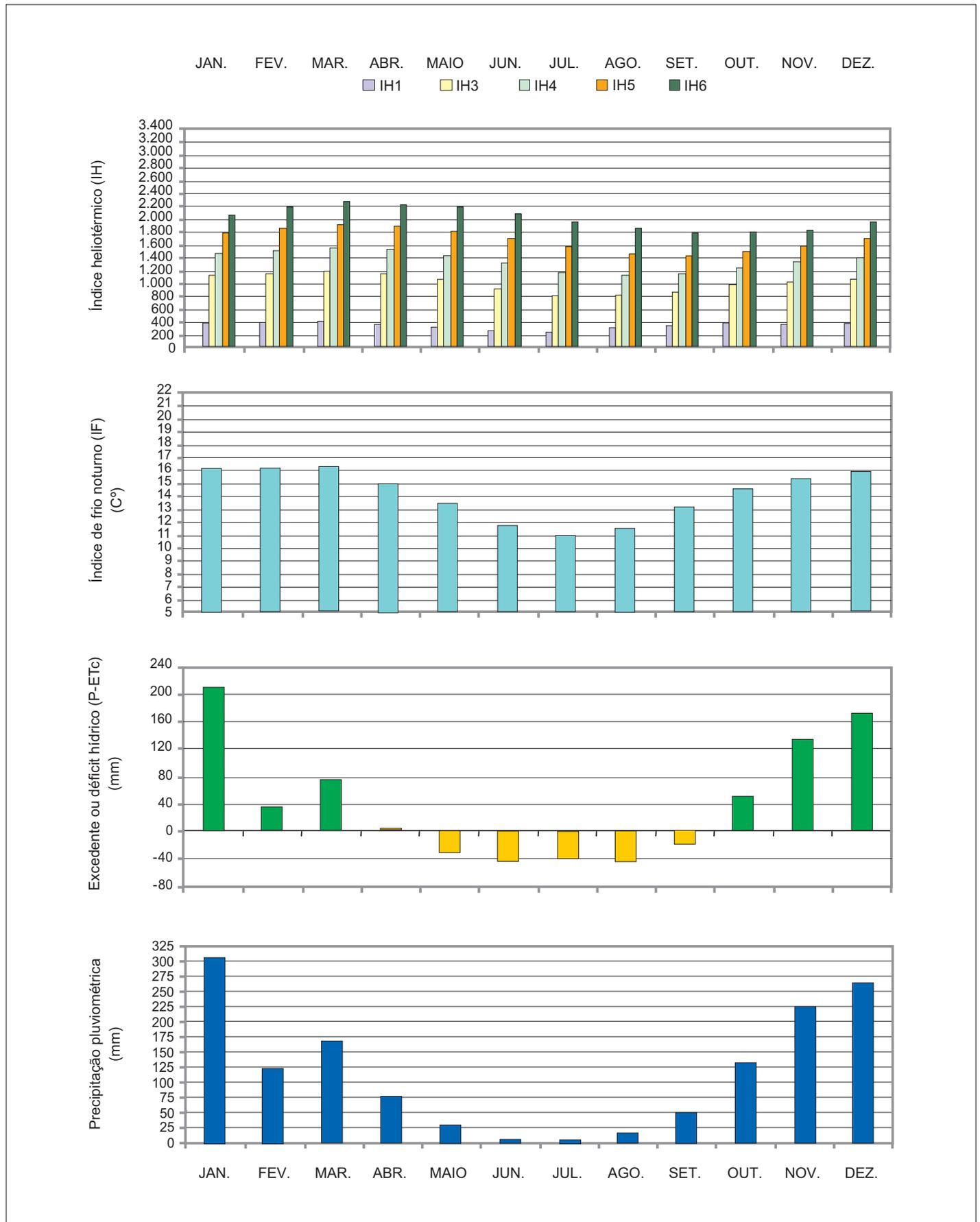


Gráfico 8 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de Diamantina

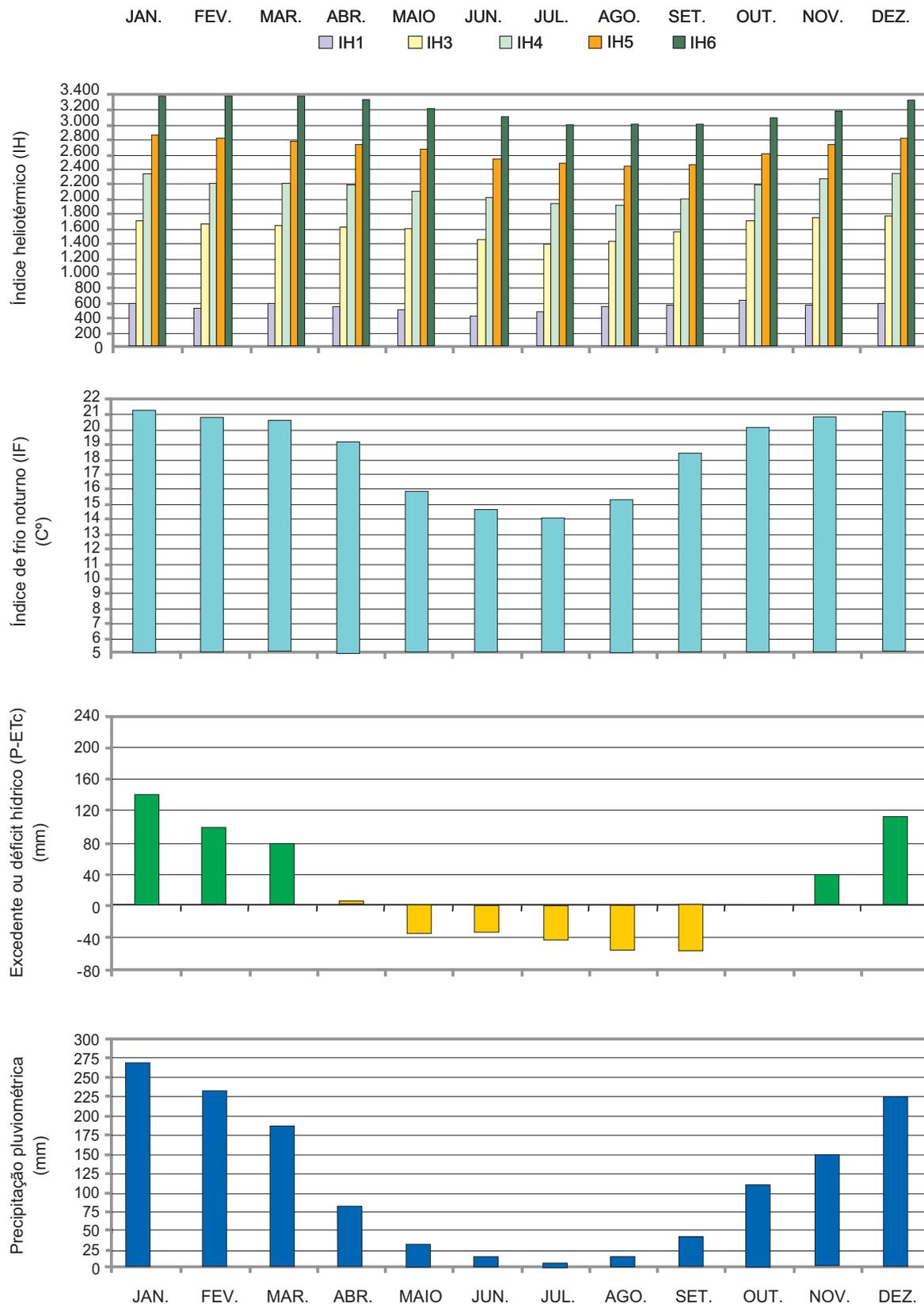


Gráfico 9 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de Ituiutaba

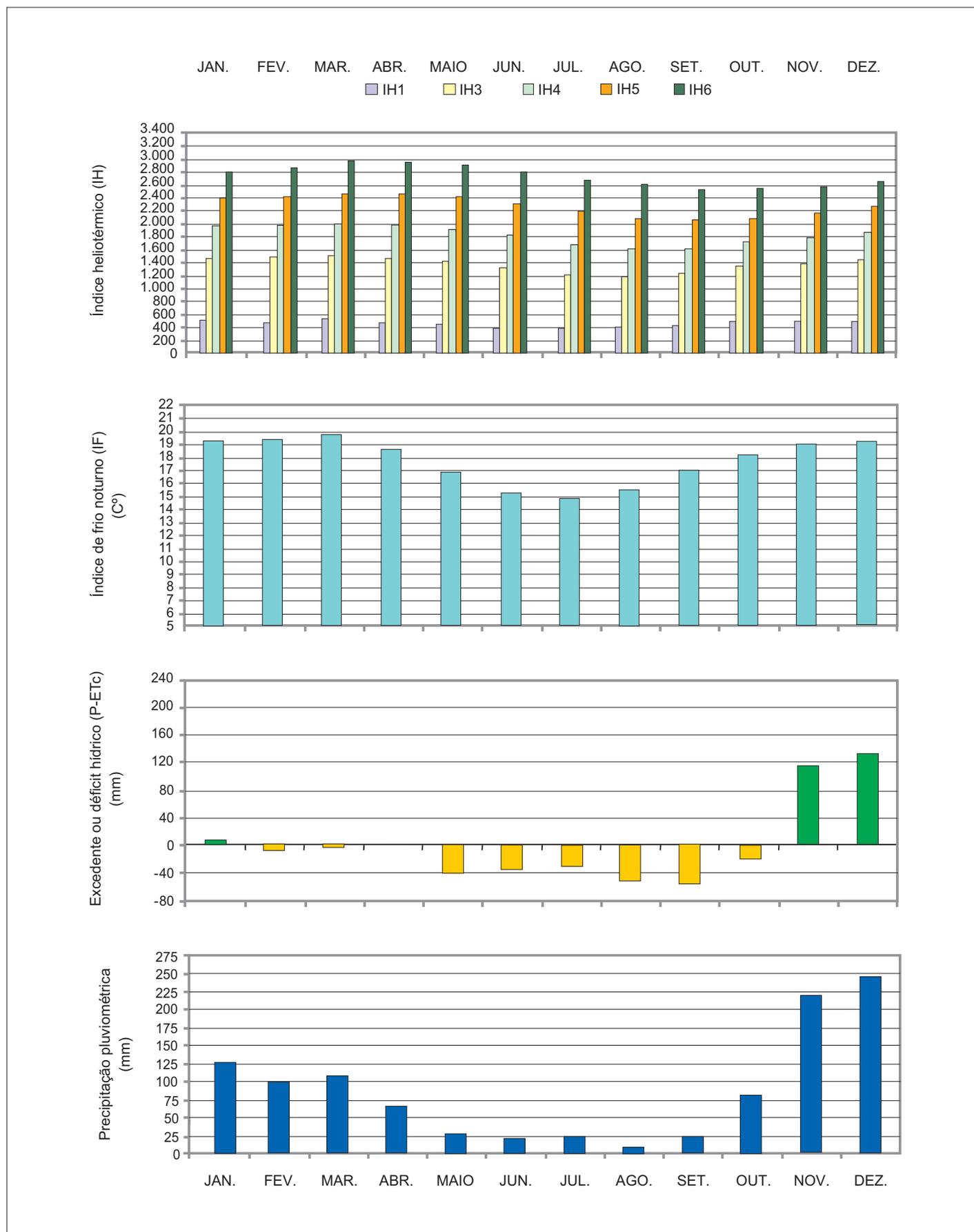


Gráfico 10 - Índices climáticos vitícolas de janeiro a dezembro para a região de Pedra Azul

QUADRO 1 - Localização geográfica e dados climáticos mensais de temperatura máxima do ar, amplitude térmica diária, umidade relativa do ar e insolação de 10 localidades do estado de Minas Gerais

Região	Variável climática	Mês												Ano	
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.		
Pirapora	Temperatura máxima do ar (°C)	30,7	32,2	31,8	30,8	29,8	28,7	28,7	30,5	31,6	32,3	30,8	29,7	30,6	
	Latitude: 17° 21' S	Amplitude térmica diária (°C)	10,3	11,5	11,3	12,4	13,3	15,0	16,1	15,3	13,8	13,6	10,3	9,2	12,7
	Longitude: 44° 55' W	Umidade relativa do ar (%)	78,0	75,0	78,2	78,3	75,5	70,4	64,6	57,3	58,1	60,7	74,5	80,1	70,9
	Altitude: 505 m	Insolação total mensal (horas)	193	220	229	241	255	238	257	268	231	226	177	158	2.695
João Pinheiro	Temperatura máxima do ar (°C)	29,2	29,7	29,9	29,3	28,4	27,4	27,2	27,7	30,5	30,3	28,0	28,4	28,8	
	Latitude: 17° 42' S	Amplitude térmica diária (°C)	11,6	11,8	12,2	12,4	12,8	13,5	13,8	13,0	13,7	12,5	10,0	10,9	12,4
	Longitude: 46° 10' W	Umidade relativa do ar (%)	78,2	76,2	75,2	72,6	64,4	67,3	64,0	58,4	59,3	68,0	73,6	78,9	69,7
	Altitude: 760 m	Insolação total mensal (horas)	190	203	186	237	260	254	273	252	219	218	189	114	2.596
Uberaba	Temperatura máxima do ar (°C)	29,7	30,2	30,3	28,6	27,9	27,2	27,0	29,4	29,9	30,3	29,7	29,2	29,1	
	Latitude: 19° 44' S	Amplitude térmica diária (°C)	10,5	11,2	11,5	11,5	13,6	14,6	14,8	15,2	13,3	12,4	11,3	10,2	12,5
	Longitude: 47° 57' W	Umidade relativa do ar (%)	80,5	80,9	79,5	76,2	74,6	73,1	67,3	58,9	63,0	70,6	75,2	80,4	73,4
	Altitude: 737 m	Insolação total mensal (horas)	193	187	218	232	253	255	256	271	230	230	217	172	2.713
Três Corações	Temperatura máxima do ar (°C)	28,4	28,8	28,2	26,6	25,1	24,0	24,1	25,8	26,6	27,4	27,8	27,6	26,7	
	Latitude: 21° 41' S	Amplitude térmica diária (°C)	10,5	11,1	11,2	12,2	12,8	14,5	15,3	15,5	13,7	12,2	11,5	10,4	12,6
	Longitude: 45° 15' W	Umidade relativa do ar (%)	79,3	77,6	77,3	77,9	77,3	75,5	72,2	67,2	67,7	72,9	75,2	79,3	75,0
	Altitude: 865 m	Insolação total mensal (horas)	189	175	197	200	203	192	222	223	188	182	177	188	2.334
Cordislândia	Temperatura máxima do ar (°C)	28,6	29,0	28,6	27,0	25,2	23,9	24,0	26,0	27,0	27,5	28,0	27,6	26,9	
	Latitude: 21° 40' S	Amplitude térmica diária (°C)	10,8	11,4	11,6	12,8	11,6	14,5	15,2	15,6	13,9	12,2	11,6	10,2	12,6
	Longitude: 45° 55' W	Umidade relativa do ar (%)	77,2	76,4	75,6	74,8	74,5	72,9	68,5	63,5	63,8	69,9	72,6	77,3	72,3
	Altitude: 873 m	Insolação total mensal (horas)	159	158	171	180	185	172	201	195	163	164	161	140	2.050
Caldas	Temperatura máxima do ar (°C)	26,4	26,5	26,2	25,6	22,9	22,5	22,7	24,5	25,4	26,0	26,1	26,2	25,1	
	Latitude: 21° 55' S	Amplitude térmica diária (°C)	9,6	10,0	10,6	12,9	13,9	16,1	16,7	17,6	14,7	12,7	11,2	10,1	13,0
	Longitude: 46° 23' W	Umidade relativa do ar (%)	82,0	82,0	81,0	77,0	78,0	77,0	75,0	70,0	69,0	74,0	77,0	80,0	76,8
	Altitude: 1.150 m	Insolação total mensal (horas)	124	132	142	186	185	181	172	210	152	166	159	141	1.949
Passa Quatro	Temperatura máxima do ar (°C)	26,5	28,3	27,7	26,2	24,3	23,2	23,1	24,9	25,1	26,3	26,6	26,6	25,7	
	Latitude: 22° 23' S	Amplitude térmica diária (°C)	9,8	11,3	11,7	12,0	13,8	15,2	15,9	16,2	13,7	12,1	11,2	10,0	12,7
	Longitude: 44° 58' W	Umidade relativa do ar (%)	77,3	77,1	76,4	76,8	76,6	77,1	74,1	70,0	69,9	72,0	73,9	78,0	74,9
	Altitude: 920 m	Insolação total mensal (horas)	182	164	207	223	234	195	227	245	201	182	200	176	2.436
Diamantina	Temperatura máxima do ar (°C)	24,9	27,8	25,8	23,6	22,5	21,2	21,2	22,7	23,5	24,4	24,2	24,2	23,8	
	Latitude: 18° 15' S	Amplitude térmica diária (°C)	8,8	11,7	9,6	8,7	9,1	9,5	10,2	11,2	10,4	9,8	8,9	8,4	9,7
	Longitude: 43° 36' W	Umidade relativa do ar (%)	79,6	76,1	78,7	79,5	78,4	75,7	73,0	69,8	72,3	75,4	79,6	81,8	76,7
	Altitude: 1.296 m	Insolação total mensal (horas)	191	206	201	202	219	200	246	251	199	176	151	157	2.397
Ituiutaba	Temperatura máxima do ar (°C)	31,3	31,4	31,3	31,5	29,4	28,8	29,7	31,3	32,5	33,5	31,8	31,2	31,1	
	Latitude: 18° 58' S	Amplitude térmica diária (°C)	10,1	10,7	10,8	12,4	13,7	14,2	15,6	16,0	14,2	13,4	11,1	10,1	12,7
	Longitude: 49° 27' W	Umidade relativa do ar (%)	77,8	78,5	78,2	74,7	72,9	69,3	63,1	55,1	58,6	62,5	72,4	76,2	70,0
	Altitude: 604 m	Insolação total mensal (horas)	170	152	189	218	218	213	235	232	179	201	188	175	2.368
Pedra Azul	Temperatura máxima do ar (°C)	29,4	30,1	29,9	28,4	27,2	25,7	25,1	26,3	27,3	28,3	28,2	28,7	27,9	
	Latitude: 16° 00' S	Amplitude térmica diária (°C)	10,1	10,7	10,3	9,8	10,4	10,4	10,3	10,8	10,4	10,1	9,3	9,4	10,2
	Longitude: 41° 28' W	Umidade relativa do ar (%)	75,2	72,3	73,7	75,0	75,2	72,2	72,7	70,1	68,7	72,2	75,0	76,8	73,3
	Altitude: 650 m	Insolação total mensal (horas)	212	204	218	190	186	166	193	208	179	184	154	177	2.270

DIFERENÇAS DO CLIMA VITÍCOLA ENTRE REGIÕES NA ESTAÇÃO ÚMIDA E NA ESTAÇÃO SECA

A qualidade da uva produzida em regiões com disponibilidade hídrica tendendo a ser elevada pode ser afetada negativamente. É por esta razão que há interesse em avaliar o potencial das regiões de Minas Gerais para a produção de uvas no período de seca, visando à busca de padrões diferenciais de qualidade para vinificação. Para tal, compararam-se as regiões de estudo em dois períodos: para o período úmido, utilizaram-se os índices vitícolas dos Gráficos de 1 a 10 (IH, IF, P-ETc, P), relativos ao mês de janeiro e para o período seco, utilizaram-se os índices relativos ao mês de julho.

Foi realizada uma análise de componentes principais (ACP) sobre os quatro índices (IH, IF, P-ETc, P) dos dois períodos referidos (seco e úmido), para as dez regiões. Os resultados da ACP são apresentados na Figura 8.

Observam-se, na Figura 8, dois grandes agrupamentos. Um, representado pela estação seca (cor laranja) e outro, pela estação úmida (cor azul), caracterizando situações totalmente distintas do ponto de vista das condições térmicas e hídricas para todas as regiões nas duas estações.

Na análise comparativa entre regiões, identificam-se quatro agrupamentos entre regiões (Fig. 8), explicados sobretudo pelas diferenças de potencial térmico e nictotérmico, que é menor no agrupamento 1, formado por Caldas, Passa Quatro e Dia-

mantina. Essa condição climática mais fria mostra um potencial para a produção da uva em ciclo normal (poda em agosto e colheita em janeiro/fevereiro). Ao tomarmos como exemplo o ciclo da cultivar ‘Cabernet sauvignon’ para Caldas (SOUZA et al., 2002), pode-se observar que, nessas condições, a videira brota em setembro e floresce em outubro. O período de maturação inicia-se em dezembro e a colheita em fevereiro, coincidindo com a época de maiores precipitações pluviométricas, o que limita as possibilidades de obter vinhos de qualidade, em razão dos efeitos negativos do excesso de chuvas à maturação da uva, notadamente da maturação fenólica (GUERRA, 2002). A princípio, a produção de vinhos nessas regiões, que coincide com o período úmido, deverá ser orientada para vinhos brancos tranquilos e espumantes e, eventualmente, tintos leves para pronto consumo. Neste último caso, deve-se atentar para a escolha de variedades de ciclo curto ou, no máximo, de meia estação, como por exemplo a ‘Merlot noir’, de forma que evite que o longo período de maturação ocorra sob condições climáticas desfavoráveis, afetando-as negativamente, tanto pela diluição dos constituintes da uva, como pelo ataque das podridões diversas às bagas.

Os agrupamentos 2, 3 e 4 apresentam potencial térmico crescente em relação ao agrupamento 1 (Fig. 8).

No agrupamento 2 estão Três Corações e Cordislândia. Utilizando-se o ciclo normal, estas regiões assemelham-se ao potencial daquelas do agrupamento 1, embora sejam um pouco mais quentes. Nessas condições, as cultivares mais vigorosas e que respondam bem a uma poda de verão podem ser indicadas para a produção no ciclo de outono, com poda no início do ano (janeiro) e colheita no período seco, preferencialmente nos meses de junho a agosto. Dessa forma, o período de colheita ocorrerá em condições de solo seco, dias ensolarados e noites frescas com maior amplitude térmica. Para Três Corações, os primeiros resultados obtidos mostram que a cultivar Syrah presta-se a esse tipo de

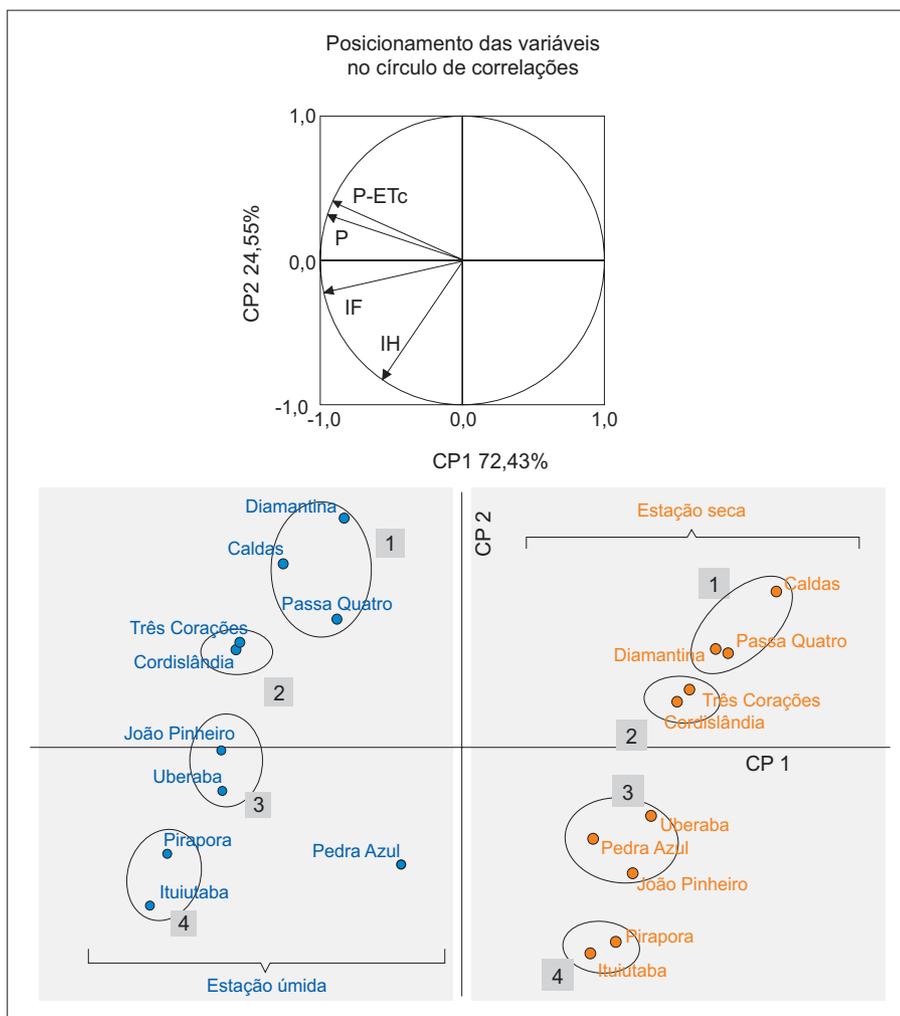


Figura 8 - Análise de componentes principais (APC) - clima vitícola de regiões de Minas Gerais

manejo e que as uvas colhidas no inverno apresentam melhor potencial de maturação do que aquelas produzidas no verão (AMORIM et al., 2005). Espera-se que as uvas colhidas nessas regiões originem vinhos com bom equilíbrio entre álcool e acidez, pois as temperaturas mais baixas verificadas entre os meses de junho e julho contribuem para a manutenção de maiores teores de acidez na baga, uma vez que a combustão respiratória do ácido málico é mais intensa em temperaturas próximas a 30°C (TODA, 1991). Outras cultivares vigorosas, tais como 'Cabernet sauvignon', 'Tempranillo' e 'Sauvignon' já se encontram em fase de experimentação em Cordislândia. É de se esperar que as regiões desse agrupamento sirvam à produção de vinhos tintos e brancos mais encorpados com expressão aromática. Nessas condições, cultivares pouco vigorosas ('Chardonnay', 'Pinot', 'Merlot') parecem apresentar dificuldade para um novo ciclo vegetativo. Entretanto, é de se supor que poderiam prestar-se à elaboração, em ciclo normal de verão, de vinhos brancos tranquilos, espumantes ou ainda de vinhos tintos jovens para consumo imediato. É importante avaliar o risco de ocorrência de geadas na estação seca dessas regiões.

As localidades inseridas nesse agrupamento estão situadas no centro da região produtora de café do Sul de Minas Gerais. O cafeeiro não tolera a geada e por esta razão é cultivado nas partes mais altas das propriedades. As zonas de encosta situadas logo abaixo das parcelas cultivadas com o café podem prestar-se perfeitamente ao cultivo da videira, oferecendo alternativas interessantes para diversificação da exploração agrícola.

Finalmente, há que se considerar ainda que o volume de precipitações que ocorre nessa região durante os meses de novembro a março, aliados à natureza argilosa da maioria dos terrenos de vocação agrícola, normalmente permitem à videira completar um novo ciclo vegetativo e produtivo, a partir da poda de verão (janeiro), sem necessidade de irrigação complementar. Avaliações do potencial hídrico de base e das

trocãs gasosas foliares executadas em videiras da cultivar Syrah enxertada sobre o porta-enxerto 101-14, em vinhedo não irrigado, no período de abril a julho, demonstraram não haver quaisquer restrições à transpiração foliar e assimilação do carbono atribuídas ao déficit hídrico (AMORIM et al., 2005).

No agrupamento 3, estão Uberaba e João Pinheiro. Nestas regiões, e a exemplo do agrupamento 2, a produção de vinhos finos deveria concentrar a colheita das uvas nos meses de junho a agosto. Como trata-se de regiões mais quentes e com evapotranspiração mais elevada, o emprego da irrigação deve ser generalizado, sem o qual as restrições hídricas afetariam o desenvolvimento da videira no segundo ciclo.

A possibilidade de ocorrência de míldio no período úmido (sobretudo na floração) seria um fator de risco que não recomendaria a poda no mês de janeiro, mas sim no mês de março, visando induzir um novo ciclo vegetativo fora do período de maior ocorrência de chuvas (janeiro/fevereiro). As temperaturas mais elevadas verificadas nesse período permitem a brotação da videira e não constituem um fator limitante. Aliás esse manejo já é empregado em Pirapora pelos produtores de uvas para consumo *in natura*, para variedades da espécie *Vitis vinifera*. Nessas condições, poderiam ser buscadas a produção de vinhos tintos e brancos com maior teor de açúcar e mais encorpados.

Se comparado com o agrupamento 2, as temperaturas mais elevadas verificadas no momento da colheita deverão propiciar vinhos com teores alcoólicos mais elevados e acidez mais baixa, notadamente em razão da maior degradação do ácido málico pelo metabolismo respiratório das bagas (CHAMPAGNOL, 1984; TODA, 1991).

Um projeto em desenvolvimento, instalado no ano de 2003, em João Pinheiro, tem mostrado um excelente desenvolvimento da cultivar Syrah. Nos dois primeiros anos de cultivo, esta variedade mostrou-se vigorosa e com boa indução à frutificação. A primeira safra, para validação do potencial qualitativo dos vinhos, foi

colhida em agosto de 2006. Outras variedades mais vigorosas, como 'Cabernet sauvignon', 'Malbec', 'Tannat' e 'Sauvignon blanc' também merecem ser testadas.

No agrupamento 4, estão Pirapora e Ituiutaba sendo mais quentes que Uberaba e João Pinheiro. Nessas condições, o potencial vitícola assemelha-se ao do agrupamento 3, contudo com um ciclo vegetativo potencialmente um pouco mais curto e condições nictotérmicas de maturação mais quentes. A princípio recomenda-se também para essa região que o ciclo produtivo das videiras comece a partir da poda de produção em março, para evitar o excesso de precipitações dos meses de janeiro e fevereiro. É de se supor ainda que, a exemplo do que deve ocorrer em João Pinheiro, os vinhos originados dessa região tenham teores alcoólicos mais elevados e acidez mais baixa em razão das temperaturas elevadas no momento da colheita.

Já para Pedra Azul, verifica-se que o período de seca é assemelhado à condição de Uberaba e João Pinheiro, enquanto que na estação úmida ele se distingue por apresentar uma condição menos úmida que a padrão das demais regiões e menor amplitude térmica no período seco. Isto pode orientar para a possibilidade de poda da videira no início do ano, com menores riscos de doenças fúngicas, e com a colheita nos meses de junho/julho, onde o índice de frio noturno é o mais baixo para a região e, potencialmente, pode favorecer a qualidade da uva para vinificação, incluindo vinhos tintos de guarda.

Na análise global, o excedente hídrico verificado nos meses de novembro a março é o principal fator climático limitante para a produção de vinhos finos em todas as regiões analisadas de Minas Gerais, notadamente quando se buscam vinhos tintos encorpados e com potencial para envelhecimento. Por isso, torna-se necessário alterar o ciclo da videira para o outono-inverno seco. Por outro lado, em regiões onde a alteração do ciclo da planta encontrar limitações térmicas (caso de Caldas, Passa Quatro e Diamantina), ou que as

cultivares empregadas não responderem a uma dupla poda anual, as alternativas encontradas para elaboração de vinhos finos deveriam orientar-se para os vinhos brancos tranquilos e espumantes, e eventualmente para *rosés* ou tintos jovens.

De forma complementar aos índices climáticos apresentados para as diferentes regiões em estudo (Gráficos 1 a 10), o Quadro 1 apresenta um conjunto de dados climáticos de interesse para subsidiar a análise das características e do potencial vitícola de cada região. Uma avaliação consistente do potencial das diferentes regiões somente poderá ser feita a partir de avaliação nas condições locais, tendo em vista as interações complexas que ocorrem na relação clima-solo-videira, resultando em uvas com características específicas que devem ser avaliadas quanto ao seu potencial enológico e às características sensoriais dos vinhos.

Por essa razão, a EPAMIG desenvolve experimentos em rede, os quais visam avaliar o comportamento agrônomico de diversas cultivares de videiras em diferentes regiões do Estado. Como já foi citado anteriormente, hoje existem projetos em desenvolvimento em João Pinheiro, Cordislândia, Pirapora, Diamantina e Três Corações. Em cada uma dessas regiões optou-se por um elenco de cultivares que poderá exprimir o potencial enológico regional, buscando-se sempre a elaboração de um determinado tipo de vinho que possa exprimir alguma identidade regional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A componente climática será sem dúvida a principal variável que determinará o perfil dos vinhos a serem obtidos em cada região vitícola. Certamente ocorrerão casos em que as limitações térmicas não permitirão alterar o ciclo da videira. Dessa forma, há que escolher aquelas cultivares mais adaptadas ao ciclo normal da videira, como as cultivares precoces ou, no máximo, de meia estação, voltadas à produção de vinhos brancos ou jovens. Por outro lado regiões como a cafeeira do Sul de Minas (situada em altitudes próximas a 900 metros) e outras localizadas mais ao norte, como as

do Vale do Rio Paracatu (João Pinheiro), Vale do Rio São Francisco e Vale do Jequitinhonha poderão surpreender muito o cenário vitícola brasileiro, oferecendo condições para obtenção de vinhos tintos encorpados e com potencial de envelhecimento. O maior atributo dessas regiões seria o fato de que elas oferecem a possibilidade de intervenção humana no ciclo da videira, desviando a colheita para uma época que apresenta um período de seca bem definido, associado a variações de temperatura entre dia e noite bastante consideráveis, condição sabidamente promotora de bom potencial de amadurecimento para as uvas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, D.A. de; FAVERO, A.C.; REGINA, M. de A. Produção extemporânea da videira, cultivar Syrah, nas condições do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.327-331, ago. 2005.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, ano 12, n.138, p.9-13, jun. 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961 - 1990)**. Brasília, 1992. 84p.

CHAMPAGNOL, F. **Elements de phy-siologie de la vigne et de viticulture generale**. Montpellier: Déhan, 1984. 351p.

CONCEIÇÃO, M.A.F.; TONIETTO, J. Potencial climático para a produção de uvas para a elaboração de vinhos finos no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.404-407, dez. 2005.

CUPOLILLO, F. **Períodos de estiagem durante a estação chuvosa no estado de Minas Gerais: espacialização e aspectos dinâmicos relacionados**. 1997. 148p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GUERRA, C.C. Maturação da uva e condução da vinificação para elaboração de vinhos finos. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1., 2002, Andradas. [Anais]... Viticultura e enologia: atualizando conceitos. Caldas: EPAMIG-FECD, 2002. p.279-292.

HUGLIN, P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR L'ÉCOLOGIE DE LA VIGNE, 1., 1978, Constanta, Roumanie. [Proceedings]... Bucaresti: Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, 1978. p.89-98.

NUNES, G.S. de, ANDRÉ, R.G.B.; VIA-NELLO, R. L.; MARQUES, V. da S. Estudo da distribuição de radiação solar incidente sobre o Brasil. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v.4, n.2, p.5-30, dez. 1979.

SOUZA, C.M. de; REGINA, M. de A.; PEREIRA, G.E.; FREITAS, G. de F. Indicação de cultivares de videira para o Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1., 2002, Andradas. [Anais]... Viticultura e enologia: atualizando conceitos. Caldas: EPAMIG-FECD, 2002. p.277-286.

TODA, F.M. de. **Biologia de la vid: fundamentos biológicos de la viticultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. 346p.

TONIETTO, J. **Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France: méthodologie de caractérisation**. 1999. 233p. (Thèse Doctorat) - École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier - ENSAM.

_____; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.124, n.1/2, p.81-97, July 2004.

_____; _____. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada a 100 regiões em 30 países. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9., 1999, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. p.75-90.

VIANELLO, R. L. Estudo preliminar da climatologia dinâmica do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, ano 12, n.138, p.6-8, jun. 1986.

_____; ABREU, M.L.; NUNES, H.M.T.; MOREIRA, J.L.B. Verão anômalo 2003-2004 em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004.

_____; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 449p.