

Capítulo 3

Clima vitícola

Maria Emília Borges Alves
Eliseu José Weber
Jorge Tonietto

Introdução

A região da Indicação de Procedência (IP) Campanha Gaúcha se enquadra como clima do tipo Subtropical¹ segundo o sistema de classificação climática de Péguy (1970).

A seguir são apresentadas as características do clima da área delimitada da IP Campanha Gaúcha, que identificam o seu potencial vitícola, bem como elementos associados ao risco climático vitícola da região².

Clima da região da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha

Sistemas atmosféricos

Como toda a região Sul do Brasil, o território sul-rio-grandense situa-se em zona climaticamente de transição e, por isso, as principais características climáticas da área de estudo refletem a participação tanto dos Sistemas Atmosféricos Extratropicais (massas e frentes polares), quanto dos Intertropicais (massas tropicais e Correntes Perturbadas), embora os primeiros exerçam o controle dos tipos de tempo.

Assim, a posição subtropical faz com que a região seja área de confronto periódico entre forças opostas, provocado pelo avanço sistemático dos Sistemas Atmosféricos de origem polar em direção aos polares tropicalizados ou aos sistemas de origem tropical, proporcionando a distribuição das chuvas durante todo o ano, motivada pelas sucessivas passagens frontais, sem ocorrência de estação seca no regime pluviométrico. Entretanto, ocorre evidente variabilidade têmporo-espacial das precipitações, ocasionando episódios de longas estiagens ou de enchentes, que podem acontecer em qualquer época do ano e que refletem alterações na habitualidade da circulação atmosférica nas escalas regional e zonal, em parte provocadas pelos hoje conhecidos fenômenos climáticos de *El Niño* e *La Niña*.

Esses condicionantes climáticos, de origem dinâmica, determinam as frequentes e bruscas mudanças de tipo de tempo, provocadas pelos avanços sucessivos dos sistemas frontais durante

¹ Tipo de clima que se enquadra nos seguintes critérios: como limite térmico inferior, ao menos oito meses com temperaturas superiores a 10 °C e ao menos um mês com temperatura superior a 22 °C; como limite térmico superior, temperatura do mês mais frio inferior a 15 °C ou pelo menos sete meses de temperatura inferior a 22 °C; amplitude térmica anual inferior a 20 °C; precipitações estivais que não caracterizem aridez.

² Este capítulo contou com a colaboração do Professor. Dr. Ricardo Wanke de Melo, da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), bem como dos técnicos Alexandre Mussnich e Adriel Marconatto da Embrapa Uva e Vinho.

todo o ano. Assim, os fatores dinâmicos é que determinam a gênese do clima da região e controlam a sucessão e a definição dos tipos de tempo, que pouca (ou quase nenhuma) interferência sofrem dos fatores geográficos regionais, representados principalmente pela altitude, relevo, continentalidade e vegetação, responsáveis apenas por variações dos valores dos elementos climáticos como temperatura, pressão atmosférica, vento, umidade, entre outros. Por isso, os valores desses elementos são apenas indicadores de determinado estado atmosférico definido pela circulação regional e são maiores ou menores por influência dos fatores de variação. Pela latitude, o ritmo das estações do ano determina o ciclo das temperaturas médias mensais e anuais, que acompanha as alterações na insolação e na entrada de radiação solar entre os solstícios de inverno e verão, com valores intermediários nos equinócios de primavera e outono. O comportamento das temperaturas reflete o domínio dos Sistemas Atmosféricos, apenas variando de valor em função, principalmente, da altitude e da continentalidade (Sartori, 2003).

Clima

O clima da região foi caracterizado tomando-se como referência dados climáticos de três estações representativas da variabilidade climática da região, localizadas nos municípios de Bagé (latitude 31°35'S; longitude 54°01'O; altitude 226 m), Sant'Ana do Livramento (latitude 30°84'S; longitude 55°61'O; altitude 328 m) e Uruguaiana (latitude 29°84'S; longitude 57°08'O; altitude 74 m).

Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) (Inmet, 2015). As séries históricas são compostas de dados observados de janeiro de 1961 até dezembro de 2013, dos quais foram extraídos os valores médios anuais e/ou decendiais das variáveis e índices vitícolas analisados. As variáveis analisadas foram as temperaturas médias máxima, mínima e média, a precipitação (P), a umidade relativa do ar (UR) e a evapotranspiração de referência (ET_o); e os índices vitícolas foram o Quociente Helioplumiométrico de Maturação (QM) e as horas de frio abaixo de 7,2 °C (HF < 7,2 °C). Além disso, considerou-se na presente caracterização, o balanço hídrico (BH) e a probabilidade de ocorrência de geadas tardias.

As temperaturas médias das máximas (Figura 3.1.) e média das mínimas (Figura 3.2.) anuais são, respectivamente, de 23,61 °C e 13,09 °C, em Bagé; 23,38 °C e 12,60 °C, em Sant'Ana do Livramento; e, 25,41 °C e 14,25 °C, em Uruguaiana. Bagé e Sant'Ana do Livramento apresentaram temperaturas médias mais baixas, enquanto em Uruguaiana as temperaturas médias são sensivelmente mais elevadas.

Além disso, as temperaturas médias de Bagé e Sant'Ana do Livramento apresentaram valores muito próximos (Figura 3.3).

Esta tendência se confirma quando são analisados índices térmicos, como o acúmulo de horas de frio abaixo de 7,2 °C (HF < 7,2 °C), entre os meses de abril a setembro, conforme apresentado na Figura 3.4.

A videira, assim como as demais frutíferas de clima temperado, possui um período de dormência, no final do ciclo, em resposta ao início de temperaturas baixas (abaixo de 7,2 °C) na entrada do inverno. Para que estas plantas possam iniciar um novo ciclo vegetativo na primavera,

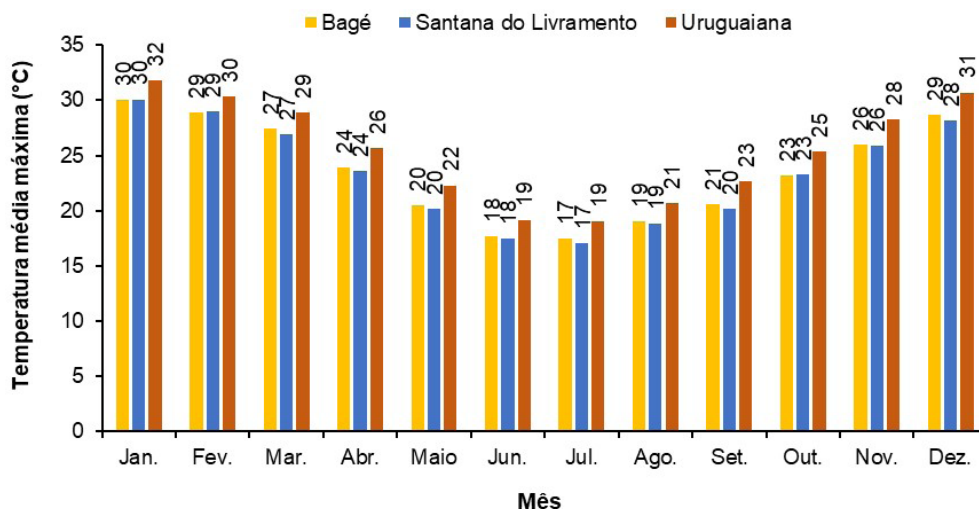


Figura 3.1. Temperaturas médias máximas mensais (°C) observadas nos municípios de Bagé, Sant’Ana do Livramento e Uruguaiana. Série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013.

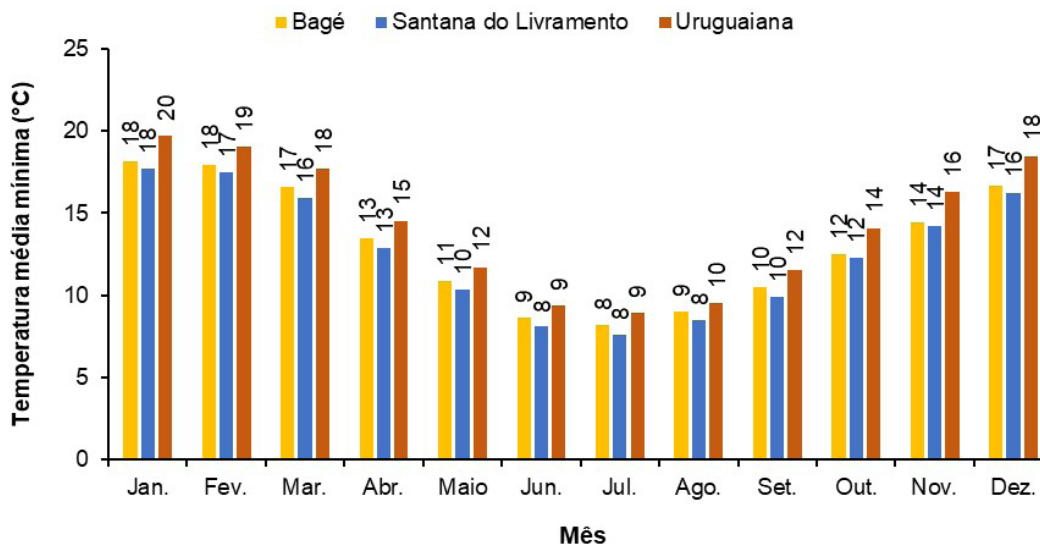


Figura 3.2. Temperaturas médias mínimas mensais (°C) observadas nos municípios de Bagé, Sant’Ana do Livramento e Uruguaiana. Série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013.

é imprescindível a exposição destas a um período de baixas temperaturas (Peruzzo et al., 2014). O acumulado de horas de frio requerido para a superação da endodormência é variável conforme a espécie e a cultivar (Luedeling; Brown, 2011). A diferença na exigência por horas de frio entre os genótipos de uva é compatível com a fenologia das cultivares observada no campo. Quanto menor a exigência por horas de frio, maior é a precocidade da cultivar (Anzanello et al., 2021). Anzanello et al. (2018) constatou que a exigência por horas de frio para a ‘Chardonnay’ foi de 138 HF < 7,2 °C, para a ‘Merlot’, 298 HF < 7,2 °C e para a ‘Cabernet Sauvignon’, 392 HF < 7,2 °C.

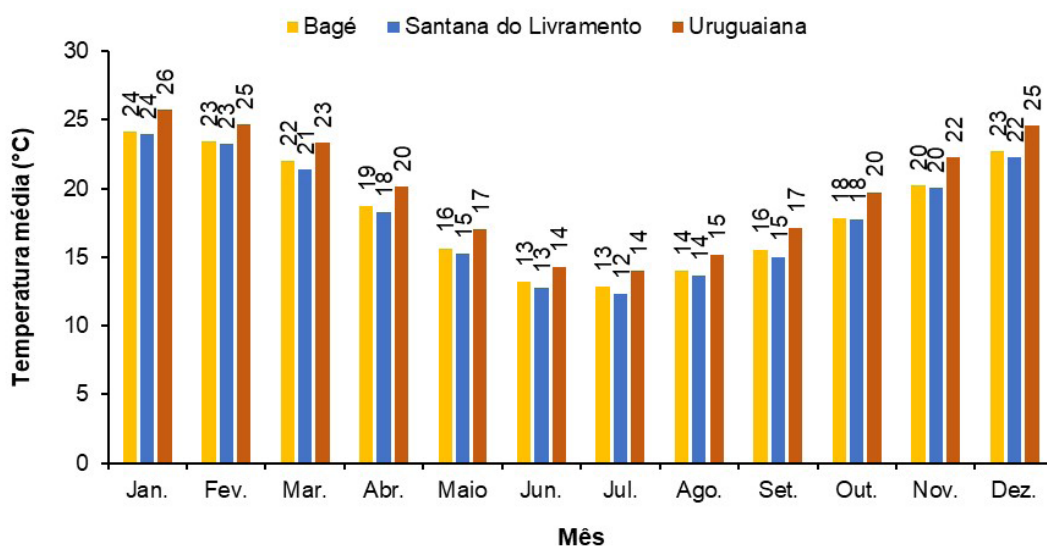


Figura 3.3. Temperaturas médias mínimas mensais (°C) observadas nos municípios de Bagé, Sant'Ana do Livramento e Uruguaiana. Série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013.

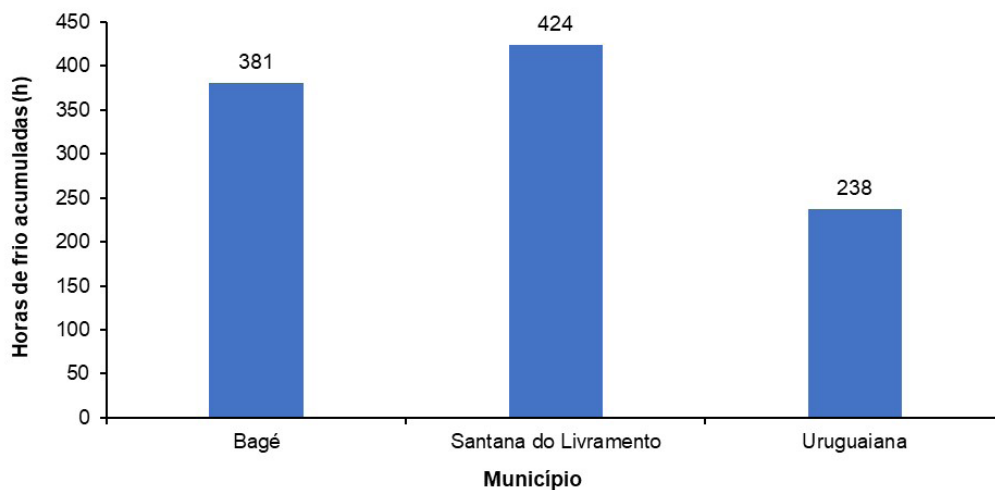


Figura 3.4. Horas de frio abaixo de 7,2 °C acumuladas (h) no período de abril a setembro, nos municípios de Bagé, Sant'Ana do Livramento e Uruguaiana, e valores médios obtidos a partir da série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013.

A probabilidade de ocorrência de geadas tardias também confirma a tendência de ocorrência de temperaturas mais baixas em Bagé e Sant'Ana do Livramento. Observa-se uma maior probabilidade de ocorrência de geadas nesses municípios quando comparados à Uruguaiana, conforme ilustrado na Figura 3.5, onde são apresentados dois períodos quanto à ocorrência desse tipo de evento, que pode causar danos importantes aos vinhedos.

A geada é um fenômeno meteorológico que ocorre predominantemente nos meses de inverno na região Sul do Brasil. Durante o repouso da videira o frio intenso é benéfico, pois supre a demanda de horas de frio das cultivares, garantindo a uniformidade e o percentual de brotação

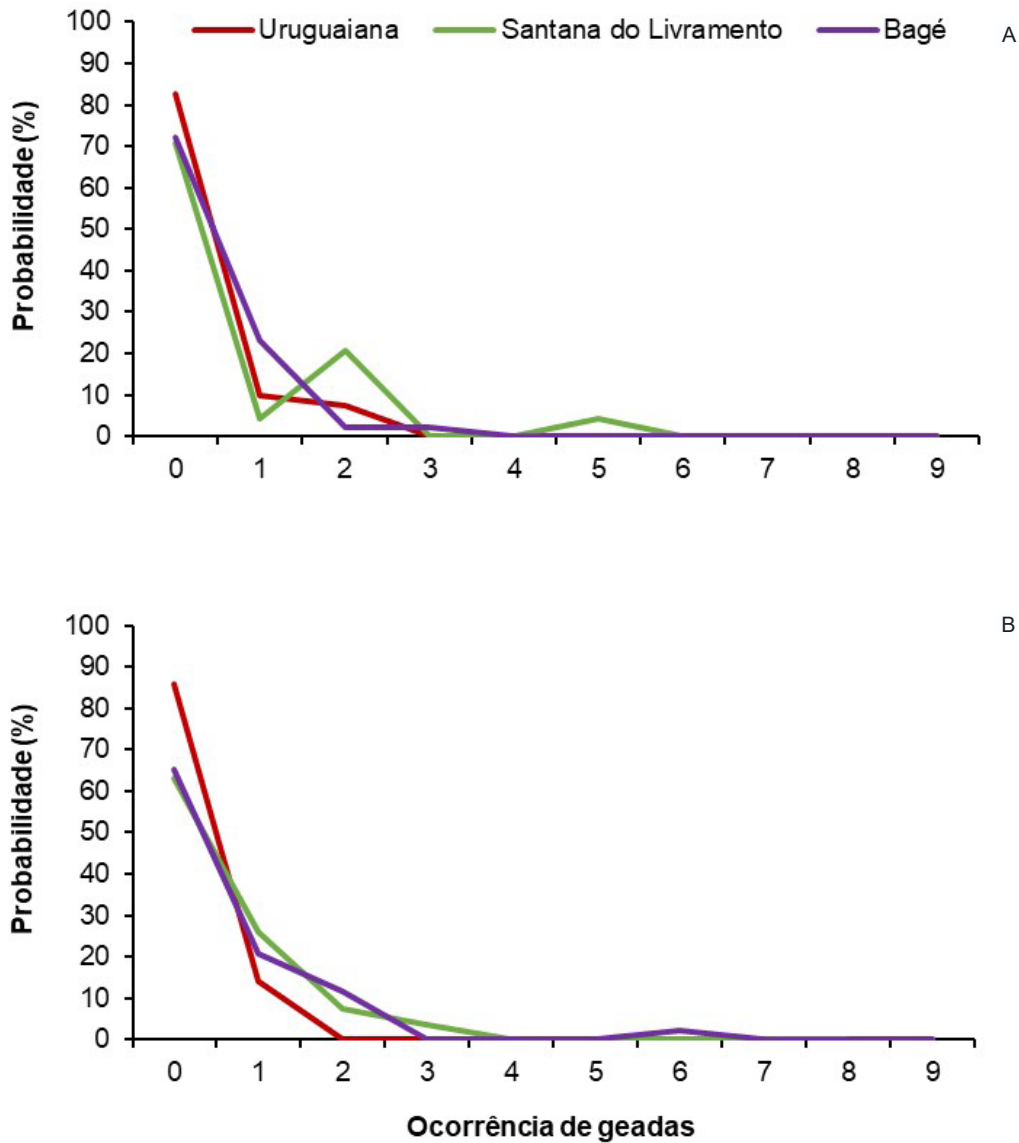


Figura 3.5. Probabilidade de ocorrência de geadas no 3º decênio de agosto (A) e 1º decênio de setembro (B), nos municípios de Bagé, Sant’Ana do Livramento e Uruguaiana.

na primavera (Anzanello et al., 2018). Contudo, nesta região também é frequente a ocorrência de geadas no final do inverno e início da primavera, quando as plantas já iniciaram a brotação. Essa situação de risco torna-se ainda mais severa em cultivares de baixa exigência de frio (brotação precoce) e em anos que ocorrem dias quentes no final de julho, estimulando a brotação e elevando a suscetibilidade aos danos por congelamento nas geadas tardias (Santos; Silva; Melo, 2020).

A região apresenta pluviosidade média anual de 1.476,6 mm, sendo que as médias mensais variam de 97,3 mm, no mês de junho, a 137,9 mm, em fevereiro. Em Bagé, a precipitação total anual é de 1.486,5 mm, em Sant’Ana do Livramento, 1.419,1 mm e, em Uruguaiana, 1.524,1

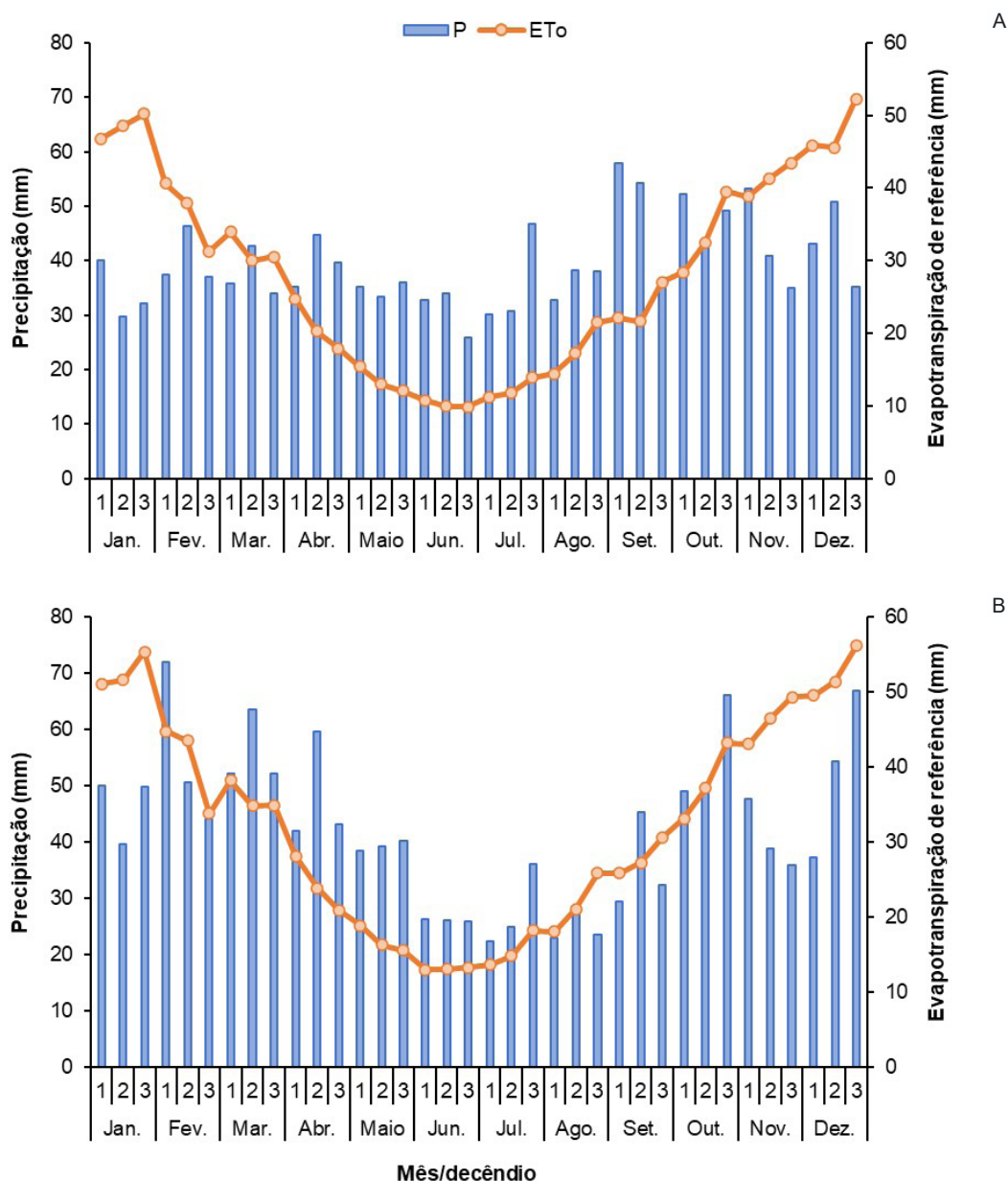


Figura 3.6. Precipitação (P) e evapotranspiração de referência (ETo) total decencial, observados nos municípios de Sant'Ana do Livramento (A) e Uruguaiana (B). Valores médios obtidos a partir da série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013. (B). Valores médios obtidos a partir da série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013.

mm, enquanto a evapotranspiração de referência (ETo) total anual para estes municípios é de 1.101,6, 1.012,6 e 1.154,5 mm, respectivamente. Na Figura 3.6, são apresentados os totais decenciais dessas variáveis para Uruguaiana e Sant'Ana do Livramento, ilustrando as condições observadas na região.

O balanço hídrico (BH) foi calculado diariamente e, posteriormente, resumido à escala decencial. Por fim foi feita a média dos anos que compõem a série histórica. A representação dos

balanços hídricos calculados para os municípios de Bagé, Sant'Ana do Livramento e Uruguaiana, considerando o período que abrange o desenvolvimento vegetativo até o final da colheita, de outubro a abril, são apresentados na Figura 3.7.

Para a presente análise considerou-se um valor médio da Capacidade de Água Disponível (CAD) de 80 mm, o que possibilita chegar a uma caracterização geral da região. A CAD no solo para as plantas é definida como o conteúdo de água entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente proposta por Veihmeyer e Hendrickson (1927; 1931; 1949) e tem vasta aplicação prática no planejamento do uso da terra. Salienta-se que, para fins de manejo, é necessário que sejam consideradas as características de solo local. A ETo foi calculada pelo método de Penman-Monteith. A evapotranspiração potencial da cultura da videira foi dada pelo produto entre ETo e o coeficiente de cultura (Kc). Valores de Kc preconizados por Mandelli et al. (2009), para algumas fases do desenvolvimento do vinhedo, foram adaptados para a escala diária, considerando-se o Kc mínimo de 0,4 para as fases sem área foliar e máximo de 0,9 para épocas de maior desenvolvimento vegetativo. A evapotranspiração real da cultura (ETr), o armazenamento de água no solo (ARM), o excedente (EXC) e a deficiência hídrica (DEF), foram determinados pelo balanço hídrico sequencial, de acordo com o método de Thornthwaite e Mather (Pereira et al., 2002).

Observa-se que a região da IP Campanha Gaúcha é marcada, na média dos anos, por um período de deficit hídrico que ocorre durante o ciclo vegetativo da videira, entre os meses de novembro a janeiro, com repercussões positivas na maturação das uvas.

Os valores totais médios anuais de insolação, em horas, para Bagé, Sant'Ana do Livramento e Uruguaiana são, respectivamente, 2.293, 2.524 e 2.576. Esta variável é um dos fatores utilizados na determinação do Quociente Heliopluiométrico de Maturação (QM), calculado pelo total de insolação, em horas acumuladas, dividido pela precipitação total, em mm (Westphalen, 1977).

O QM é um índice climático vitícola indicativo da favorabilidade das condições meteorológicas em relação ao nível de maturação das uvas, sendo que valores de QM maiores, normalmente estão associados a uma maior concentração potencial de açúcares nas uvas (Westphalen; Maluf, 2000; Mandelli, 2005), sendo considerados ideais os valores de QM situados sempre acima de 2.

Na Figura 3.8, são apresentados os QM para os meses de dezembro a março, período em que a videira está em fase de produção, em escala decendial, com destaque para o fato de que os valores encontrados ficaram situados sempre acima de 2, o que indica a excelência da região para o cultivo da videira. Além disso, destaque para Sant'Ana do Livramento, que apresentou QM superior em oito das 12 avaliações realizadas.

Variabilidade interanual do clima vitícola na área da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha

A variabilidade interanual dos eventos climáticos da região da IP Campanha Gaúcha foi analisada, considerando as seguintes variáveis: temperaturas máxima e mínima, precipitação e horas

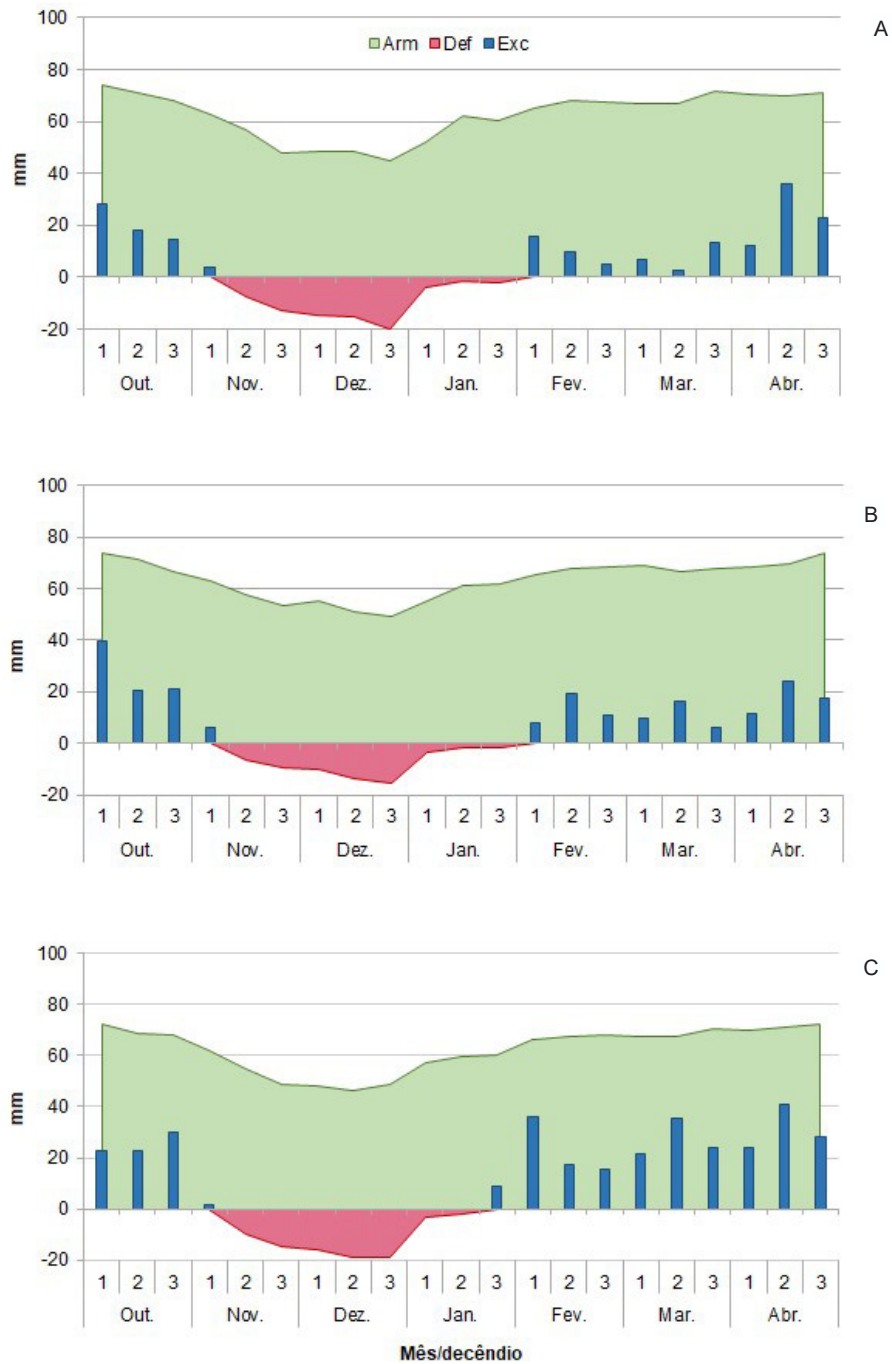


Figura 3.7. Extrato do balanço hídrico (CAD = 80mm), para o período de outubro a abril, para os municípios de Bagé (A), Sant'Ana do Livramento (B) e Uruguaiiana (C), em valores médios obtidos a partir da série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013. Onde: ARM: armazenamento de água no solo (mm); DEF: deficiência hídrica (mm); EXC: excedente hídrico (mm).

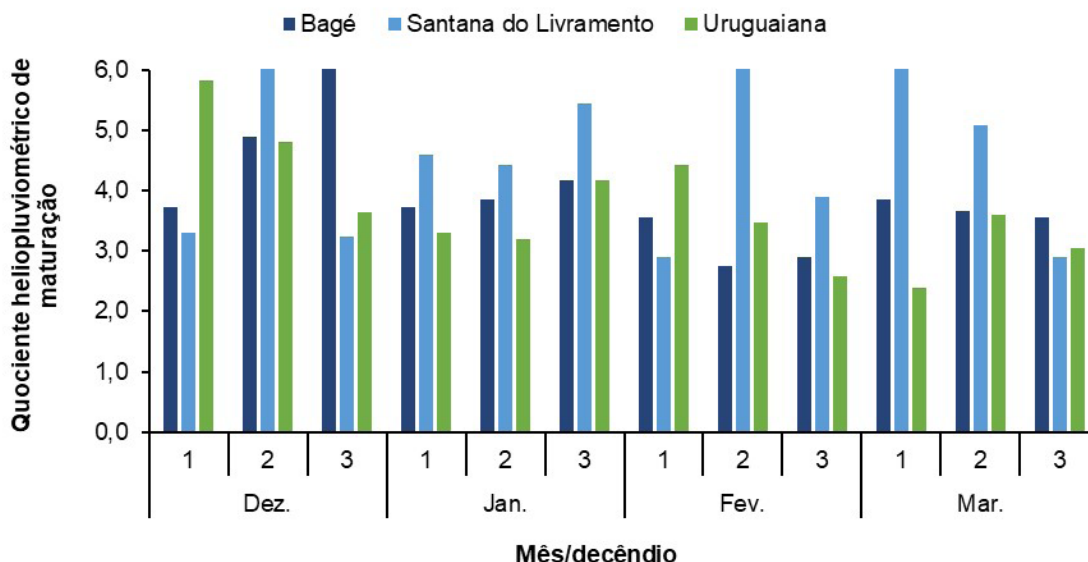


Figura 3.8. Quociente Heliopluiométrico de Maturação. Média decennial determinado para o período de dezembro a março, para os municípios de Bagé, Sant’Ana do Livramento e Uruguaiana. Valores médios obtidos a partir da série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013.

de frio. Estas variáveis foram analisadas utilizando a função de distribuição (boxplot), por meio da qual se observa, nas extremidades superiores e inferiores das barras, os valores máximos e mínimos da variável climática, respectivamente. No intervalo representado nas barras mais largas estão contidos os valores observados em 50% dos anos analisados.

De acordo com as análises, as temperaturas médias das máximas (Figura 3.9) observadas chegaram a valores extremos, nos meses de verão, em torno de 35 °C, em Bagé e em Sant’Ana do Livramento e de 37 °C em Uruguaiana. No entanto, em 50% dos anos analisados, estas temperaturas não ultrapassaram a faixa dos 33 °C, em nenhum dos três municípios. Já as temperaturas médias mínimas extremas mais baixas observadas foram de 0,97 °C, em Bagé; 2,5 °C, em Sant’Ana do Livramento; e -1,2 °C, em Uruguaiana (Figura 3.10).

É possível observar, conforme apresentado na Figura 3.11, que há uma grande variabilidade interanual das precipitações nos municípios analisados, incluindo o período do ciclo vegetativo da videira e o período de maturação das uvas, sendo que, em alguns anos, podem ocorrer grandes excedentes hídricos para a cultura.

A Figura 3.12, apresenta a variabilidade interanual do acumulado de Horas de Frio (HF), determinado para o período de abril a setembro. Observa-se uma grande variabilidade no total do HF entre os municípios e ao longo dos anos, indicando que podem ocorrer anos extremamente favoráveis e, em alguns anos onde o HF pode situar-se abaixo do necessário para a videira. Nesse caso poderá ser necessária a adoção de práticas culturais para estimular a quebra da dormência, objetivando uma adequada brotação das gemas e uniformidade de brotação.

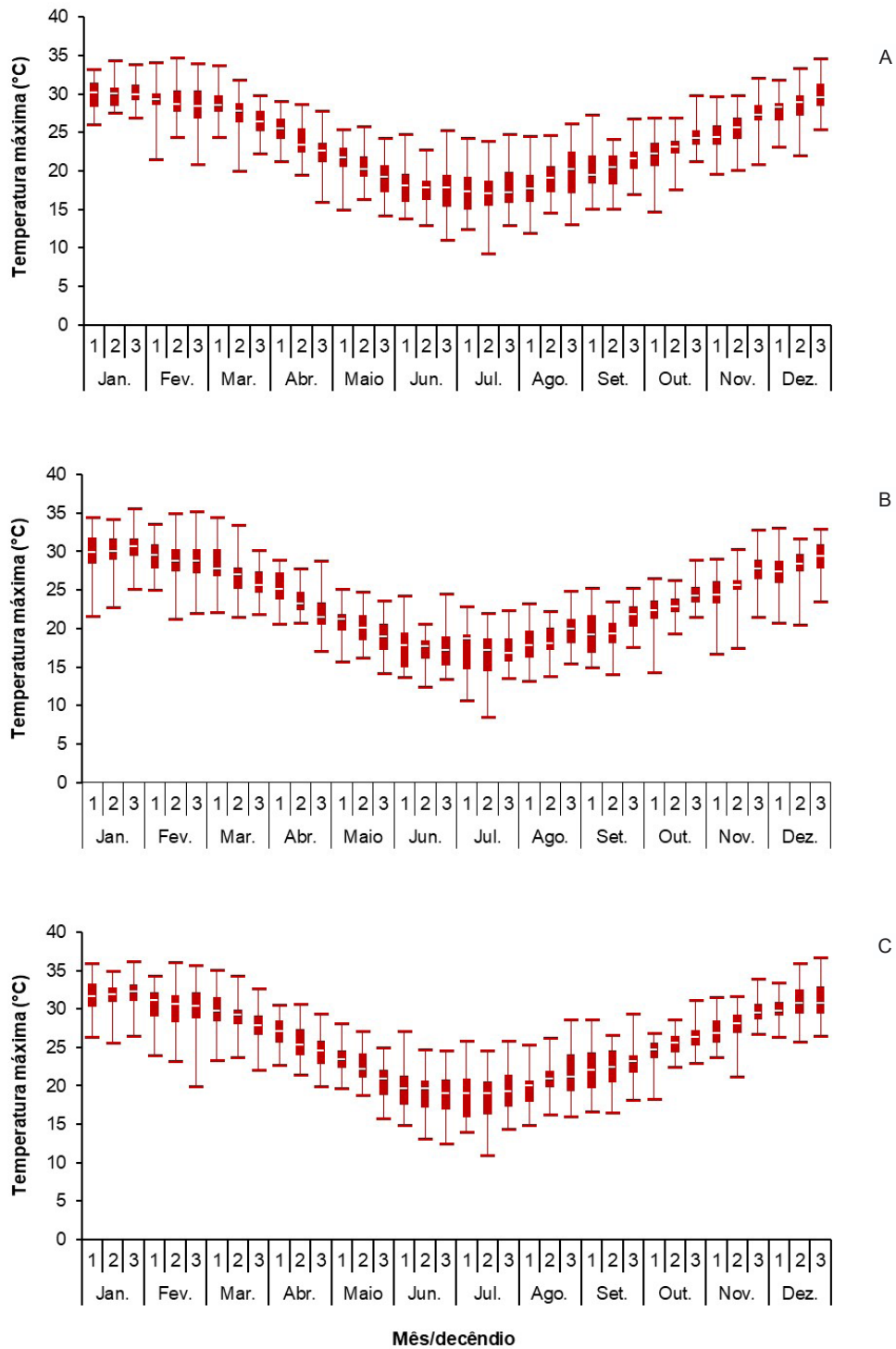


Figura 3.9. Variabilidade interanual da temperatura máxima (Tmax) média decenal, nos municípios de Bagé (A), Sant'Ana do Livramento (B) e Uruguaiana (C) em valores obtidos a partir da série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013.

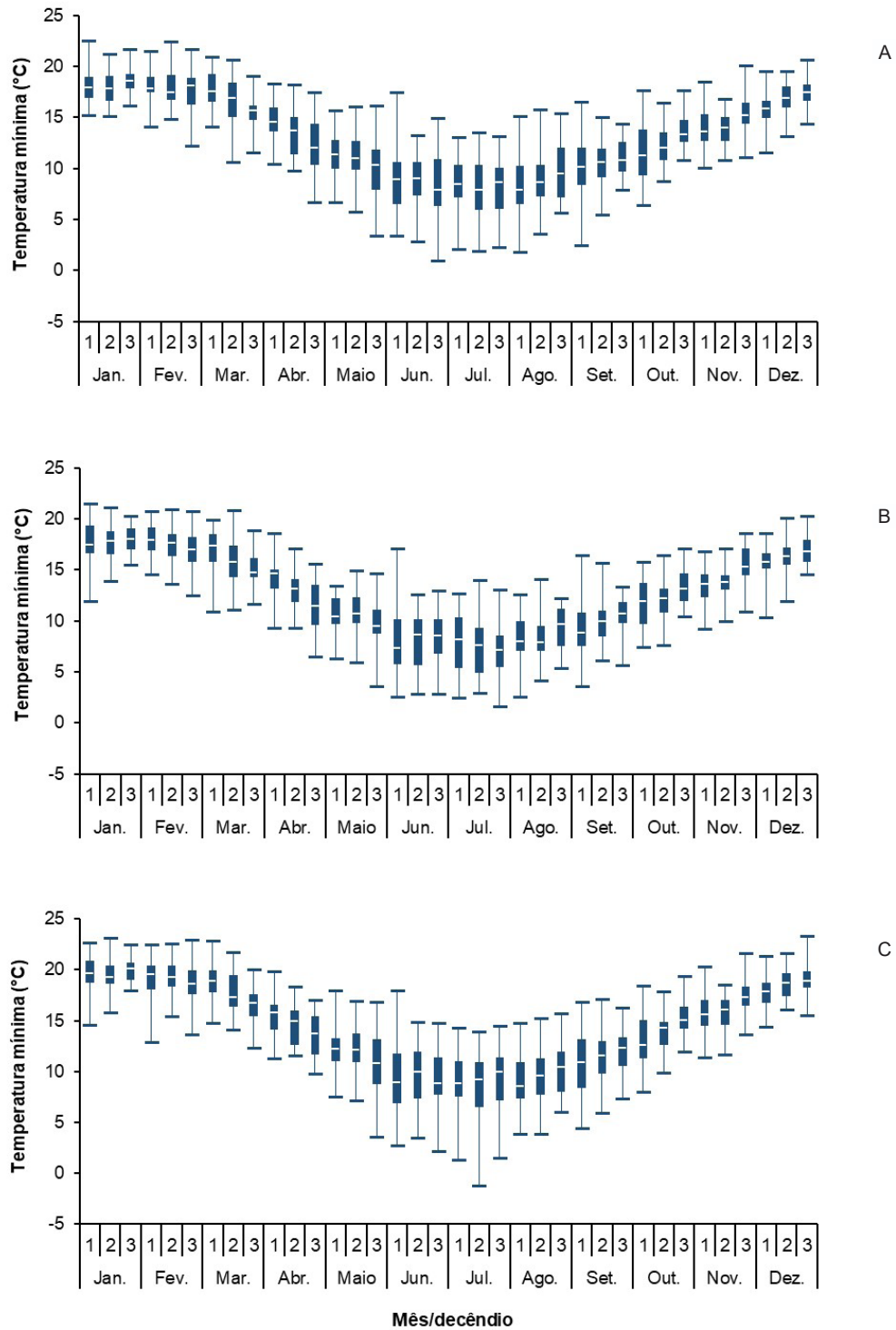


Figura 3.10. Variabilidade interanual da temperatura mínima (Tmin) média decenal, nos municípios de Bagé (A), Sant'Ana do Livramento (B) e Uruguaiana (C). Valores obtidos a partir da série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013

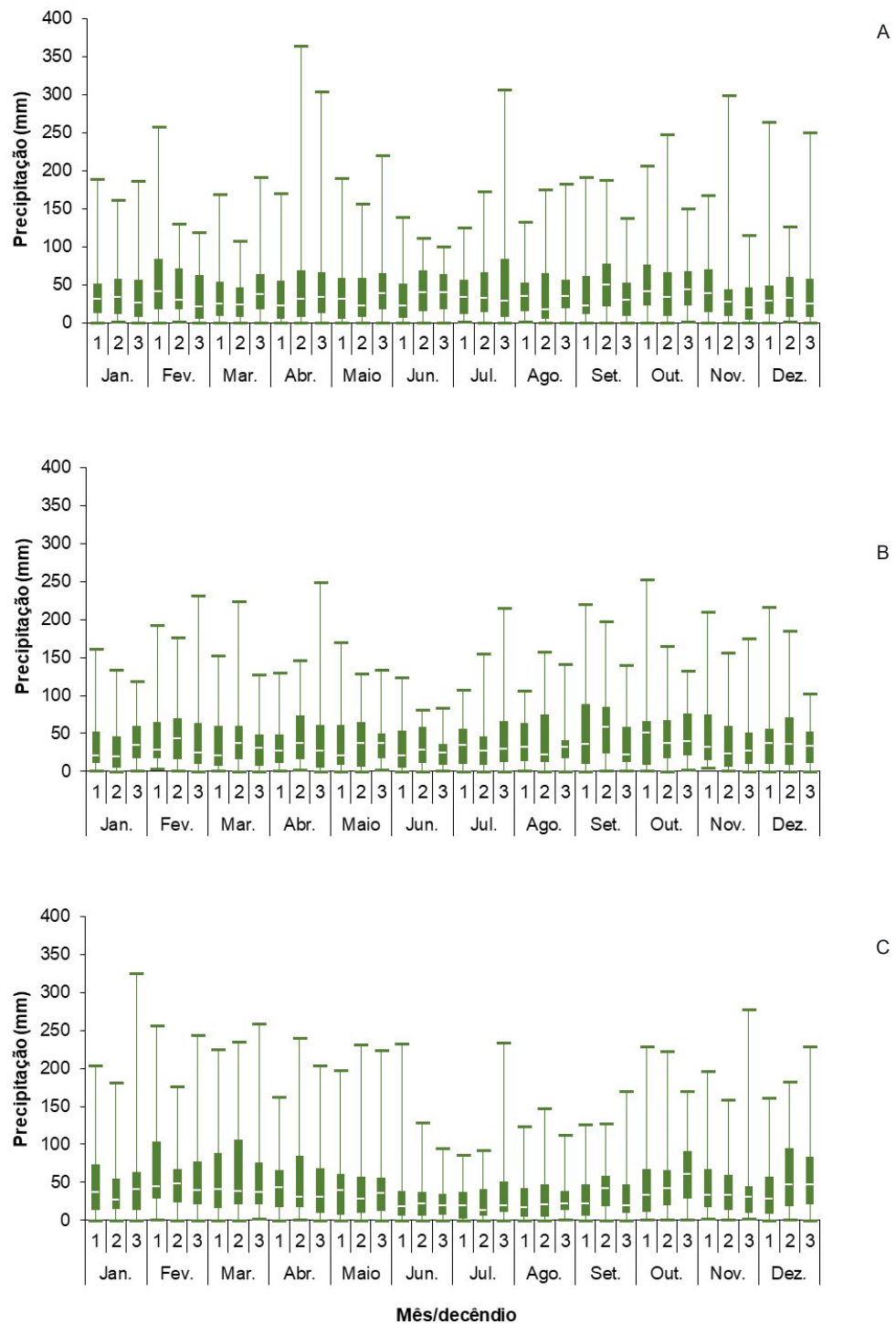


Figura 3.11. Variabilidade interanual da precipitação (P) total decennial, nos municípios de Bagé (A), Sant'Ana do Livramento (B) e Uruguaiiana (C). Valores obtidos a partir da série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013.

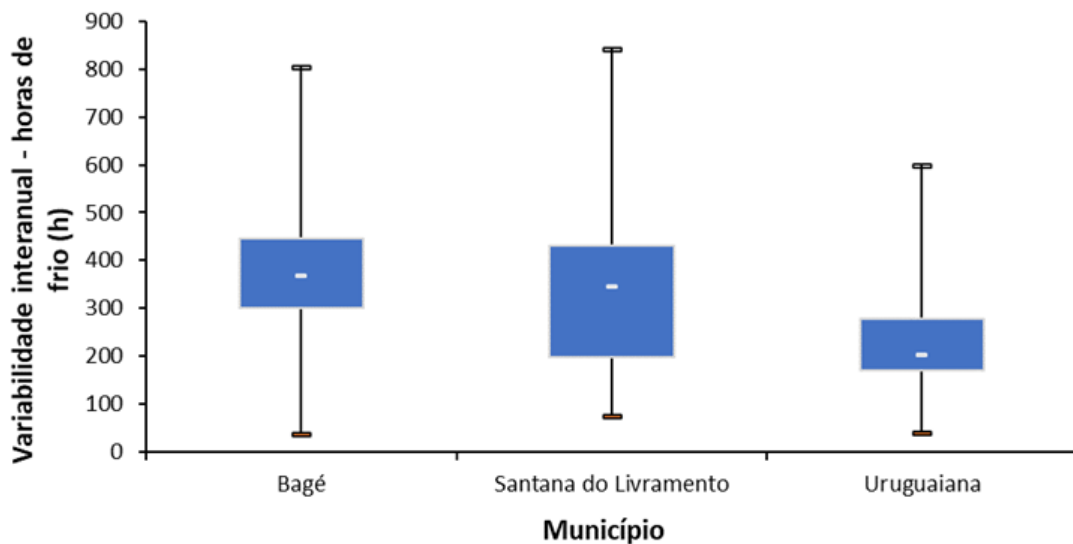


Figura 3.12. Variabilidade interanual do acumulado de Horas de Frio (HF), determinado para o período de abril a setembro, para os municípios de Bagé, Sant’Ana do Livramento e Uruguaiana. Valores médios obtidos a partir da série histórica de 1961 a 2013.

As condições mais favoráveis com relação às HF, são observadas para os municípios de Bagé e Sant’Ana do Livramento, onde, em 50% dos anos analisados, o acumulado de HF se manteve entre 300 e 450 horas e entre 200 e 420 horas, respectivamente, valores que atendem as necessidades da maioria das variedades de videira usualmente cultivadas na região. Para Uruguaiana não se observa o mesmo, mas, ainda assim, em 50% dos anos analisados, o acumulado de HF se manteve entre 170 e 280 horas, condição que atende a demanda por HF de cultivares de ciclo precoce a médio.

Clima vitícola na área delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha

O clima é um elemento importante da viticultura nas diferentes regiões do mundo, influenciando nas características das uvas e vinhos. A produção de vinhos no mundo é encontrada em muitos tipos de clima. O Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola foi desenvolvido para melhorar a caracterização do clima vitícola das regiões produtoras de vinho no mundo. Por ser multicritério (3 índices climáticos vitícolas sintéticos e complementares), ele ampliou a caracterização dos fatores climáticos que implicam na adaptação das variedades, na qualidade de uva (açúcar, acidez, cor, aroma) e na tipicidade dos vinhos.

O clima vitícola da área delimitada da IP Campanha Gaúcha foi quantificado, qualificado e espacializado através dos três índices do Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola (Sistema CCM) – IH, IS e IF (Tonietto; Carbonneau, 2004).

A metodologia de cálculo e espacialização dos índices do Sistema CCM aplicada ao Estado do Rio Grande do Sul, incluindo a região da IP Campanha Gaúcha, bem como os algoritmos

utilizados na cartografia das Figuras 3.13, 3.15, 3.17 e 3.18, apresentadas a seguir, é aquela descrita por Tonietto et al. (2006).

Índice Heliotérmico de Huglin

O Índice Heliotérmico de Huglin (IH) é um índice climático vitícola desenvolvido por Huglin (1978), que estima o potencial heliotérmico de uma condição climática específica; o cálculo das temperaturas estima o período do dia no qual os metabolismos da videira estão mais ativos; o índice também inclui um fator de correção para o comprimento do dia em latitudes mais elevadas de cultivo da videira. O IH está bastante relacionado às exigências térmicas das variedades, bem como ao conteúdo potencial de açúcar das uvas.

Na IP Campanha Gaúcha, o IH variou de 2.250 a 3.100, possibilitando diferenciar a existência de três classes de clima vitícola IH (Figuras 3.13 e 3.14). A maior parte da área corresponde ao clima “Quente”, cuja proporção é de quase 84,73% (Tabela 3.1). O clima vitícola “Muito quente” ocorre na porção noroeste, junto à fronteira com a Argentina, enquanto que o “Temperado quente” ocupa a menor área, localizado na porção sudeste da delimitação.

Não estão presentes na área da IP Campanha Gaúcha as classes de clima vitícola “Muito Frio”, “Frio” e “Temperado”. A predominância do clima vitícola “Quente” (IH+2) está presente de forma significativa em todos os intervalos mostrados na distribuição relativa do IH (Figura 3.14), sendo que os climas IH+3 e IH+1, estão presentes apenas como bordas do clima Quente (IH+2).

O padrão térmico expresso pelo IH mostra que a região apresenta valores superiores ao limite mínimo necessário para adaptação das diferentes variedades de videira, sejam elas precoces, médias ou tardias, o que justifica a adaptação das variedades de videira cultivadas na região, incluindo desde variedades precoces a tardias.

Índice de Seca

O Índice de Seca (IS) é um índice climático vitícola que caracteriza a componente hídrica de uma região, fortemente relacionada com as características qualitativas da uva e do vinho. O IS foi adaptado (Tonietto, 1999; Tonietto; Carbonneau, 2004) a partir do balanço hídrico potencial do solo de Riou (Riou et al., 1994). Informa da disponibilidade hídrica potencial do solo, levando em consideração a demanda climática em um vinhedo *standard*, a evaporação em solo desnudo, a precipitação pluviométrica sem dedução do escoamento superficial ou da água percolada.

Na área geográfica delimitada da IP Campanha Gaúcha constata-se a ocorrência de três classes de clima vitícola IS (Figura 3.15), cuja distribuição espacial assemelha-se à observada para o índice IH (Figura 3.13). A maior parte da área apresenta IS correspondente à classe de clima vitícola “Subúmido”, com proporção de 87,15% (Tabela 3.2). O clima vitícola da classe “De seca moderada”, ocorre em menor proporção na porção oeste da área da IP, em Barra do Quaraí e parte de Quaraí. Já o clima vitícola da classe “Úmido”, também em menor proporção, ocorre na parte sudeste da IP.

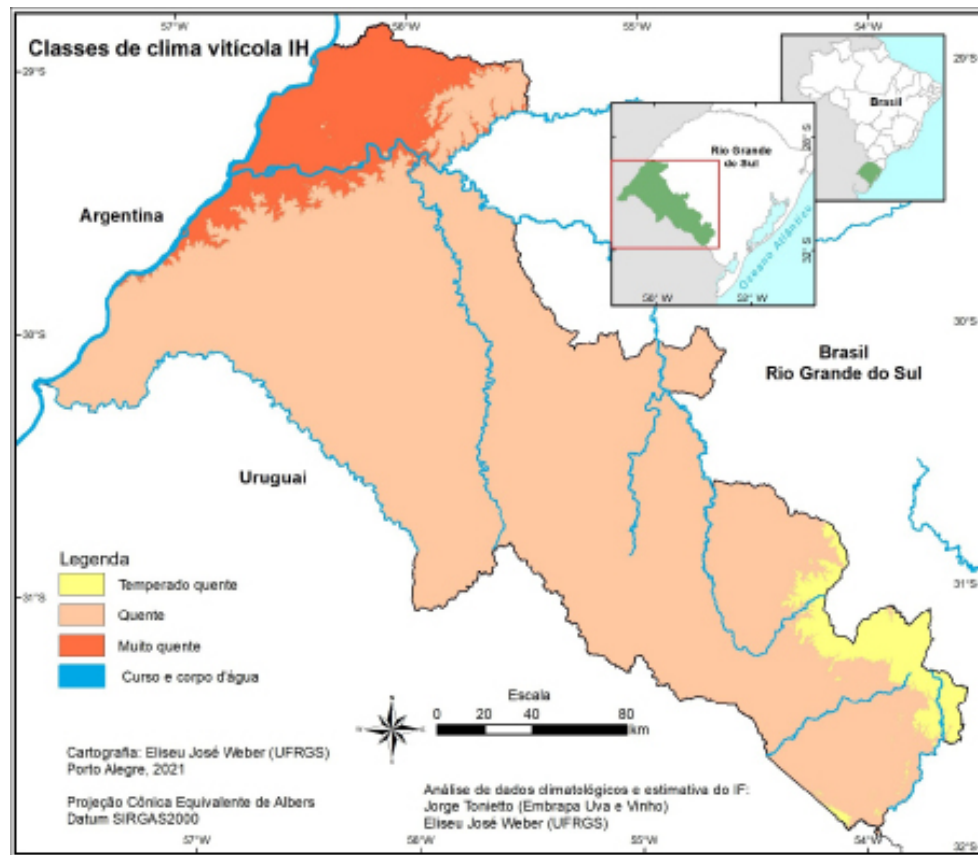


Figura 3.13. Distribuição espacial das classes de clima vitícola do Índice Heliotérmico de Huglin (IH) na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha. Fonte da modelagem climática: Tonietto et al., 2006.

A área da IP Campanha Gaúcha não possui a classe de clima vitícola “De seca forte”. Os valores do IS na área da IP, situaram-se entre 20 e 180 mm, sendo que a distribuição das classes, evidencia que o clima vitícola da classe “Subúmido”, com valores entre 80 e 140 mm, concentra 76% da área geográfica delimitada da IP Campanha Gaúcha (Figura 3.16), sendo que os climas IS+1 e IS-2, ocorrem apenas como bordas do clima “Subúmido” (IS-1).

O padrão hídrico de ciclo da videira na região, mostra que ele é característico de regiões de clima úmido, muito embora, em função do clima da safra vitícola, ele possa oscilar entre as classes de clima vitícola IS vizinhas.

Índice de Frio Noturno

O Índice de Frio Noturno (IF) é um índice climático vitícola desenvolvido para estimar a condição nictotérmica associada ao período de maturação das uvas (Tonietto, 1999; Tonietto; Carbonneau, 2004). Através das temperaturas mínimas noturnas, o índice serve como indicador das características potenciais das regiões em relação aos metabólitos secundários (polifenóis, aromas, cor) nas uvas e vinhos.

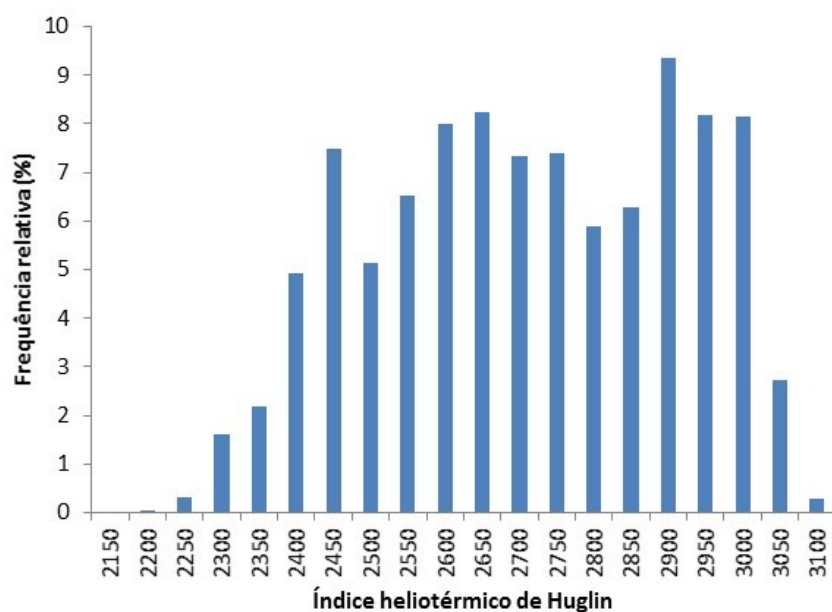


Figura 3.14. Distribuição espacial das classes de clima vitícola do Índice Heliotérmico de Huglin (IH) na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

Tabela 3.1. Classes de clima vitícola do Índice Heliotérmico de Huglin (IH) na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

| Sigla | Intervalo de classe | Classe de clima vitícola | Fração da IP (%) |
|------------------|---------------------|--------------------------|------------------|
| IH ₊₃ | > 3.000 | Muito quente | 11,16 |
| IH ₊₂ | >2.400 ≤ 3.000 | Quente | 84,73 |
| IH ₊₁ | >2.100 ≤ 2.400 | Temperado quente | 4,11 |
| Total | | | 100,00 |

Tabela 3.2. Classes de clima vitícola do Índice de Seca (IS) na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

| Sigla | Intervalo de classe | Classe de clima vitícola | Fração da IP (%) |
|------------------|---------------------|--------------------------|------------------|
| IS ₊₁ | ≤ 50 > -100 | De seca moderada | 7,30 |
| IS ₋₁ | ≤ 150 > 50 | Subúmido | 87,15 |
| IS ₋₂ | >150 | Úmido | 5,55 |
| Total | | | 100,00 |

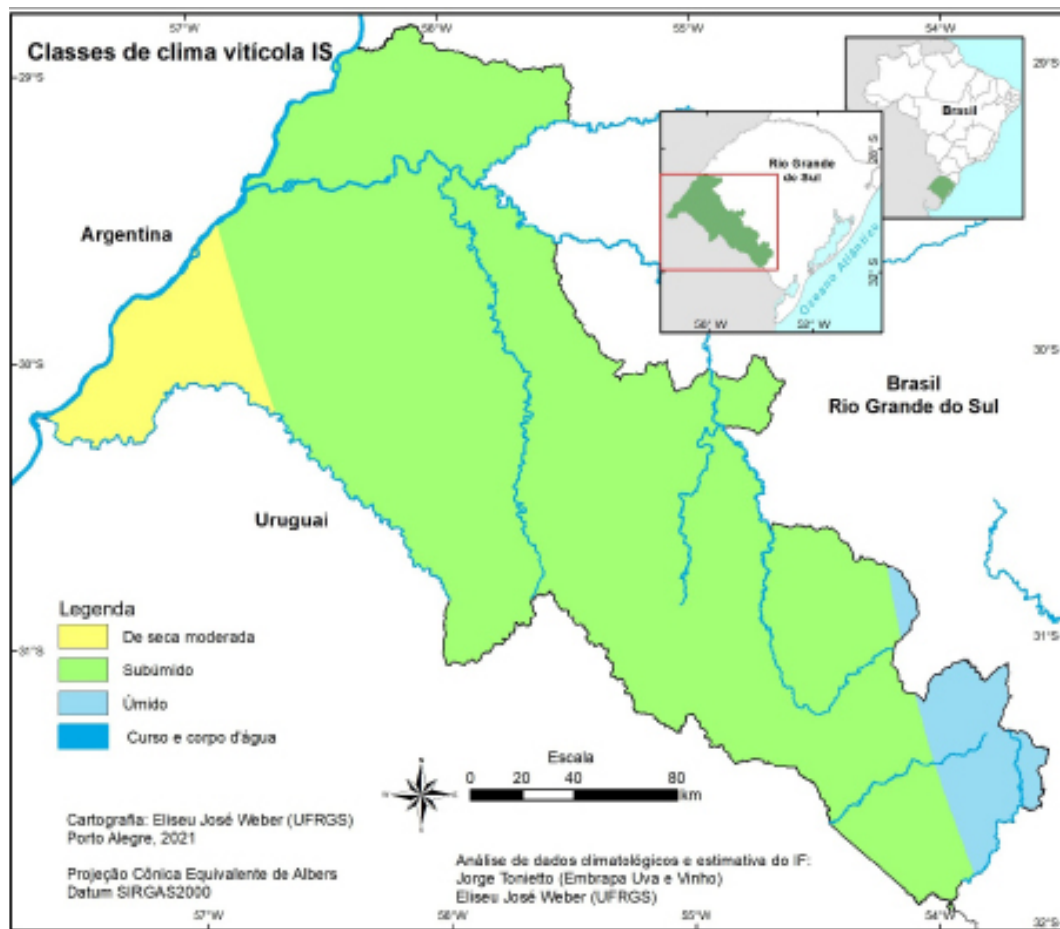


Figura 3.15. Distribuição espacial das classes de clima vitícola do Índice de Seca (IS) na área geográfica delimitada da Indicação e Procedência Campanha Gaúcha.

Fonte da modelagem climática: Tonietto et al., 2006.

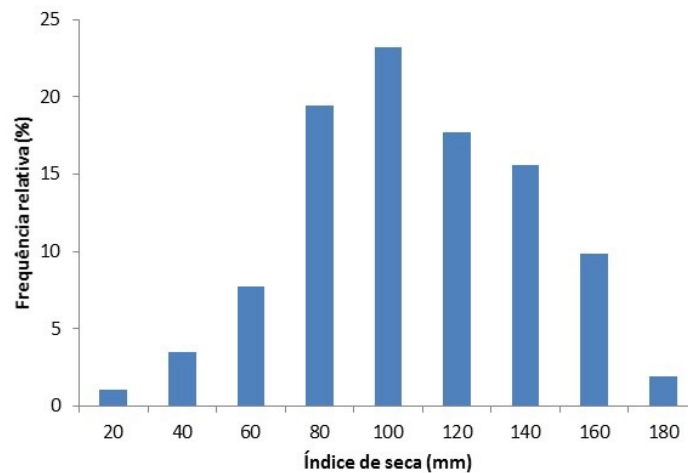


Figura 3.16. Distribuição relativa do Índice de seca (IS), em intervalos de 20 mm, na área geográfica delimitada da Indicação e Procedência Campanha Gaúcha.

Para a IP Campanha Gaúcha, o IF foi calculado no período de 30 dias que antecede a colheita potencial da uva, considerando duas épocas de colheita: data de colheita em 10 de janeiro, referência para as variedades precoces, e data de colheita em 10 de março, referência para as variedades tardias.

Constata-se a ocorrência de duas classes de clima vitícola IF na área geográfica delimitada da IP Campanha Gaúcha, correspondentes às classes “De noites temperadas” e “De noites quentes”. A distribuição espacial de cada classe de clima vitícola IF varia conforme a época de colheita considerada, sendo que os valores de IF variam entre 16 e 20 °C (Figuras 3.17, 3.18, 3.19 e 3.20).

Para a colheita em 10 de janeiro, as duas classes ocupam proporção equivalente, com o tipo climático “De noites quentes”, dominando a metade noroeste e o “De noites temperadas” a metade sudeste da área da IP (Figura 3.17). Analisando-se a distribuição relativa do IF em intervalos menores, constata-se que 86,26% da área da IP Campanha Gaúcha apresenta IF entre 17,5 e 19,5 °C (Figura 3.19).

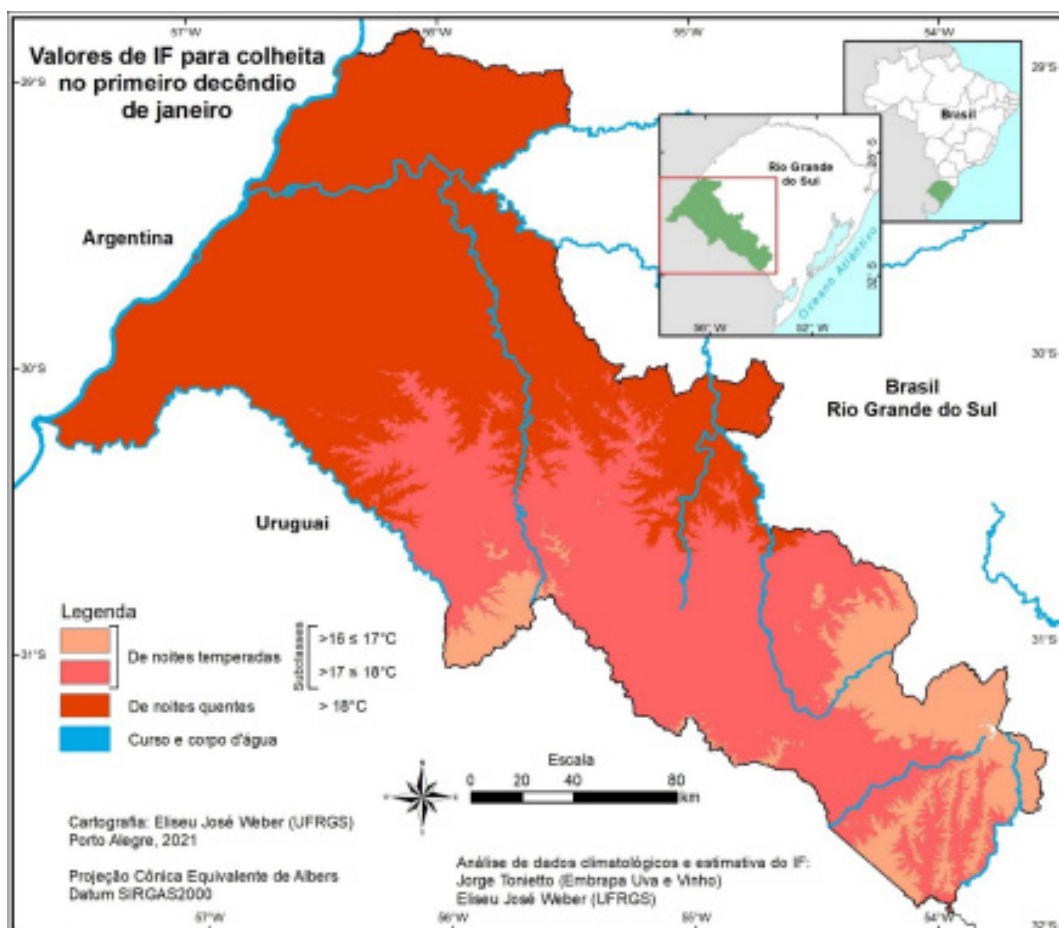


Figura 3.17. Distribuição espacial das classes de clima vitícola do Índice de Frio Noturno (IF) na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha, para a colheita em 10 de janeiro.

Fonte da modelagem climática: Tonietto et al., 2006.

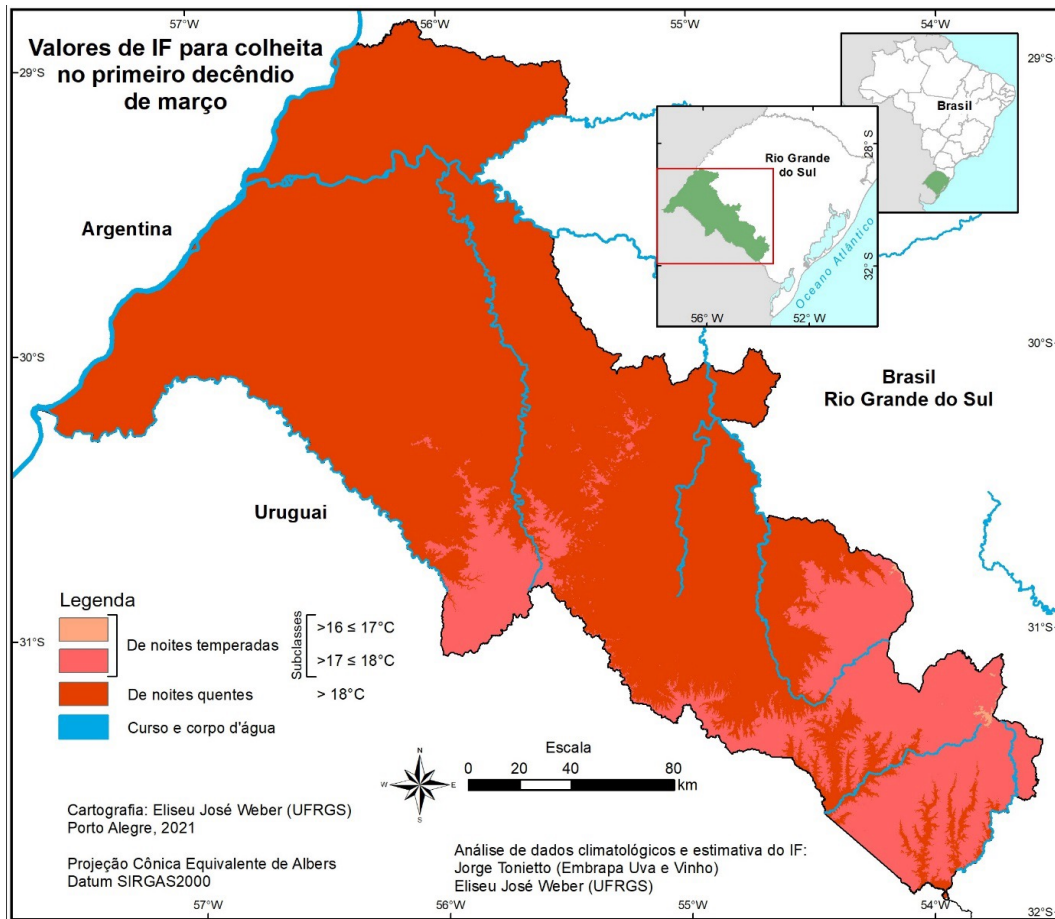


Figura 3.18. Distribuição espacial das classes de clima vitícola do Índice de Frio Noturno (IF) na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha, para a colheita em 10 de janeiro.

Fonte da modelagem climática: Tonietto et al., 2006.

Já para a colheita em 10 de março, a classe de clima vitícola “De noites quentes” avança consideravelmente para sudeste, passando a dominar na maior parte da área da IP (Figura 3.18). Para a colheita nesse período, a classe de clima “De Noites temperadas” fica restrita a áreas de altitude mais elevada, em Sant’Ana do Livramento e região sudeste da delimitação. Analisando-se a distribuição relativa do IF em intervalos menores, constata-se que 88,25% da área da IP apresenta IF entre 18,0 e 19,5 °C para colheita neste período (Figura 3.20).

A área da IP Campanha Gaúcha não apresenta as classes de clima vitícola IF “De noites muito frias” e “De noites frias”, bem como de “De noites temperadas” entre os intervalos 14 °C a < 16 °C, bem como “De noites quentes” acima de 20 °C.

Variabilidade interanual do clima vitícola na Indicação de Procedência Campanha Gaúcha

A variabilidade interanual do clima vitícola (efeito safra), analisado por meio dos índices climáticos vitícolas do Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola (Sistema CCM)

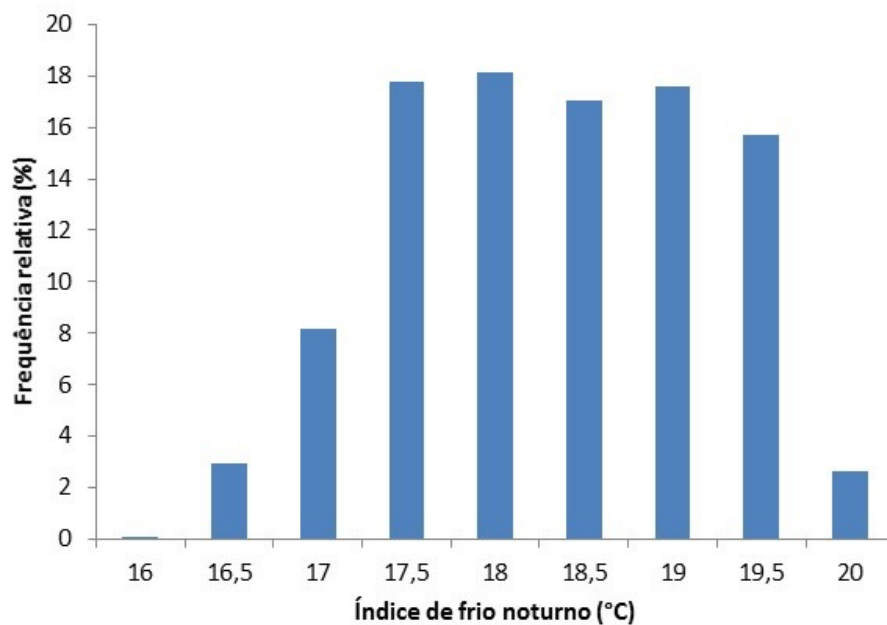


Figura 3.19. Distribuição relativa do Índice de Frio Noturno (IF), em intervalos de 0,5 °C, na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha, para a colheita em 10 de janeiro.

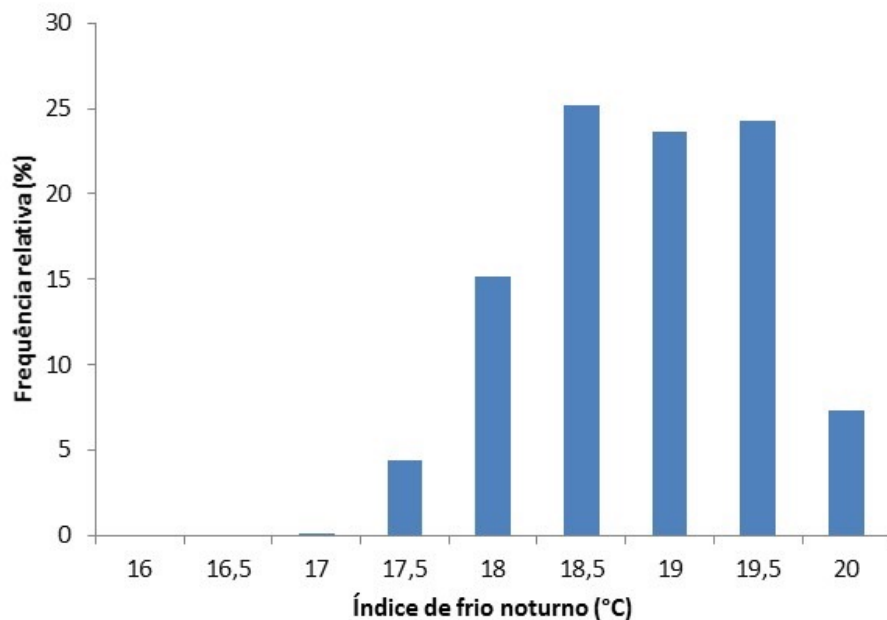


Figura 3.20. Distribuição relativa do Índice de Frio Noturno (IF), em intervalos de 0,5 °C, na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha, para a colheita em 10 de março.

(Tonietto; Carbonneau, 2004), com base nos dados da estação meteorológica localizada em Bagé no período correspondente a 26 safras potenciais (1972 a 1997), é apresentada na Figura 3.21. Nela pode-se observar que o IH é de clima vitícola “Quente” e que o IF é “De noites temperadas”, podendo ocorrer, eventualmente, a classe IF “De noites quentes”. Em relação à componente hídrica, expressa pelo IS, a Figura 3.21 mostra que, em 35% das safras ocorre a classe de clima vitícola “Úmido” e, em 38% das safras, ocorre a classe “Subúmido”. Aproximadamente uma entre quatro safras (27%), apresenta a classe de clima IS “De seca moderada”, podendo resultar em moderado estresse hídrico da planta, em particular em solos com menor capacidade de retenção de água.

Esta variabilidade interanual tem um papel determinante no efeito safra sobre a qualidade dos vinhos da região.

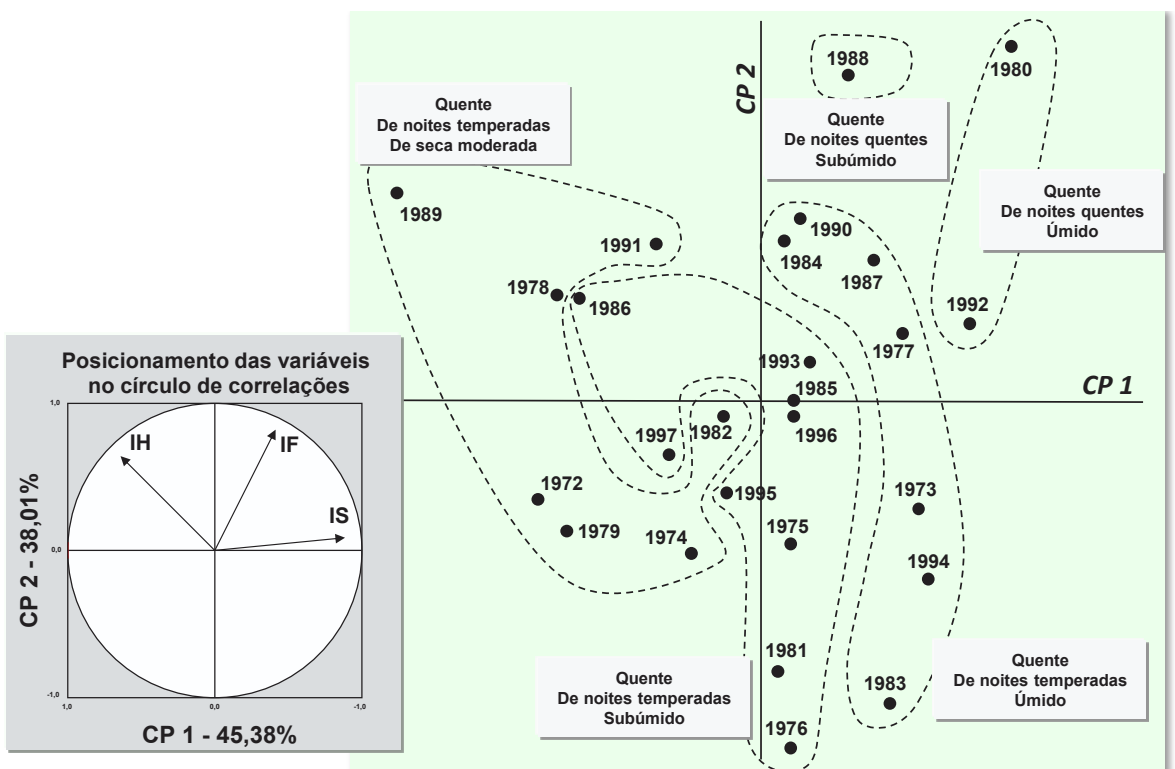


Figura 3.21. Análise de Componentes Principais (ACP) mostrando a variabilidade interanual do clima vitícola nas safras potenciais de 1972 a 1997, bem como os grupos climáticos segundo os três índices climáticos Índice Heliotérmico de Huglin (IH), Índice de Frio (IF), Índice de Seca (IS) do Sistema de Classificação Multicritérios Geovitícola (CCM), em Bagé, na IP Campanha Gaúcha.

O clima vitícola da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha dentre as regiões produtoras do sul do país

A região da IP Campanha Gaúcha é a mais quente e com a menor precipitação pluviométrica média anual entre as regiões vitivinícolas encontradas no sul do Brasil (Figura 3.22), o que lhe confere um potencial climático próprio para a atividade vitivinícola, distinto das demais regiões vitivinícolas produtoras de vinhos finos do sul do Brasil.

As características do clima vitícola da IP Campanha Gaúcha influenciam a qualidade da uva colhida na região, bem como as características analíticas e sensoriais dos vinhos desta origem (ver Capítulos 10 e 11).

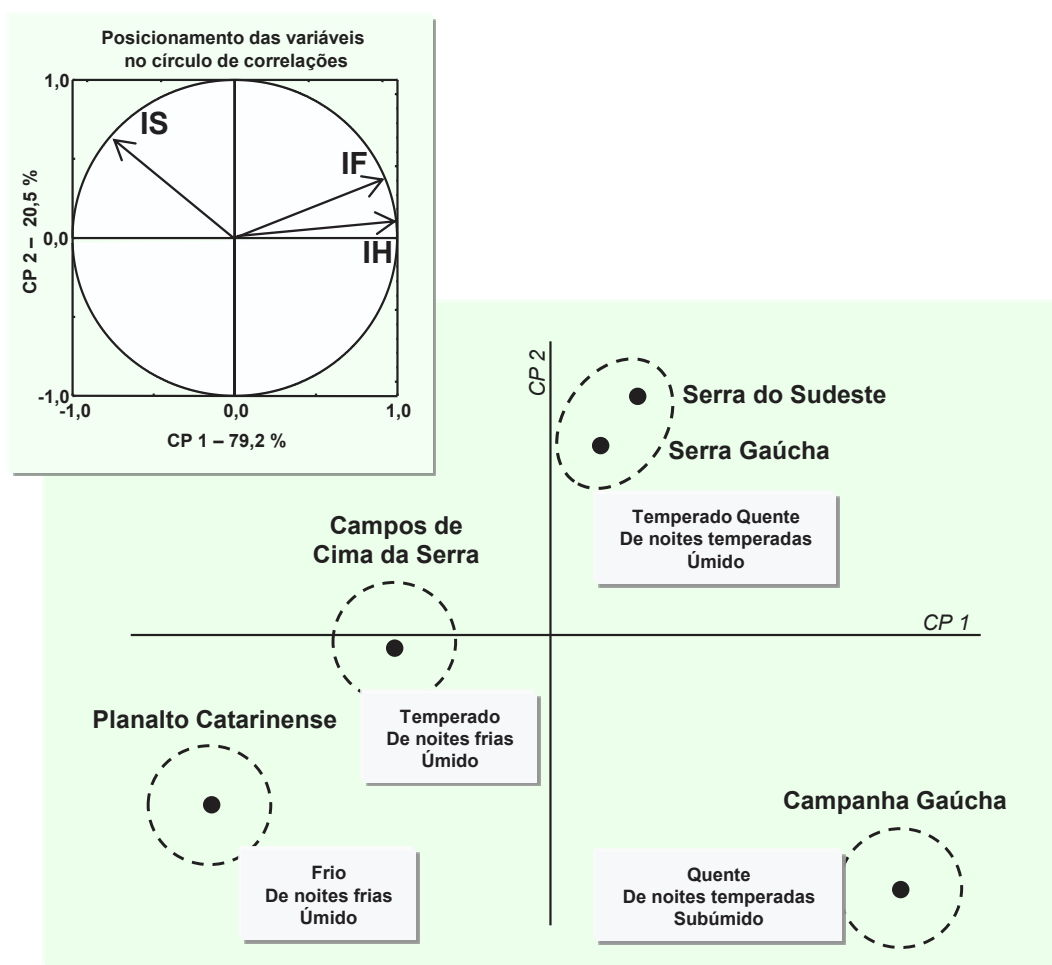


Figura 3.22. Análise de Componentes Principais (ACP) mostrando os grupos climáticos do clima vitícola das principais regiões produtoras de vinhos finos tranquilos e espumantes do sul do Brasil, segundo os índices do Sistema de Classificação Climática Multicritérios (CCM) Geovitícola.

Fonte: Adaptado de Tonietto et al., 2012.

Referências

- ANZANELLO, R.; FIALHO, F. B.; SANTOS, H. P. dos. Chilling requirements and dormancy evolution in grapevine buds. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 4, p. 364-371, Jul./Aug. 2018. DOI 10.1590/1413-70542018424014618.
- ANZANELLO, R.; FOGAÇA, C. M.; SARTORI, G. B. D. Induction and overcoming of dormancy of grapevine buds in response to thermal variations in the winter period. **Ciência Rural**, v. 51, n. 11, 2021. DOI 10.1590/0103-8478cr20200887.
- HUGLIN, M. P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. **Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France**, v. 64, p. 1117-1126, 1978.
- INMET. **BDMEP** - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 2 abr. 2015.
- LUEDELING, E.; BROWN, P.H. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 3, p. 411-421, 2011. DOI 10.1007/s00484-010-0352-y
- MANDELLI, F. **Comportamento meteorológico e sua influência na vindima de 2005 na Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 4p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 58). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/540803>. Acesso em: 2 set. 2022.
- MANDELLI, F.; MIELE, A.; TONIETTO, J. **Uva em clima temperado**. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.) *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 503-515. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/575090>. Acesso em: 2 set. 2022.
- PÉGUY, C. P. **Précis de climatologie**. Paris: Masson, 1970. 468 p.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 487p.
- PERUZZO, S. N.; MARCHI, V. V.; SANTOS, H. P. dos; FIALHO, F. B.; SOUZA, D. A. Necessidade de horas de frio para superação da endodormência em cultivares *Vitis labrusca* L. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 4., 2014, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: IFRS, 2014. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1001019>. Acesso em: 2 set. 2022.
- RIOU, C. **Le déterminisme climatique de la maturation du raisin**: application au zonage de la teneur en sucre dans la communauté européenne. Bordeaux: INRA, 1994. 322p.
- SANTOS, H. P. dos; SILVA, L. C. da; MELO, G. W. B. de. **Manejo de vinhedos em situação de pós-geada**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, ago. 2020. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124618>. Acesso em: 2 set. 2022.
- SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Revista Terra Livre**, v. 1, n. 20, p. 27-49, jan./jul. 2003.
- 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.

233 p. Thèse (Doctorat en biologie) - Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/538750>. Acesso em: 2 set. 2022.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 124, n. 1-2, p. 81-97, 2004. DOI 10.1016/j.agrformet.2003.06.001.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; WEBER, E.; HASENACK, H. Zonage climatique viticole et cartographie numérique du Rio Grande do Sul - Brésil, par les Indices du Système CCM Géoviticole. In: CONGRES INTERNATIONAL DES TERROIRS VITICOLES, 6., INTERNATIONAL TERROIR CONGRESS, 7., 2006, Bordeaux, Montpellier. **Comptes Rendus**. Bordeaux: ENITA; OIV, 2006. v. 1, p. 21-26. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1049976>. Acesso em: 2 set. 2022.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; ZANUS, M. C.; GUERRA, C. C.; PEREIRA, G. E. O clima vitícola das regiões produtoras de uvas para vinhos finos do Brasil. In: TONIETTO, J.; SOTÉS RUIZ, V.; GÓMEZ-MIGUEL, V. D. **Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas**. Madrid: CYTED, 2012. p. 111-145.

VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H. Methods of measuring field capacity and wilting percentages of soils. **Soil Science**, v. 68, n. 1, p. 75-94, July 1949.

VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H. The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soils. **Soil Science**, v. 32, n. 3, p. 181-194, Sept. 1931. DOI 10.1097/00010694-193109000-00003.

VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H. The relation of soil moisture to cultivation and plant growth. **Soil Science**, v. 23, n.3, p. 498-513, 1927.

WESTPHALEN, S. L. Bases ecológicas para a determinação de regiões de maior aptidão vitícola no Rio Grande do Sul. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE LA UVA Y DEL VINO, 1., 1977, Montevideo. **Anales...** Montevideo: Ministerio de Industria y Energía: Laboratorio Tecnológico de Uruguay, 1977. p. 89-101. (Cuaderno tecnico, 38).

WESTPHALEN, S. L.; MALUF, J. R. T. **Caracterização das áreas bioclimáticas para o cultivo de *Vitis vinifera* L.**: regiões da Serra do Nordeste e Planalto do Estado do Rio Grande do Sul. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 98 p.