



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

WILIAN DA SILVA RICCE

**ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CULTURA DA
VIDEIRA PARA O ESTADO DO PARANÁ**

Londrina
2012

WILIAN DA SILVA RICCE

**ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CULTURA DA
VIDEIRA PARA O ESTADO DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Universidade Estadual de Londrina - para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Ruffo Roberto.
Co-orientador: Pesq. PhD. Paulo Henrique Caramori.

Londrina
2012

Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R489z	<p>Ricce, Wilian da Silva. Zoneamento agroclimático da cultura da videira para o estado do Paraná / Wilian da Silva Ricce. – Londrina, 2012. 123 f.: il.</p> <p>Orientador: Sérgio Ruffo Roberto. Coorientador: Paulo Henrique Caramori. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2012. Inclui bibliografia.</p> <p>1. Uva – Cultivo – Influência do clima – Teses. 2. Uva – Cultivo – Paraná – Teses. 3. Videira – Paraná – Teses. 4. Vinho e vinificação – Teses. 5. Climatologia agrícola – Paraná. I. Roberto, Sérgio Ruffo. II. Caramori, Paulo Henrique. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 634.8(816.2)</p>
-------	---

WILIAN DA SILVA RICCE

**ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CULTURA DA VIDEIRA PARA
O ESTADO DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Universidade Estadual de Londrina - para obtenção do título de Doutor.

BANCA EXAMINADORA

Pesq. PhD. Paulo Henrique Caramori
IAPAR – Londrina - PR

Prof. Dr. Marcel Bellato Spósito
ESALQ/USP – São Paulo - SP

Profa. Dra. Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves
UEL Londrina - PR

Pesq. PhD. Sérgio Luis Colucci de Carvalho
IAPAR – Londrina - PR

Prof. Dr. Marcelo Augusto de Aguiar e Silva
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Dauri José Tessmann (suplente)
UEM – Maringá - PR

Prof. Dr. Édison Miglioranza (suplente)
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Sérgio Ruffo Roberto
UEL – Londrina - PR

Londrina, 16 de fevereiro de 2012.

DEDICO

A Deus, pela força necessária para ultrapassar os obstáculos,
à minha mulher Camila que eu amo muito,
aos meus pais, Lourdes e Edmir, que sempre me apoiaram,
à minha família, aos meus amigos e a todos aqueles que me apoiaram para a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar ao meu lado nos momentos em que precisei, por me dar saúde, pela sabedoria necessária para cumprir mais uma etapa em minha vida e por possibilitar tantas conquistas ao longo de minha vida.

Agradeço aos meus pais, Edmir Ricce e Lourdes da Silva Ricce, por terem me incentivado e apoiado em minha escolha pelo curso de Agronomia, e além de tudo, a educação que me passaram durante minha vida.

Agradeço à minha mulher, Camila Vivian Ricce, por estar ao meu lado e sempre me apoiando.

Agradeço ao professor Dr. Sérgio Ruffo Roberto, meu orientador, por ter contribuído muito em minha formação, pelos ensinamentos passados, pela amizade desenvolvida e por despertar o meu interesse pela cultura da videira.

Agradeço ao pesquisador PhD. Paulo Henrique Caramori pela oportunidade de entrar para a equipe do IAPAR, pelos valores profissionais passados, pela amizade e os cafezinhos compartilhados, além de me ensinar o que é a Agrometeorologia na prática.

Agradeço ao pesquisador PhD. Sérgio Luis Colucci de Carvalho pela colaboração com seu conhecimento em fruticultura e do território paranaense.

Agradeço aos pesquisadores Dr. Balbino Antonio Evangelista, Dr. Ivan Rodrigues de Almeida e ao professor Dr. Manuel Eduardo Ferreira pelos ensinamentos em geoprocessamento e SIG, importantes para execução do trabalho e resultados obtidos.

Agradeço ao Dr. Jorge Tonietto pela colaboração nas discussões dos resultados.

Agradeço ao Dr. Hugo José Braga e ao Msc. Jaime Ricardo Tavares Maluf pelas sugestões e envio de publicações sobre a cultura da videira.

Agradeço ao Sr. Edmirson Borrozzino pelo empenho e dedicação na manutenção e qualidade das séries de dados meteorológicos do IAPAR.

Agradeço ao Esp. Danilo Augusto Bambini Silva pelo auxílio na organização dos dados e execução das rotinas de simulações para obtenção dos resultados.

Agradeço aos professores Dr. Marcel Bellato Spósito, Dra. Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves, Dr. Marcelo Augusto de Aguiar e Silva, Dr. Dauri José

Tessmann e Dr. Édison Miglioranza pelas contribuições para a melhoria desse trabalho.

Agradeço ao CNPq pelo financiamento do projeto, tornando possível o levantamento de informações importantes para este trabalho e à CAPES pelo auxílio à pesquisa pela bolsa de estudos concedida.

Agradeço à UEL, ao IAPAR, à SEAB e à EMBRAPA.

Agradeço a todos que contribuíram para eu chegar até aqui, meus amigos e minha família pelo apoio, incentivo e compreensão ao longo destes anos.

*“A mente que se abre a uma nova
idéia jamais voltará ao seu tamanho
original”.*

Albert Einstein

RICCE, Wilian da Silva. **Zoneamento agroclimático da cultura da videira para o estado do Paraná**. 2012. 123 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

RESUMO

O objetivo desta tese foi caracterizar os riscos climáticos e o potencial da viticultura no Paraná para produção de uvas de mesa e processamento. Foram elaborados os seguintes artigos: Zoneamento agroclimático da cultura da videira; Potencial climático para a produção de uvas em sistema de dupla poda anual; Previsão de colheita de uvas em função de sua exigência em graus-dia e Potencial climático para produção de uvas viníferas no estado do Paraná. As séries históricas de dados meteorológicos do IAPAR, SIMEPAR e AGUASPARANA foram utilizadas para calcular índices agroclimáticos e riscos climáticos. Os principais riscos climáticos são umidade relativa elevada e geadas. O excesso hídrico durante praticamente todo o ano no estado, combinado com temperaturas favoráveis pode resultar em alta incidência de míldio. A ocorrência de geadas limita a época de cultivo nas regiões central, sul e leste. As uvas rústicas têm aptidão para cultivo em praticamente todo o estado, com exceção do litoral. As uvas finas de mesa podem ser cultivadas somente nas regiões norte, noroeste e oeste, enquanto as uvas finas para vinificação têm restrições somente no litoral e na região leste. A dupla safra anual não é possível para cultivares que exigem mais de 2.000 graus-dia (GD) entre a poda e a colheita. Cultivares com alta exigência de GD nesse período, como a Itália e suas mutações (1.800 GD), somente podem ser cultivadas em sistema de dupla safra anual nas regiões oeste, noroeste e norte. Nas regiões central, sul e leste, somente cultivares que necessitam menos de 1.200 GD podem ser cultivadas para obter dupla safra anual. Devido ao potencial de severidade do míldio, indica-se o cultivo de uvas rústicas para as regiões central, sul e leste, enquanto que nas regiões sudoeste, oeste, norte e noroeste, indica-se o cultivo das uvas finas com necessidade de controle da doença nas fases fenológicas mais suscetíveis. No noroeste, as uvas com exigência inferior a 1.050 GD podadas no início de julho podem ser colhidas a partir do segundo decêndio de setembro, obtendo-se maior valor de comercialização. Nessa mesma região, variedades com maior necessidade de GD, como a Itália e suas mutantes (1.800 GD) seriam colhidas entre o primeiro e segundo decêndio de novembro. Nas regiões mais frias do centro, sul e leste, o risco de geadas em julho é alto e a poda precoce pode resultar em injúria às brotações novas. Nesses casos as cultivares com menor exigência de GD, podadas a partir de 25 de agosto, seriam colhidas em janeiro e as com maiores exigências somente em maio. O Paraná possui regiões com mesmos grupos climáticos de regiões tradicionais de produção de vinhos finos do mundo. Os tipos climáticos, associados à latitude e altitude são adequados para a expansão da produção nas regiões oeste, norte e noroeste, viabilizando a produção de uvas de melhor qualidade para vinificação no outono-inverno. Nas áreas mais frias das regiões central, sul e leste, somente é possível a obtenção de um ciclo produtivo, devido ao elevado risco de geadas.

Palavras-chave: Riscos climáticos. *Vitis* sp. Vitivinicultura. Míldio. Graus-dia.

RICCE, Wilian da Silva Ricce. **Agroclimatic zoning of the culture of the vine in the state of Paraná**. 2012. 123 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

ABSTRACT

The aim of this thesis was to characterize the climate risks and the potential of viticulture in Parana state, Brazil, for table and processing grapes. The following articles were prepared: Agroclimatic zoning of the viticulture, Climatic potential for production of grapes under double annual pruning system, Annual grapes harvest forecast based on degree-days requirement, and Climatic potential for production of wine grapes in the state of Parana, Brazil. Historical series of meteorological data from IAPAR, SIMEPAR and AGUASPARANA were used to calculate agroclimatic indices and climatic risks. The main climate risks are the high relative humidity and frosts. The excess of humidity during the entire year in the state, combined with favorable temperatures may result in high incidence of downy mildew. The occurrence of frost limits the growing season in the central, south and east regions. For rustic grapes, almost the entire state is suitable for cultivation, with exception for the coast. The fine table grapes can be grown only in the north, northwest and west, while the fine grapes for wine-making have restrictions only on the coast and in the east. It is not possible to obtain two harvests per year for grapes that require more than 2,000 degree-days (DD) between pruning and harvesting. Varieties with demand above 1800 DD can only be cultivated in double annual crop in the warmer parts of the state (west, northwest and north). In colder regions of the state (central, south and east) only cultivars with less than 1,200 DD requirements can be grown to obtain two harvests. Due to the potential severity of downy mildew, rustic grapes are recommended for the central, south and east regions, while in the regions south, west, north and northwest it is recommended the cultivation of fine grapes, with the need to control the disease during the more susceptible phenological phases. In the northwest, the grapes that need less than 1050 DD pruned in early July can be harvested from 20 to 30 of September, resulting in a higher selling price. In this same region, varieties with higher needs of DD, such as 'Italia' and its mutants (1800 DD) would be harvested from 1st to 20 of November. In the colder regions (central, south and east), the risk of frost is high in July and early pruning can expose new shoots to injuries. In such cases the varieties with lower demand of DD, pruned from August 25, would be harvested in January and those with greater demands only in May. Paraná has regions with the same climatic groups of traditional regions of production of fine wines in the world. The climate types, associated with latitude and altitude are suitable for the expansion of production in the west, north and northwest, enabling the production of better quality grapes for winemaking in the autumn-winter. In the colder areas of the central, south and east regions, it is only possible to obtain one production cycle due to the high risk of frost.

Key-words: Climate risks. *Vitis* sp. Viticulture. Downy mildew. Degree-days.

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Exigência em graus-dia da poda à colheita de variedades de uvas.....	69
Tabela 5.1 – Exigência em graus-dia da poda à colheita de variedades de uvas.....	83
Tabela 6.1 – Intervalo de classes dos índices climáticos vitícolas do Sistema de Classificação Climática Multicritério Geovitícola (EMBRAPA UVA E VINHO, 2011)	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Área (ha) e produção (t) de uvas por continente nos anos de 2000 a 2009 (FAO, 2011).....	18
Figura 2.2 – Área (ha), produção (t) e rendimento médio (kg/ha) da uva no Brasil, anos de 1990 a 2010 (IBGE, 2011).....	19
Figura 2.3 – Área (ha) e produção (t) de uva no Brasil (IBGE, 2011).....	19
Figura 2.4 – Representatividade (%) de cada estado em relação à área (ha) e produção (t) de uva no Brasil (IBGE, 2011)	20
Figura 2.5 – Regiões produtoras de uvas de mesa, finas e comuns, no Brasil (CAMARGO; MAIA; RITSCHHEL, 2010)	21
Figura 2.6 – Regiões produtoras de uvas para processamento, sucos e vinhos de mesa, no Brasil (CAMARGO; MAIA; RITSCHHEL, 2010)	22
Figura 2.7 – Regiões produtoras de uvas para processamento, vinhos finos, no Brasil (CAMARGO; MAIA; RITSCHHEL, 2010)	23
Figura 2.8 – Área (ha), produção (t) e rendimento médio (kg/ha) da uva no Paraná, no período de 1980 a 2010 (IPARDES, 2011).....	24
Figura 2.9 – Área (ha) de cultivo de uvas no estado do Paraná (SEAB, 2011)	25
Figura 2.10 – Produção (t) de uvas no estado do Paraná (SEAB, 2011).....	25
Figura 2.9 – Tipo de uvas cultivada no estado do Paraná (SEAB, 2011).....	26
Figura 2.10 – Classificação climática do estado do Paraná segundo Köppen (IAPAR, 2011).....	31
Figura 2.11 – Insolação anual do Estado do Paraná (IAPAR, 2011)	33
Figura 2.12 – Altitude do estado do Paraná (adaptado de MIRANDA, 2005).....	33
Figura 2.13 – Temperatura média anual do estado do Paraná (IAPAR, 2011)	34
Figura 2.14 – Estádios fenológicos da videira, de acordo com Eichorn e Lorenz (1984) adaptado por Pommer et al. (1999)	35
Figura 2.15 – Temperaturas mínimas, médias e máximas nos meses de junho a agosto no ano de 2000 em Londrina, PR	38
Figura 2.16 – Número médio de geadas severas esperado a cada 10 anos no Estado do Paraná (KISHINO; CARAMORI, 2007)	40

Figura 2.17 – Precipitação média anual (A) e evapotranspiração anual (B) no Paraná (IAPAR, 2011)	42
Figura 2.18 – Umidade relativa média anual do Estado do Paraná	44
Figura 2.19 – Área plantada (ha) de uva por país (FAO, 2011)	46
Figura 2.20 – Regiões produtoras de vinho com clima mediterrâneo (WIKIPEDIA, 2011)	48
Figura 2.21 – Índice Huglin, com base nos períodos de abril a setembro no Hemisfério Norte e outubro a março no Hemisfério Sul	49
Figura 3.1 – Precipitação (mm) média histórica de 1976 a 2010 no Paraná, das estações meteorológicas do IAPAR e pluviométricas do Instituto das Águas do Paraná	58
Figura 3.2 – Umidade relativa (%) média histórica de 1976 a 2010 no Paraná, das estações meteorológicas do IAPAR.....	60
Figura 3.3 – Temperatura média anual (°C) média histórica de 1976 a 2010 no Paraná, das estações meteorológicas do IAPAR.....	61
Figura 3.4 – Zoneamento agroclimático da cultura da videira no Paraná (A): uvas rústicas, (B): uvas finas para vinho e (C): uvas finas de mesa, sendo as áreas coloridas aptas e as áreas em branco as inaptas ao cultivo	62
Figura 4.1 – Épocas com risco superior a 20% de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C no Paraná	71
Figura 4.2 – Valor máximo de somatório de graus-dia (GD) para a produção de duas safras anuais em função de diferentes épocas de poda de inverno no Paraná	73
Figura 4.3 – Extrato do balanço hídrico climatológico normal de estações meteorológicas do IAPAR representativas de cada região do estado	76
Figura 4.4 – Estimativa mensal da severidade do míldio (lesões/cm ²) da videira em função da temperatura e molhamento foliar para o Paraná com base no modelo proposto por Lalancette, Ellis e Madden (1988) para as uvas americanas	78
Figura 5.1 – Épocas com risco superior a 20% de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C no Paraná	85

Figura 5.2 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.000 a 1.050 graus-dia em função das épocas de poda	86
Figura 5.3 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência de 1.250 e 1.300 graus-dia em função das épocas de poda	87
Figura 5.4 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.300 a 1.350 graus-dia em função das épocas de poda	88
Figura 5.5 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.350 a 1.400 graus-dia em função das épocas de poda	89
Figura 5.6 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência de 1.450 graus-dia em função das épocas de poda	90
Figura 5.7 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.500 e 1.550 graus-dia em função das épocas de poda	91
Figura 5.8 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.600 e 1.650 graus-dia em função das épocas de poda	92
Figura 5.9 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.700 e 2.000 graus-dia em função das épocas de poda	93
Figura 5.10 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência acima de 2.000 graus-dia em função das épocas de poda	94
Figura 5.11 – Volumes comercializados (t) das uvas Rubi, Itália, Niágara Rosada e Benitaka nas unidades de Curitiba, Londrina, Maringá, Foz do Iguaçu e Cascavel do CEASA no Paraná de 2005 a 2010 (CEASA, 2011).....	96
Figura 6.1 – Índice Heliotérmico (IH) nos períodos de outubro- março e abril-setembro no estado do Paraná	103
Figura 6.2 – Índice de Frio Noturno (IF) nos períodos de outubro a março e abril e setembro no estado do Paraná	104

Figura 6.3 – Classes Geovíticas no período de outubro a março no estado do Paraná.....	106
Figura 6.4 – Classes Geovíticas no período de abril a setembro no estado do Paraná.....	108
Figura 6.5 – Classificação climática para cultivares de uvas finas para vinificação segundo Jones (2006). (A): período de outubro-março e (B): de abril-setembro.....	110

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 A CULTURA DA VIDEIRA NO MUNDO E NO PARANÁ.....	18
2.2 ESPÉCIES E CULTIVARES DE VIDEIRA	27
2.3 INFLUÊNCIA DO CLIMA E DO TEMPO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	30
2.4 O CLIMA DO PARANÁ E A VITICULTURA	31
2.5 ESTUDOS CLIMÁTICOS PARA A VITIVINICULTURA.....	46
3 ARTIGO A: ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CULTURA DA VIDEIRA NO ESTADO DO PARANÁ	54
3.1 RESUMO	54
3.2 INTRODUÇÃO.....	55
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
3.5 CONCLUSÕES.....	64
4 ARTIGO B: RISCOS CLIMÁTICOS PARA A PRODUÇÃO DE UVAS EM SISTEMA DE DUPLA PODA ANUAL NO ESTADO DO PARANÁ	65
4.1 RESUMO	65
4.2 INTRODUÇÃO.....	66
4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	68
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
4.5 CONCLUSÕES.....	79
5 ARTIGO C: PREVISÃO DE COLHEITA DE UVAS EM FUNÇÃO DE SUA EXIGÊNCIA EM GRAUS-DIA NO PARANÁ	80
5.1 Resumo.....	80
5.2 Introdução	81
5.3 Material e Métodos	82
5.4 Resultados e Discussão.....	84
5.5 Conclusões	97

6 ARTIGO D: POTENCIAL CLIMÁTICO PARA PRODUÇÃO DE UVAS VINÍFERAS NO ESTADO DO PARANÁ	98
6.1 RESUMO	98
6.2 INTRODUÇÃO.....	99
6.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	100
6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	102
6.5 CONCLUSÕES.....	111
7 CONCLUSÕES GERAIS	112
8 REFERÊNCIAS	114

1 INTRODUÇÃO

A economia paranaense é a quinta maior do Brasil, com Produto Interno Bruto (PIB) de aproximadamente 220 bilhões de reais. O Estado responde atualmente por 6% do PIB nacional, registrando renda *per capita* de R\$ 21,1 mil em 2010, acima do valor de R\$ 19,3 mil referente ao Brasil. O setor agropecuário é responsável por 9,6% do PIB estadual (IPARDES, 2010).

O Paraná é destaque no cenário agropecuário nacional, apresentando uma pauta agrícola diversificada. A utilização de avançadas técnicas agronômicas coloca o estado em destaque em termos de produtividade em diversas culturas. A fruticultura está entre os mais destacados segmentos agrícolas brasileiros, que no estado, apresenta evolução contínua, buscando atender um grande mercado interno em crescimento e um melhor acesso ao mercado mundial de frutas. Dentre os principais segmentos da fruticultura, a viticultura é uma atividade de grande importância econômica no Paraná e em diversas unidades da federação.

Um fator determinante para o sucesso das explorações agrícolas é o tempo. As condições meteorológicas constituem o fator que mais determina a produtividade dos cultivos em todo o mundo, com destaque para as condições de temperatura e umidade do solo.

A temperatura é o elemento que determina a distribuição das espécies vegetais em todo o globo. Quando os limites de adaptação térmica são ultrapassados, ocorrem perdas frequentes na agricultura. A disponibilidade hídrica causa perdas frequentes, devido à variabilidade na distribuição espacial e temporal das chuvas. Tanto o déficit como os excessos hídricos podem causar perdas na produção e na qualidade das culturas. O excesso de umidade também constitui um problema, pois facilita a proliferação de doenças e pode comprometer a qualidade do produto na colheita. Para a videira, o excesso de umidade combinado com altas temperaturas pode levar à uma alta incidência de doenças e elevado uso de defensivos no cultivo.

A videira é cultivada atualmente em uma diversidade de climas e ambientes, exceto onde as condições de temperatura e umidade não permitem o desenvolvimento ou limitem a produção.

No Paraná, as uvas finas de mesa e uvas rústicas, tanto para processamento como para mesa, são destaque na produção. Outro fato importante é a obtenção de duas safras anuais em regiões onde o risco de geadas é baixo.

O conhecimento das áreas aptas ao cultivo das espécies de videiras é fator importante para a expansão sustentável da cultura, pois otimiza o fator clima e diminui a exposição dos agricultores aos riscos. O zoneamento agroclimático possibilita a indicação de áreas aptas ao cultivo até um valor máximo de risco de exposição da cultura a intempéries. A avaliação do potencial produtivo com base no clima da região para a qualidade das uvas também auxilia no planejamento e escolha de cultivares.

A utilização de técnicas de geoprocessamento e de Sistemas de Informação Geográficas permitem a extrapolação dos dados pontuais das estações meteorológicas para as regiões do entorno. Com isso, onde não existem dados, esses podem ser interpolados e utilizados com confiança, dependendo da base disponível. Assim, as análises de riscos climáticos podem ser realizadas para grandes regiões.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os riscos climáticos e o potencial da viticultura no estado do Paraná, considerando a produção de uvas de mesa e para processamento. A tese é apresentada na forma de artigos científicos, a saber:

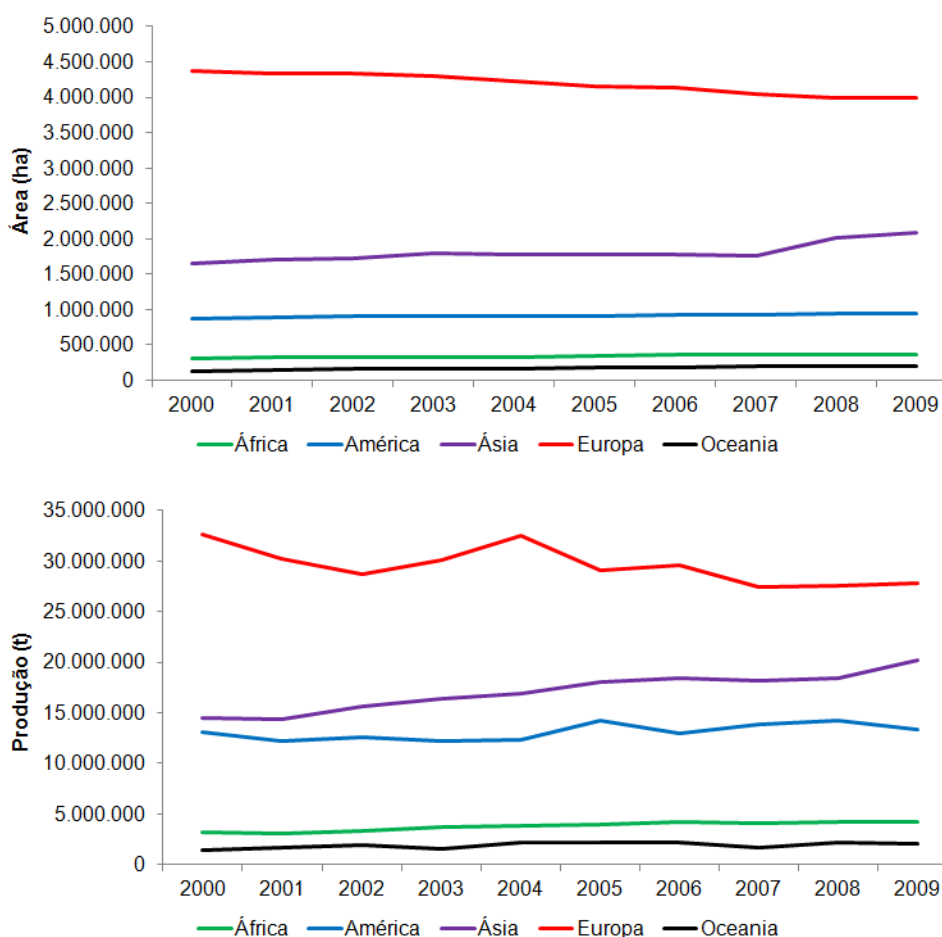
- Revisão de Literatura: abordagem sobre o clima do Paraná e a cultura da videira;
- Artigo A: Zoneamento agrícola da cultura da videira no estado do Paraná;
- Artigo B: Potencial climático para a produção de uvas em sistema de dupla poda anual no estado do Paraná;
- Artigo C: Previsão de colheita de uvas em função de sua exigência em graus-dia no Paraná e;
- Artigo D: Potencial climático para produção de uvas viníferas no estado do Paraná.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA VIDEIRA NO MUNDO E NO PARANÁ

A vitivinicultura é uma atividade economicamente importante no mundo. A área, a produção e a produtividade mundial de uvas em 2009 foram de 7.598.570 ha, 67,56 milhões de t e 8.891 kg/ha, respectivamente, sendo produzidos 26,68 bilhões de litros de vinho (FAO, 2011). Na figura 2.1 são apresentados os valores de área e produção por continente do ano de 2000 a 2009.

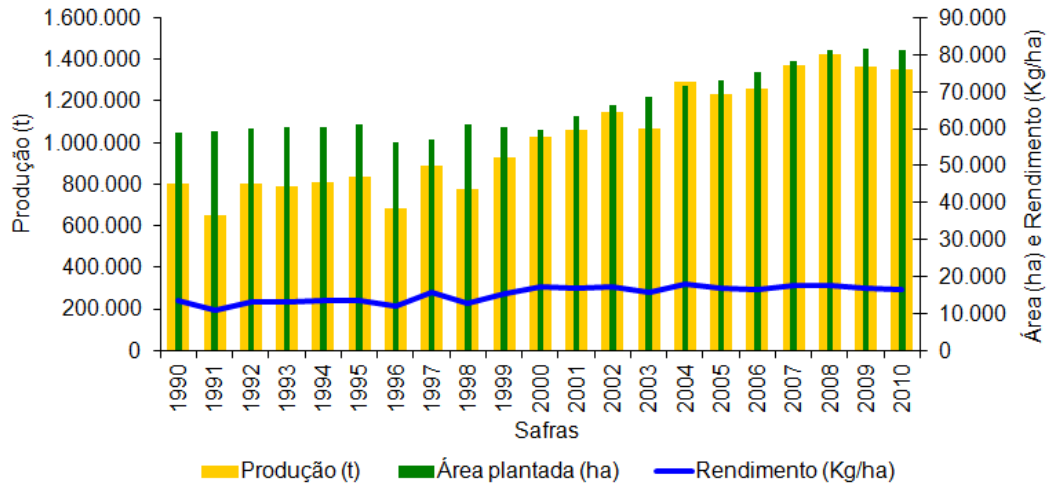
Figura 2.1 – Área (ha) e produção (t) de uvas por continente nos anos de 2000 a 2009 (FAO, 2011)



A Europa tem grande importância no cenário mundial na produção de uvas, representando aproximadamente 53% da área plantada e 41% do total produzido. Porém, observa-se tendência de queda na área plantada nesse continente, enquanto que na Ásia vem ocorrendo expansão nos últimos anos. Na África, América e

Oceania, a área plantada também vem aumentando, porém de forma mais lenta que na Ásia (Figura 2.1).

Figura 2.2 – Área (ha), produção (t) e rendimento médio (kg/ha) da uva no Brasil, anos de 1990 a 2010 (IBGE, 2011)



A viticultura brasileira se concentra nas regiões sul, sudeste e nordeste, sendo o Rio Grande do Sul, Pernambuco, São Paulo, Paraná, Bahia, Santa Catarina e Minas Gerais, em ordem decrescente, os principais estados produtores (Figuras 2.3 e 2.4).

Figura 2.3 – Área (ha) e produção (t) de uva no Brasil (IBGE, 2011)

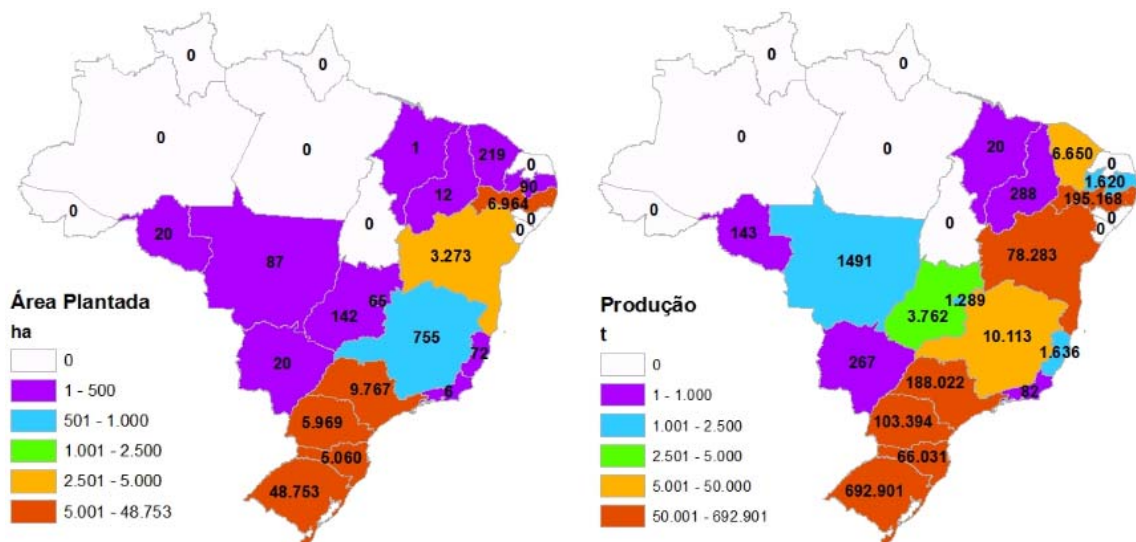
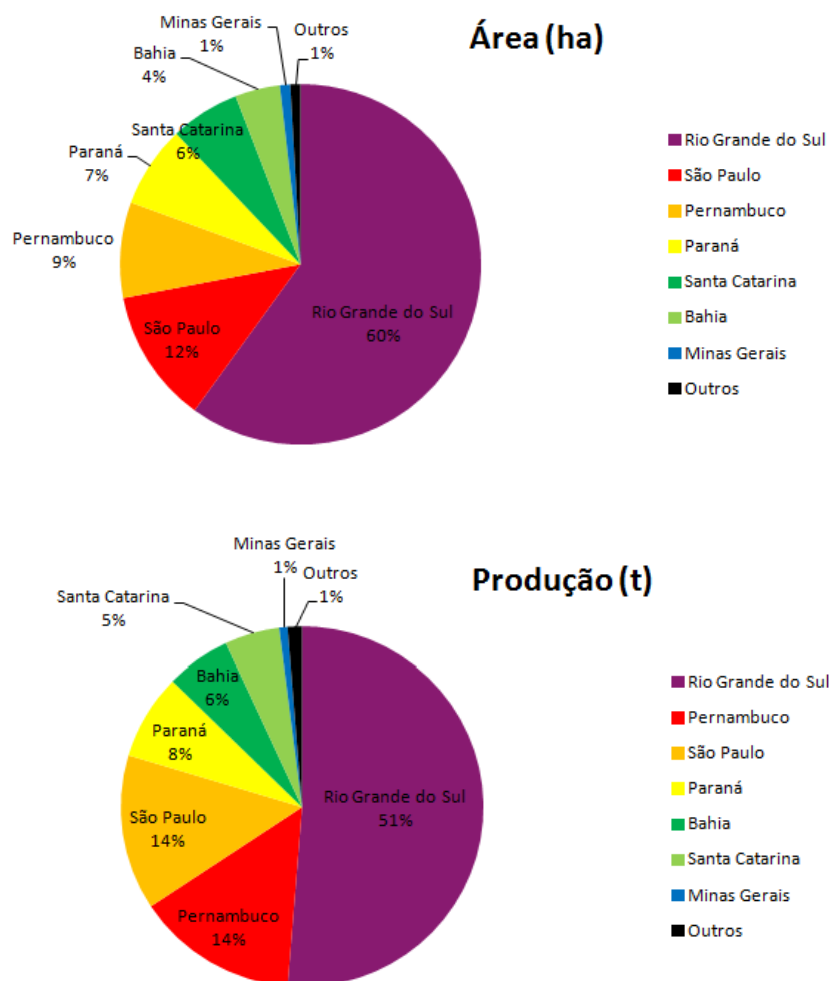


Figura 2.4 – Representatividade (%) de cada estado em relação à área (ha) e produção (t) de uva no Brasil (IBGE, 2011)



No Brasil, 56% da produção tem como destino o mercado de uva de mesa, enquanto 44% são destinados ao processamento (ANUÁRIO BRASILEIRO DA UVA E DO VINHO, 2007). A produção brasileira de uvas finas de mesa desenvolveu-se com base em uvas com sementes, especialmente da cv. Itália e suas mutações ('Rubi', 'Benitaka' e 'Brasil'). A expansão da viticultura tropical com estas cultivares, além do abastecimento do mercado interno durante todo o ano, proporcionou ao país uma oportunidade ímpar: exportar uvas frescas nos períodos de entressafra. Entretanto, é notável que o melhor espaço no mercado internacional é ocupado por uvas sem sementes, cuja produção no Brasil é ainda pequena (EMBRAPA UVA E VINHO, 2005c).

Camargo, Maia e Ritschel (2010) destacam as regiões produtoras conforme a classificação comercial das uvas (Figura 2.5 a 2.7).

Figura 2.5 – Regiões produtoras de uvas de mesa, finas e comuns, no Brasil (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2010)

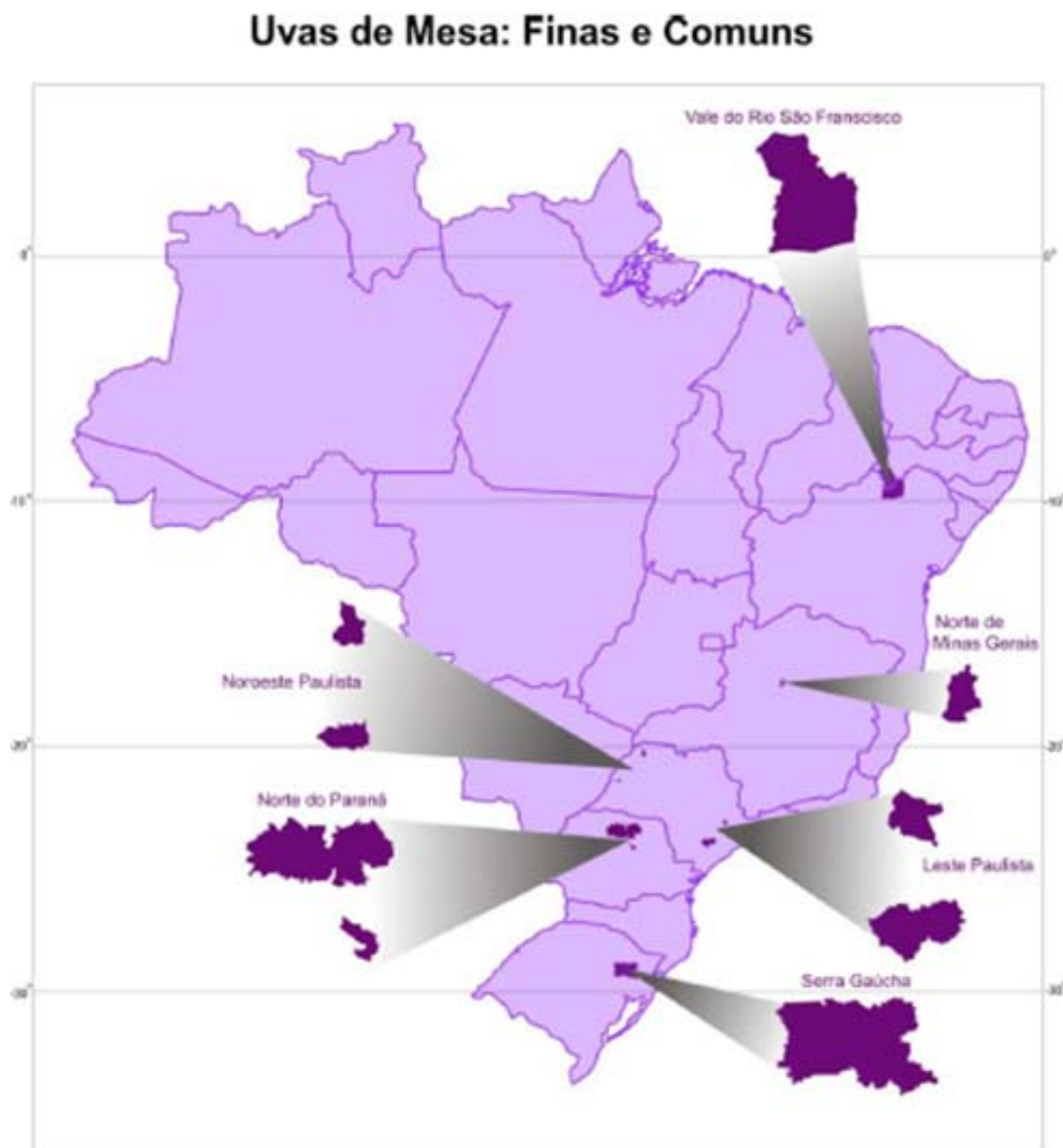


Figura 2.6 – Regiões produtoras de uvas para processamento, sucos e vinhos de mesa, no Brasil (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2010)

Uvas para processamento: Sucos e Vinhos de Mesa

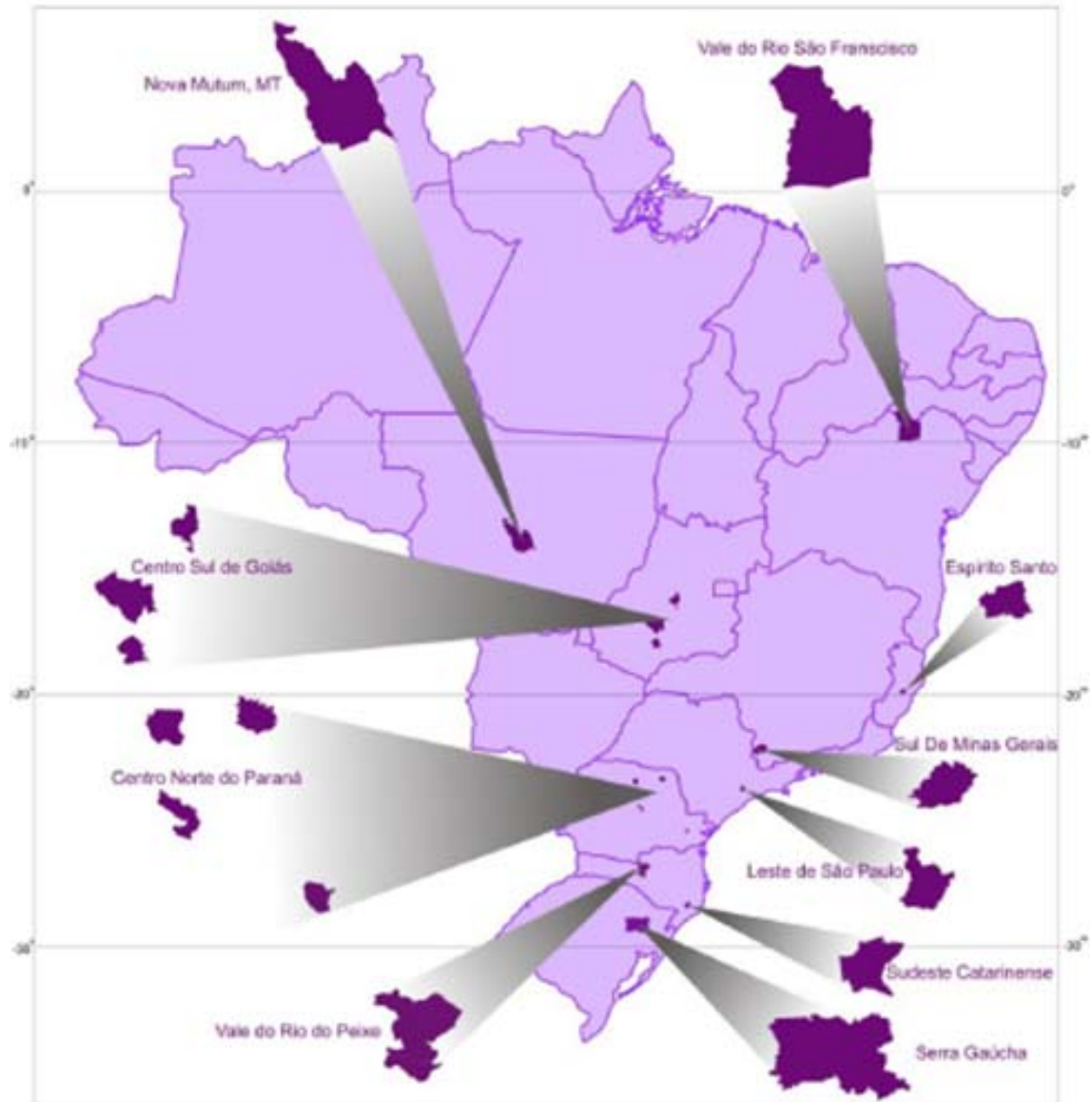
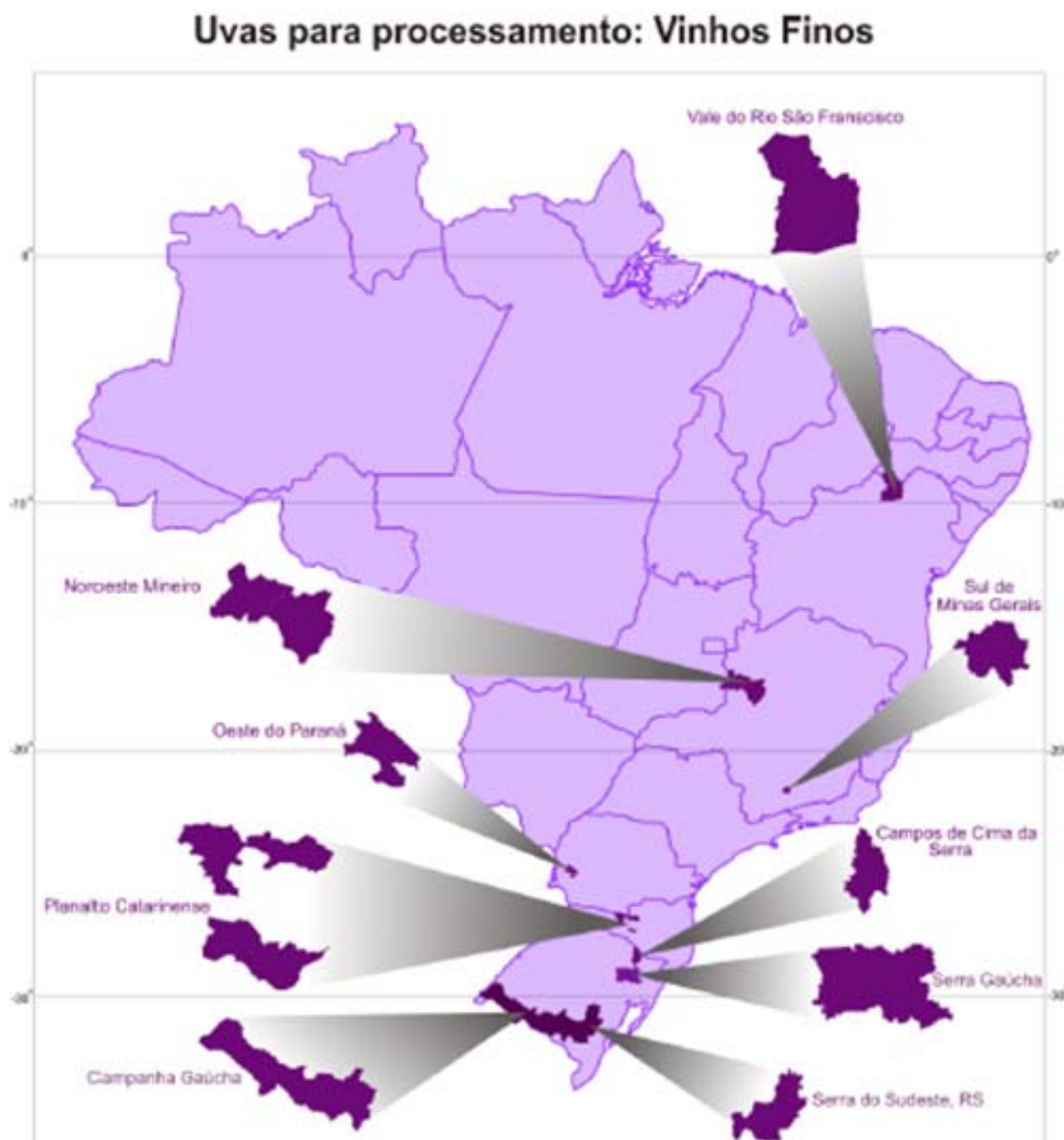
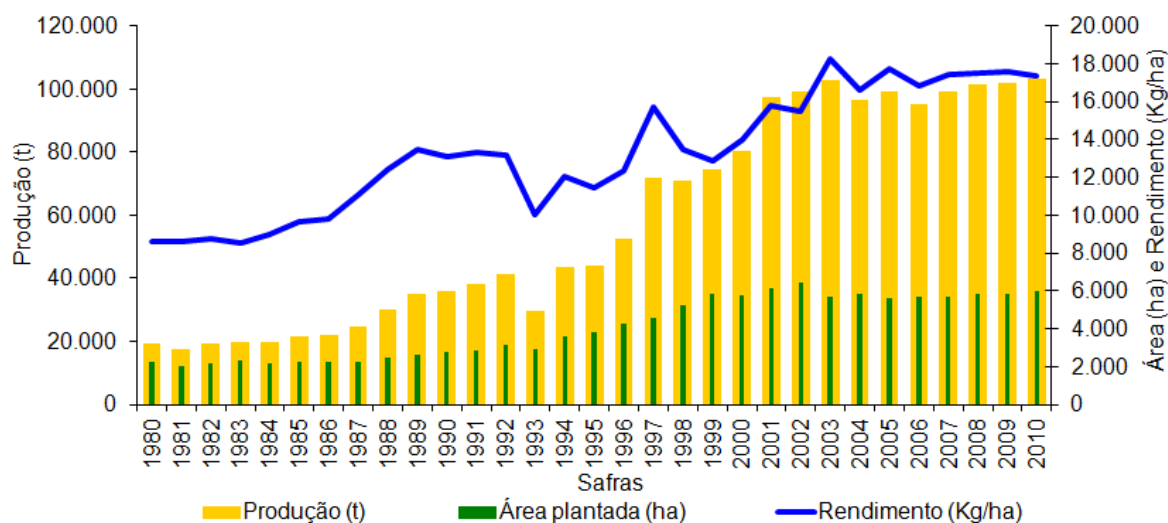


Figura 2.7 – Regiões produtoras de uvas para processamento, vinhos finos, no Brasil (CAMARGO; MAIA; RITSCHHEL, 2010)



No Paraná, a área total de uva no ano de 2010 foi de 5.969 hectares, com produção de 103.394 t e rendimento médio de 17.322 kg/ha (IPARDES, 2011). Observa-se o aumento na produtividade dos parreirais paranaenses de 8,6 para 17,3 t/ha em 31 anos (Figura 2.8).

Figura 2.8 – Área (ha), produção (t) e rendimento médio (kg/ha) da uva no Paraná, no período de 1980 a 2010 (IPARDES, 2011)



No Paraná, as zonas de maior concentração da produção estão localizadas nas regiões norte, sudoeste e sul (Figuras 2.9 e 2.10). Para ter-se uma idéia da importância da cultura para a região, no município de Marialva são produzidas cerca de 10% das uvas de mesa do país. Nesse município concentra-se o maior número de propriedades vitícolas do estado, o qual se destaca pelo aumento da população rural devido à consolidação e expansão da viticultura (ABI SAAB, 2000). Predominam na região as pequenas propriedades com uso de mão-de-obra familiar, complementada por meio de contratos de parceria, remunerados com parte da produção (PROTAS; CAMARGO; MELLO, 2006).

Figura 2.9 – Área (ha) de cultivo de uvas no estado do Paraná (SEAB, 2011)

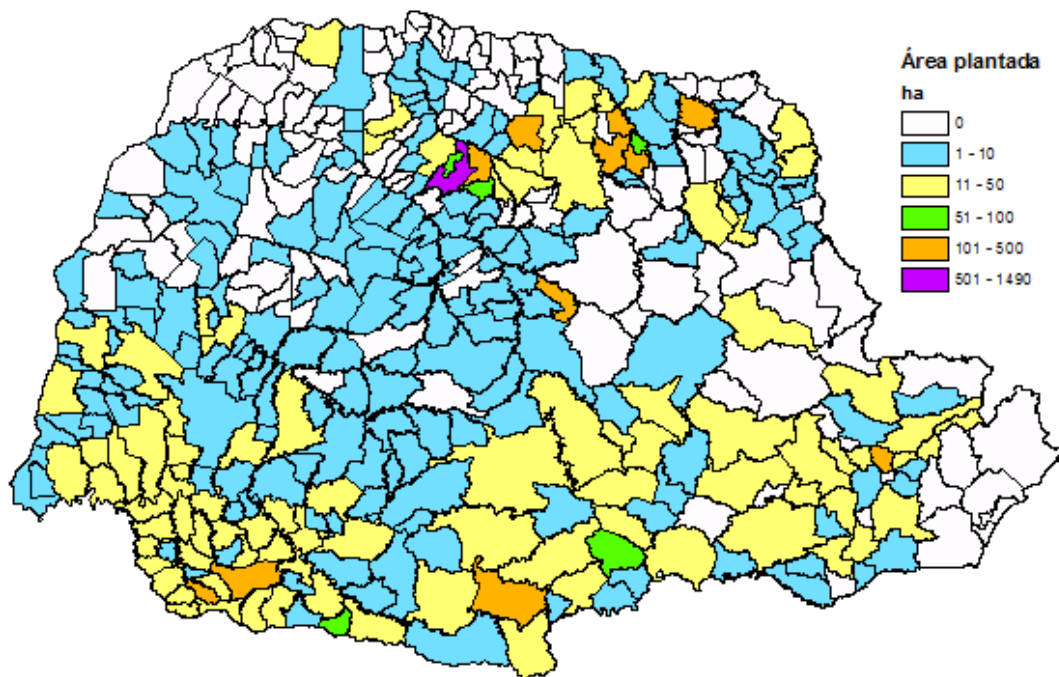
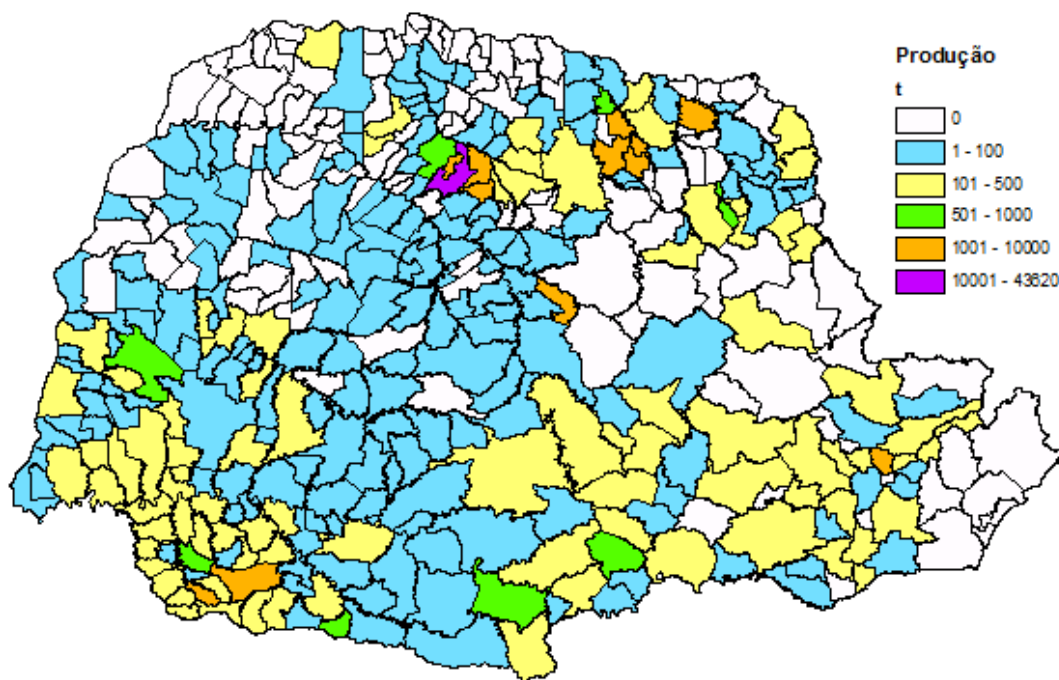


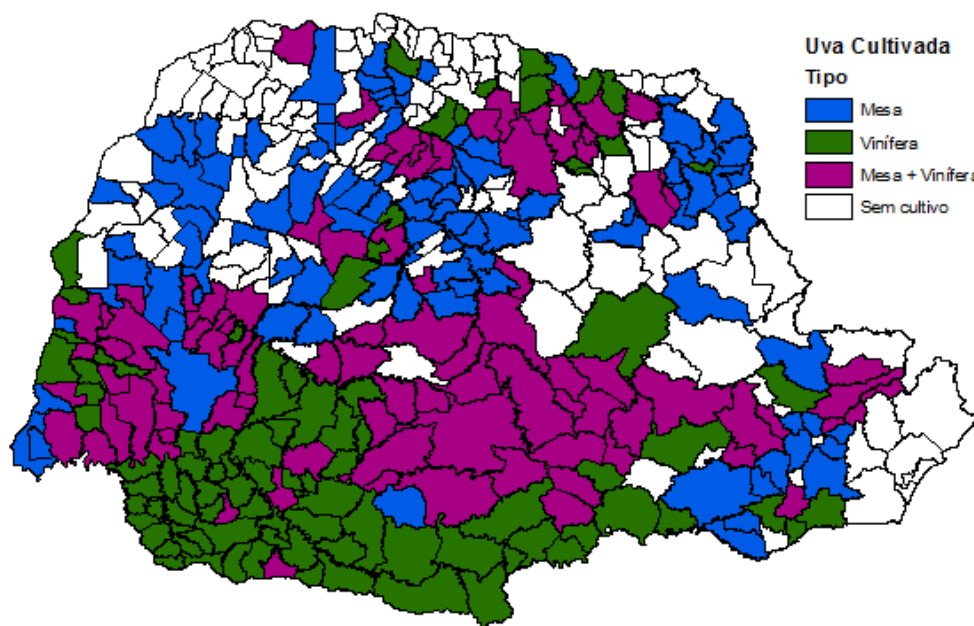
Figura 2.10 – Produção (t) de uvas no estado do Paraná (SEAB, 2011)



No Paraná, há uma grande diversidade de sistemas de produção de uvas (Figuras 2.9). Da área total do estado, 60% são ocupadas por uvas de mesa,

representando 79% da produção estadual e 40% são as uvas para processamento, com 21% da produção total estadual (SEAB, 2011). As uvas finas destinadas à vinificação são predominantemente uvas rústicas, verificando-se pequeno percentual de uvas finas nos municípios de Maringá e Toledo.

Figura 2.9 – Tipo de uvas cultivada no estado do Paraná (SEAB, 2011)



Zarth et al. (2011), analisando o perfil sócio-econômico da região sudoeste do Paraná, concluíram que a vitivinicultura é exercida por pequenos produtores rurais, com forte vertente na tradição familiar. Esta atividade é praticada, predominantemente, por pessoas com idade superior a 50 anos e baixa escolaridade, e 70% das propriedades entrevistadas com no máximo 1 ha de parreiras. A região apresenta características favoráveis ao cultivo de uvas rústicas, as quais demonstraram boa adaptação na região.

No sul do estado, próximo à Curitiba, são produzidas basicamente variedades americanas e híbridas destinadas à vinificação e ao mercado de frutas frescas, representando apenas 13% da produção total de uvas do Paraná (SATO; ROBERTO, 2008). Em outros municípios como Santa Helena no oeste do estado e Rosário do Ivaí na região norte paranaense, foi recentemente iniciado o cultivo de uva 'Niágara Rosada', e nessas regiões a viticultura encontra-se em grande expansão.

A viticultura norte-parananese diferencia-se das demais regiões produtoras do país, pois ali se aplica, devido às tecnologias de cultivo desenvolvidas, a dupla poda anual, obtendo-se duas safras em um ano (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007). A primeira é realizada no fim do repouso hibernar, nos meses de julho e início de agosto, colhendo-se de dezembro a janeiro. A segunda safra é realizada logo após a colheita proveniente da poda de inverno, obtendo-se uma segunda produção de maio a junho, período este em que a oferta de uvas de mesa no Brasil por outras regiões é baixa ou inexistente.

A cultura da videira demanda elevada mão-de-obra e apresenta alto potencial de geração de renda no campo e nas cadeias de produção de vinho e suco em desenvolvimento, tornando-se uma opção de diversificação na agricultura familiar (SATO; ROBERTO, 2008). Pelinski et al. (2009) destacam a agroindústria familiar como uma alternativa para agregação de valor na viticultura, possibilitando a geração de renda para os agricultores, especialmente os familiares, com diminuição dos riscos eminentes da comercialização, apoiando, assim, o desenvolvimento mais sustentável do meio rural.

2.2 ESPÉCIES E CULTIVARES DE VIDEIRA

A videira é um arbusto com caule sarmentoso e trepador, que se fixa a suportes naturais ou artificiais, mediante órgãos especializados. O caule é verde e à medida que vai lignificando, torna-se escuro. As folhas são grandes e divididas em lobos com uma leve pilosidade esbranquiçada em sua superfície e as flores apresentam coloração creme-esverdeadas e pequenas (POMMER, 2003).

A videira pertence à família Vitaceae e ao gênero *Vitis*, com grande número de espécies, destacando-se a *Vitis vinifera*, de origem européia e que resulta em frutos apropriados à elaboração de vinhos finos, e a *Vitis labrusca*, além de outras de origem americana, utilizadas para a elaboração de vinhos comuns e suco e uvas rústicas de mesa e porta-enxertos como fonte de resistência a pragas e doenças (POMMER, 2003).

A vitivinicultura brasileira é caracterizada pela diversidade de produção em várias regiões: uvas finas, americanas e híbridas para mesa, uvas para elaboração de vinhos finos, e uvas americanas e híbridas para a elaboração de vinhos de mesa e

sucos, diferentemente da maioria dos outros países, em que são produzidas apenas uvas finas para mesa e para vinho.

A produção de uvas de mesa no Brasil pode ser dividida em dois grupos: um formado pelas uvas finas de mesa (*V. vinifera*), representado principalmente por cultivares como a Itália e suas mutações (Rubi, Benitaka e Brasil), Red Globe, Red Meire, Patrícia, e as sem sementes (Centennial Seedless, Superior Seedless ou Festival, Thompson Seedless, Perlette, Catalunha e Crimson Seedless); e outro pelas uvas comuns ou rústicas de mesa (*V. labrusca*), cuja representante principal é a cultivar Niágara Rosada (NACHTIGAL, 2003).

A denominação "uvas rústicas" ou "uvas comuns" é utilizada no Brasil para todas as cultivares de uvas americanas (*V. labrusca* e *V. bourquina*), e híbridas de diferentes espécies de *Vitis* (EMBRAPA UVA E VINHO, 2005b). De maneira geral, estas videiras caracterizam-se por apresentar elevada produtividade e alta resistência a doenças quando comparadas às cultivares de *V. vinifera*, como o míldio e o oídio. No caso das cultivares de *V. labrusca*, as características de sabor e aroma da uva são determinantes na preferência de muitos consumidores, seja para consumo de frutas frescas seja para vinhos e sucos elaborados. No caso de cultivares híbridas, muitas apresentam qualidade similar à das uvas finas (*V. vinifera*) associada à resistência às doenças fúngicas, constituindo-se em alternativa interessante para a produção de uvas, vinhos e sucos utilizando sistemas de produção alternativos (orgânico ou ecológico).

No mercado nacional, as uvas comuns de mesa, como 'Niágara Rosada', 'Isabel' e 'Niágara Branca', são bastante apreciadas e representam 50% do volume comercializado de uvas frescas. Estas uvas são produzidas tradicionalmente na região Sul, nos meses de janeiro e fevereiro. Novas regiões de produção começam a se firmar no mercado, principalmente após o ajuste do manejo para climas tropicais (CAMARGO; MAIA, 2008).

As principais cultivares utilizadas para a produção de suco são Isabel, Concord e Bordô. A produção brasileira de suco de uva está concentrada no Rio Grande do Sul, mas observa-se, em anos recentes, uma forte tendência de expansão para regiões tropicais como Mato Grosso, Paraná, Goiás e Vale do Rio São Francisco (CAMARGO, 2005).

A produção de uvas finas para produção de vinhos está concentrada em regiões de clima temperado do Sul do país, embora o fenômeno de expansão para

novas áreas, inclusive de climas tropicais também esteja sendo observado neste segmento da cadeia vitivinícola brasileira (PROTAS; CAMARGO; MELLO, 2006).

Das cultivares de uvas tintas finas para vinho produzidas no Brasil, destacam-se: Cabernet Sauvignon, Merlot, Barbera, Cabernet Franc, Pinot Noir, Pinotage, Bonarda, Gamay, Syrah, Tannat e Tempranillo; das cultivares de uvas brancas finas para vinho destacam-se: Chardonnay, Sauvignon Blanc, Moscato, Riesling, Gewurztraminer e Malvasia Bianca (EMBRAPA UVA E VINHO, 2003a, 2003b, 2005a, 2005b e 2005c).

O Programa de Melhoramento Genético de Uvas da Embrapa Uva e Vinho lançou diversas variedades de uvas na última década, e o cultivo de muitas delas encontram-se em expansão em diversas regiões do país. As principais cultivares desenvolvidas pela Embrapa conforme a classificação comercial e botânica são (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2010):

- Uvas de mesa - americanas e híbridas: Dona Zilá e Tardia de Caxias;
- Uvas de mesa - finas: BRS Clara, BRS Morena e BRS Linda;
- Uvas para processamento - vinhos de mesa (americanas e híbridas): Moscato Embrapa, BRS Lorena e BRS Margot e;
- Uvas para processamento - sucos (americanas e híbridas): BRS Rúbea, Concord Clone 30, Isabel Precoce, BRS Cora, BRS Violeta e BRS Carmem.

Os porta-enxertos são usados em viticultura com diversos objetivos, como adaptação a determinadas condições climáticas e a diferentes tipos de solo, controle de pragas e resistência à doenças de solo. Normalmente os porta-enxertos induzem maior vigor, precocidade de produção e maior produtividade às copas em relação ao pé-franco. A produção de mudas pelo método de enxertia começou a ser adotada na maioria das regiões vitícolas do mundo como meio de defesa contra a filoxera, uma praga limitante ao desenvolvimento de cultivares de *Vitis vinifera* (CAMARGO, 2011).

Segundo Camargo (2011), os principais porta-enxertos utilizados na viticultura do sul do Brasil são: Rupestris du Lot, 101-14, Solferino, Kober 5BB, 420 A, 161-49, Téléki, SO4, 1103 Paulsen, Traviú, IAC 766 e IAC 572.

2.3 INFLUÊNCIA DO CLIMA E DO TEMPO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

As palavras clima e tempo, usualmente, são utilizadas como sinônimas, porém cada uma tem um significado distinto. O tempo meteorológico é o tempo atual ou tempo a ser previsto pelos meteorologistas, que se estende no máximo em 15 dias. Refere-se ao estado atual da atmosfera em um determinado local ou região. O tempo pode ter mudanças rápidas em função de alterações nas propriedades atmosféricas. Uma região com alta incidência de radiação solar, por exemplo, pode ter o céu coberto por nuvens que inibem o calor do sol e baixam a temperatura. Isso é possível graças às massas de ar que se deslocam e flutuam pela troposfera e às variações nas condições de estabilidade, influenciando o tempo e conseqüentemente o clima de diversos locais do planeta. O clima refere-se ao estado médio das condições atmosféricas que ocorrem em determinados locais ou regiões. Dessa forma, pode-se afirmar que o clima é a junção dos tipos de tempo que ocorrem em uma determinada região, tornando-se uma característica da mesma. O clima, portanto, corresponde aos padrões das condições atmosféricas de determinado lugar com base no ocorrido por muitos anos sucessivos (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

O clima, segundo o glossário IPCC (2011) pode ser assim definido: “Clima, num sentido restrito é geralmente definido como “tempo meteorológico médio”, ou mais precisamente, como a descrição estatística de quantidades relevantes de mudanças do tempo meteorológico num período de tempo, que vai de meses a milhões de anos. O período clássico é de 30 anos, definido pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM). Essas quantidades são geralmente variações de superfície como temperatura, precipitação e vento. O clima num sentido mais amplo é o estado, incluindo as descrições estatísticas do sistema global”.

O tempo compreende os diversos fenômenos que ocorrem na atmosfera como frentes frias, tempestades, furacões, assim como a um conjunto de variações aleatórias dos elementos meteorológicos (temperatura, precipitação, vento, umidade e pressão do ar). As condições do tempo e as características do clima influenciam de maneira direta o ambiente agrícola, pois existem atividades que somente são realizadas em um determinado tempo com distintas características climáticas.

O zoneamento agrícola baseia-se em riscos climáticos calculados por funções matemáticas e estatísticas sobre séries de dados meteorológicos disponíveis.

Assim, o clima toma importância maior nesse estudo que o tempo ou as previsões futuras para a próxima safra.

2.4 O CLIMA DO PARANÁ E A VITICULTURA

O estado do Paraná está situado entre latitudes 22 e 27°S, em altitudes variando entre 0 e 1.877 m, contemplando uma grande diversidade de clima, passando de subtropical ao norte para uma transição de temperado ao sul. Segundo a classificação de Köppen, o Paraná tem dois tipos de clima: o tipo Cfa, que abrange a maior área e se estende desde as margens dos rios Paranapanema e Paraná até cotas altimétricas entre 600 e 800m, em direção sul, abrangendo todo o Norte e Noroeste do Estado. Nessas regiões, a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente é superior a 22°C, o que caracteriza um clima mesotérmico – com verão quente e inverno ameno. O segundo tipo é o Cfb, que é um clima temperado, com média do mês mais frio abaixo de 18°C, verões frescos, temperatura média do mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (MAACK, 2002; IAPAR, 2011) (Figura 2.10).

Figura 2.10 – Classificação climática do estado do Paraná segundo Köppen (IAPAR, 2011)



Essas condições possibilitam o cultivo econômico de uma ampla gama de espécies, dentre as quais a uva toma importância, principalmente pela sua diversidade genética e a possibilidade de adaptação às condições do estado.

O tempo e o clima exercem grande influência na cultura da videira, delimitando sua adaptabilidade em diferentes regiões. Em relação ao clima, a videira se adapta melhor ao subtropical, semi-árido, com inverno úmido e frio e verão quente e seco e no mundo é cultivada entre as latitudes 34° N e 49° S. A espécie *V. vinifera* adapta-se melhor em áreas de verão longo e seco e de invernos brandos e as regiões de verões úmidos são menos indicadas, devido à sua suscetibilidade a doenças causadas por fungos (THOMÉ et al., 1999).

Os elementos meteorológicos que mais influenciam o crescimento e o desenvolvimento da videira são: radiação solar (luz), temperatura do ar, geada, precipitação pluviométrica (chuva), granizo, umidade relativa e vento (KISHINO; CARAMORI, 2007).

A luz é indispensável para a videira realizar fotossíntese. Na quantidade adequada, a casca da baga torna-se mais colorida e mais espessa. Alta intensidade de luz pode prejudicar os frutos, assim como ambientes sombreados e úmidos podem favorecer o aparecimento de pragas e doenças. Porém, na fase de pré-amolecimento da baga, a incidência direta de radiação solar forte nas bagas pode causar o “golpe de sol”. A luz também ajuda na diferenciação de gemas, enquanto um ambiente sombreado e úmido favorece as infestações de cochonilhas (KISHINO; CARAMORI, 2007). A videira necessita, conforme a cultivar, entre 1.200 e 1.400 horas de brilho solar (insolação) para completar o seu ciclo (SENTELHAS, 1998).

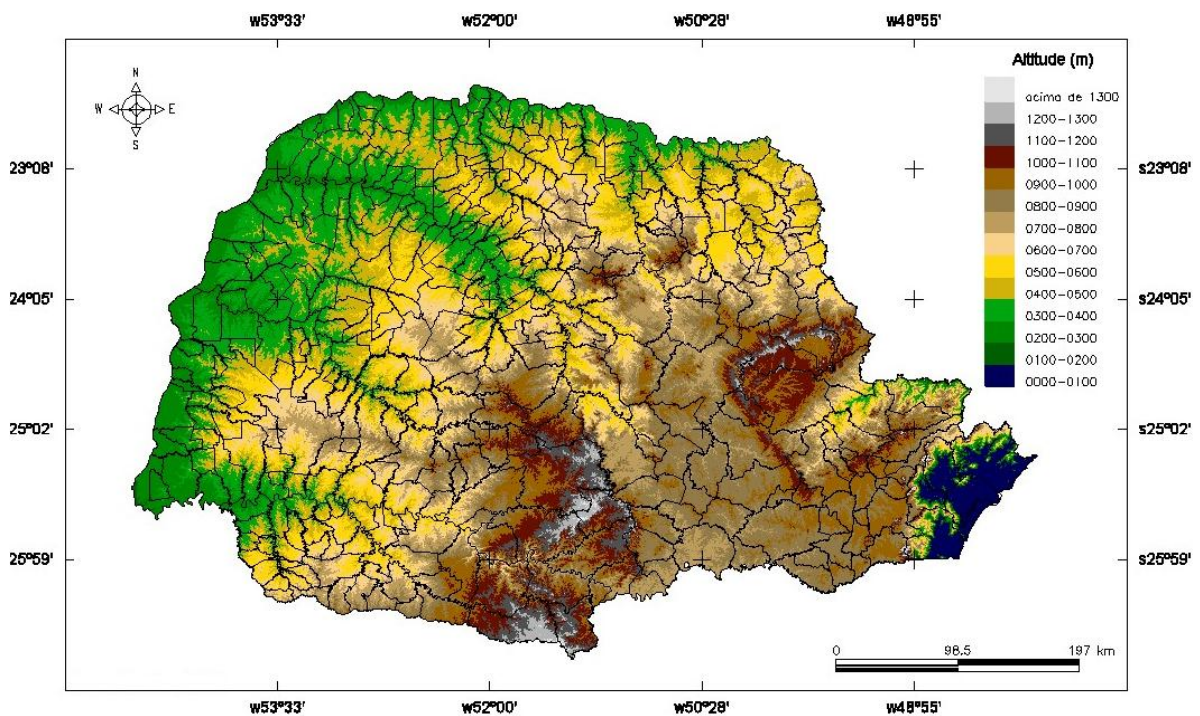
A quantidade e a qualidade da luz em um local variam com a latitude, época do ano, horas do dia, exposição do terreno, precipitação e nebulosidade. No Paraná, esta necessidade é plenamente satisfeita (Figura 2.11).

Figura 2.11 – Insolação anual do Estado do Paraná (IAPAR, 2011)



Quanto ao relevo (Figura 2.12), o litoral tem menor altitude e grande faixa do sudoeste, oeste, noroeste e norte do estado apresentam variação de 100 a 700 m. Em direção ao sul, observam-se maiores altitudes, de 700 a 1.300 m.

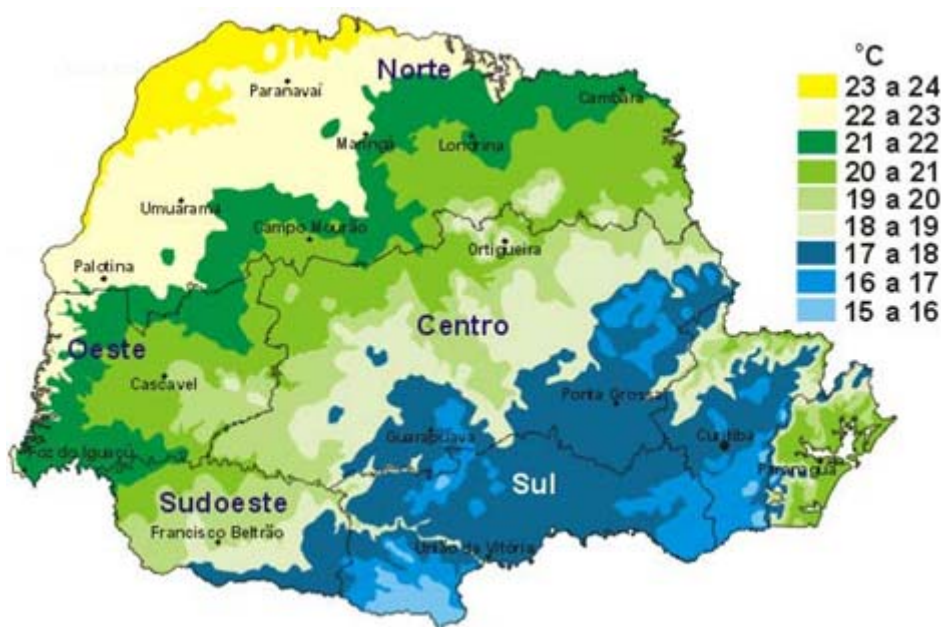
Figura 2.12 – Altitude do estado do Paraná (adaptado de MIRANDA, 2005)



A temperatura do ar influencia praticamente todos os processos fisiológicos da planta. Cada espécie vegetal tem limites ótimos de temperatura para expressar o seu potencial produtivo. Abaixo ou acima deste limite, mesmo que haja suprimento adequado de água e nutrientes, a produtividade e a qualidade do fruto podem sofrer sérios prejuízos. A temperatura de um local varia conforme a latitude, altitude, topoclima, época do ano, horas do dia e ocorrência ou não de chuva (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

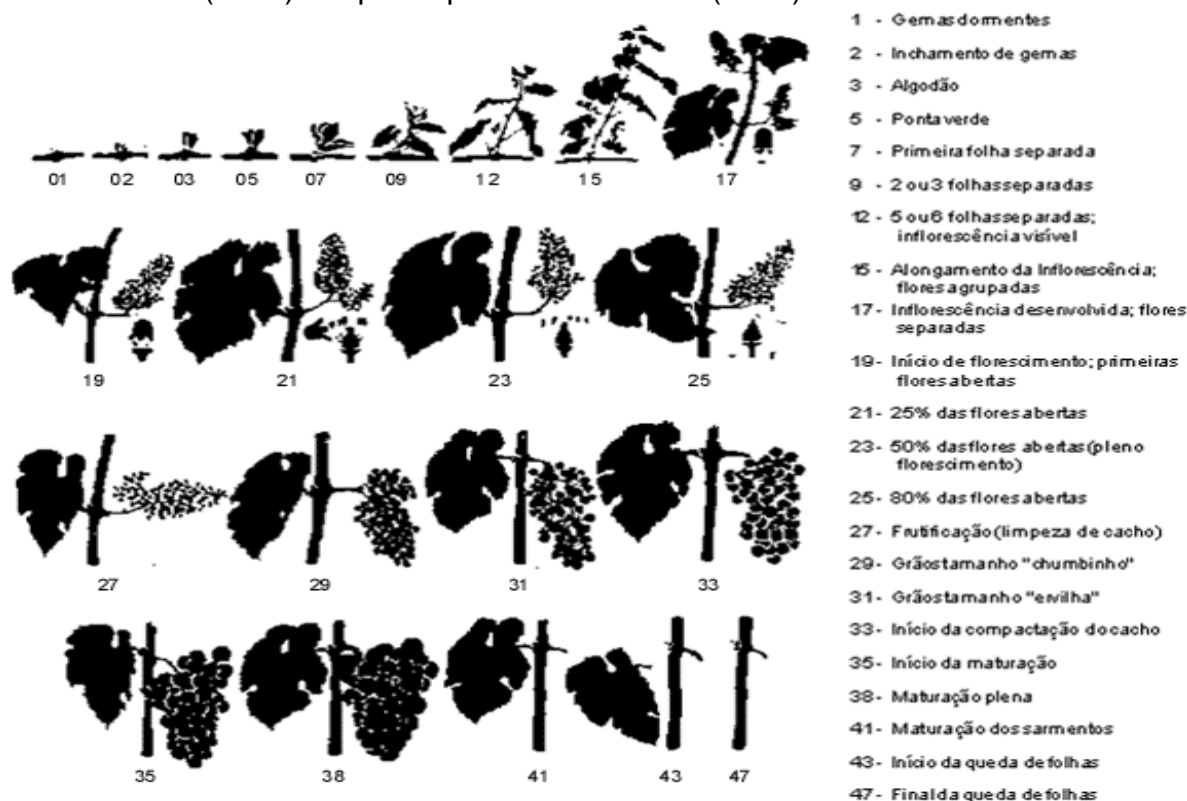
A temperatura diminui com aumento de altitude. Com exceção do litoral, as temperaturas no Paraná diminuem do Norte para o Sul e com o aumento da altitude (Figura 2.13). Como em maiores altitudes o ar torna-se rarefeito, com menos massa, o mesmo tem menor capacidade de conservar calor. A temperatura também diminui com o aumento da latitude, uma vez que a radiação solar é mais intensa no equador e diminui no sentido dos pólos. A combinação de maiores latitudes com maiores altitudes proporciona valores menores de temperatura média na parte sul do estado.

Figura 2.13 – Temperatura média anual do estado do Paraná (IAPAR, 2011)



Para compreender a influência do clima no desenvolvimento vegetativo e produção das uvas, é necessário o conhecimento das fases fenológicas da cultura (Figura 2.14).

Figura 2.14 – Estádios fenológicos da videira, de acordo com Eichorn e Lorenz (1984) adaptado por Pommer et al. (1999)



A videira apresenta um período de repouso vegetativo, quando ocorre a queda gradativa das folhas até o inchamento das gemas e um período de intensa atividade caracterizada por brotação, floração, frutificação e maturação. Segundo Winkler (1976), a videira mantém seu crescimento por não formar gemas terminais. Os brotos podem aumentar sua velocidade de crescimento em qualquer época, desde que haja calor suficiente e abundância de umidade no solo. Temperaturas abaixo de 10°C limitam o crescimento dos brotos, induzindo desta forma a videira a entrar em um período de repouso vegetativo. Esse período é necessário para a formação de hormônios de frutificação que transformam gemas vegetativas em frutíferas. Assim, a videira exige quantidade de frio de acordo com as diversas cultivares.

As cultivares americanas, devido a sua própria origem, são menos exigentes em frio que as européias. Este repouso fisiológico nem sempre é consequência das baixas temperaturas, pois baixa umidade no solo pode também acarretar a sua entrada em repouso, uma vez que este fato ocorre após o término da fase vegetativa (WINKLER, 1976).

Cada cultivar de videira necessita de certo número de horas de exposição ao frio para interromper a sua dormência. Se essa necessidade não for satisfeita, apresenta brotação deficiente e desuniforme. Porém, nas regiões tropicais e subtropicais, essa situação é superada pelo uso de calciocianamida ou cianamida hidrogenada para quebra de dormência e brotação das gemas (KISHINO; CARAMORI, 2007). Nas condições semi-áridas do Vale do Submédio São Francisco, o déficit hídrico desencadeia o processo de repouso vegetativo da videira (SENTELHAS, 1998). Nessa região, a videira inicia o seu ciclo produtivo com irrigação e estímulo da brotação com cianamida hidrogenada.

No outono-inverno, as temperaturas abaixo de 10°C atrasam a brotação da gema e retardam o desenvolvimento inicial do broto. Favorecem também a transformação da inflorescência em gavinha (“filagem”). As cultivares de espécies de videira americanas produzem inflorescências a temperaturas mais baixas (21 a 22°C) do que cultivares da espécie *V. vinifera* (27 a 28°C) (MULLINS; BOUQUET; WILLIAMS, 1992). Nesse sentido, Botelho, Pires e Terra (2006) relatam que o estudo da fisiologia da formação das gemas férteis em videiras é ainda um assunto pouco explorado por pesquisadores e extensionistas, merecendo maior atenção para a solução de problemas relevantes para a produção vitícola.

A fisiologia da planta é influenciada pela temperatura, e toda a atividade fisiológica é realizada acima de 0°C, sendo que de 0 a 5°C os meristemas mostram divisão celular, mas sem crescimento apreciável; de 5 a 25°C o crescimento aumenta de uma maneira exponencial com o aumento das temperaturas; de 25 a 30°C a planta atinge o crescimento máximo; de 30 a 40°C o crescimento diminui com a temperatura; e temperaturas maiores que 40°C causam o secamento das plantas pela desidratação severa. As espécies de videiras vão desde as resistentes ao frio (*V. labrusca*), às sensíveis (*V. rotundifolia*), passando pelas parcialmente resistentes (*V. viniferas*). Todas elas requerem um período de crescimento relativamente quente e longo para a maturação dos seus frutos (WESTWOOD, 1982).

O acúmulo de temperatura em graus-dia é um índice muito empregado para a determinação do ciclo. Alguns autores citam valores de graus-dia para algumas variedades de uva, tais como Itália e Rubi necessitam em torno de 1.990 graus-dia (BOLIANI; PEREIRA, 1996); Benitaka e Brasil necessitam, respectivamente, de 2.370 e 2.100 graus-dia (NAGATA et al., 2000); Niagara Rosada exige 1.550 graus-dia

(PEDRO JÚNIOR et al., 1994); e Vênus necessita de 1.040 graus-dia (CAMARGO; MANDELLI, 1993).

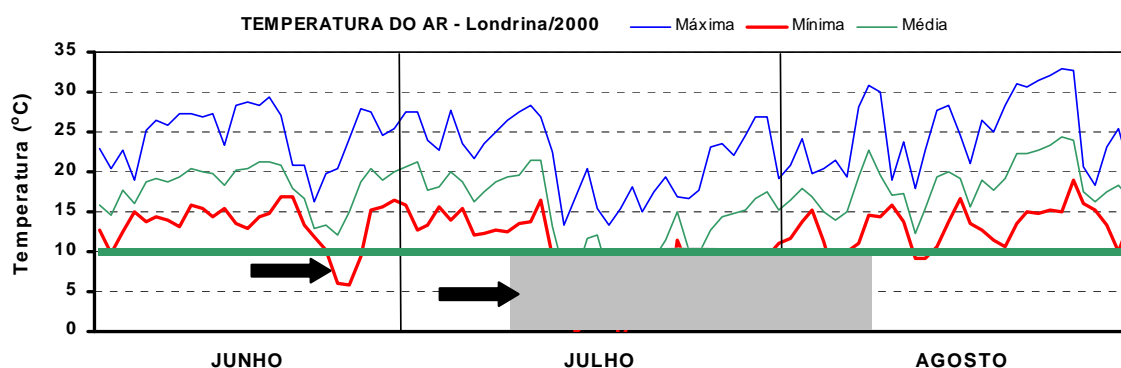
Braga et al. (2001) classificaram as cultivares de videiras em Santa Catarina com base no somatório térmico necessário para completar a fase fenológica do início da brotação até maturação/colheita, em 4 grupos: Grupo I - cultivares com exigência em somas térmicas até 1.100 graus-dia, o que corresponde a cultivar Vênus; Grupo II - cultivares com exigência em somas térmicas entre 1.100 e 1.300 graus-dia, que corresponde a cultivar Niagara e Cabernet Sauvignon (região de São Joaquim); Grupo III - cultivares com exigência em somas térmicas entre 1.300 e 1.500 graus-dia, que corresponde as cultivares Villenave, Bordô, Concord, Merlot e Cabernet Sauvignon; e Grupo IV - cultivares com exigência em somas térmicas entre 1.500 e 1.700 graus-dia, que corresponde as cultivares Isabel, Courdec, Moscato Embrapa, Dona Zilá, Tardia de Caxias e Itália.

No Paraná, diversos trabalhos foram realizados visando estimar a exigência térmica de várias cultivares de uva. Roberto et al. (2004) concluíram que a duração do ciclo da poda à colheita da videira 'Isabel' na região norte é de 127 dias, e a sua exigência térmica é de 1.238 graus-dia, sendo a temperatura-base de 10°C a mais adequada para o cálculo desta demanda. Roberto et al. (2005) concluíram que a duração do ciclo da poda à colheita da videira 'Cabernet Sauvignon' no noroeste do Paraná é de 126 dias e a sua exigência térmica é de 1.221 graus-dia, sendo a temperatura-base de 10°C a mais adequada para o cálculo desta demanda. Santos et al. (2007) determinaram que para completar o seu ciclo, a demanda foi de 1.296 graus-dia para a 'Cabernet Sauvignon' e de 1.375 graus-dia para a 'Tannat'. Sato et al. (2008) determinaram a demanda térmica das videiras 'Isabel' e 'Rubea' enxertadas sobre os porta-enxertos IAC 766 Campinas, IAC 572 Jales e 420-A, e concluíram que o ciclo da videira 'Isabel', sobre os porta-enxertos IAC 766 Campinas, IAC 572 Jales e 420-A, foi de 148, 142 e 167 dias, respectivamente, e a demanda térmica durante todo o ciclo para estas combinações de 1.261, 1.261 e 1.542 graus-dia, respectivamente. Para a videira 'Rubea', sobre os mesmos porta-enxertos, a duração do ciclo foi de 134, 134 e 132 dias, respectivamente e a demanda térmica para o período entre a poda e a colheita foi de 1.004; 1.004 e 999 graus-dia, respectivamente.

No outono-inverno, as massas de ar polar que atingem as regiões produtoras de uva do Paraná podem causar temperaturas do ar abaixo de 10°C e prejudicar a brotação e o desenvolvimento inicial do broto. Durante estes estádios, a

videira 'Niagara' é particularmente muito sensível ao frio. As temperaturas baixas e as geadas ocorridas no Paraná em julho de 2000 (Figura 2.15), por exemplo, além de danificarem os brotos que já estavam se desenvolvendo, contribuíram para retardar o início do novo ciclo de produção e atrasar a colheita em praticamente um mês. Este atraso fez com que a colheita de uva do Norte e Noroeste do Estado se concentrasse no mês de janeiro/2001, provocando uma queda acentuada de preços no mercado. Apesar de o inverno do ano 2000 ter sido atípico, o viticultor deve estar sempre atento aos riscos de frio quando se faz a poda de produção em junho-julho (KISHINO; CARAMORI, 2007).

Figura 2.15 – Temperaturas mínimas, médias e máximas nos meses de junho a agosto no ano de 2000 em Londrina, PR



Obs: as setas indicam as ocorrências de temperaturas mínimas inferiores a 10°C (KISHINO; CARAMORI, 2007).

A geada, sob o ponto de vista agrônômico, é qualquer diminuição de temperatura que prejudica o desenvolvimento da planta. Pode, portanto, ocorrer sem a presença de gelo sobre as superfícies expostas da planta (CARAMORI; MANETTI FILHO, 1993). Nas condições paranaenses podem ocorrer geadas de vento e de radiação. A geada de vento ocorre quando uma massa de ar frio e seco invade uma região, podendo matar os tecidos da planta por desidratação rápida, mesmo que a temperatura não atinja o ponto de congelamento. Por outro lado, a geada de radiação, em geral, ocorre numa noite clara sem vento com baixa umidade relativa do ar e sem nuvens, condição que favorece a perda de calor para o espaço sideral. O solo e os tecidos vegetais esfriam rapidamente com a perda do calor armazenado. O ar, ao esfriar-se, aumenta de densidade e vai-se acumulando nas partes mais baixas do terreno, onde a temperatura pode atingir o limite letal para a planta (ou para parte

desta). A noite nublada é desfavorável para sua ocorrência porque as nuvens refletem grande parte da radiação terrestre de volta para a Terra.

A geada não causa dano à videira “dormente”, mas, pode injuriar o sarmento imaturo. A existência deste sarmento ainda “verde”, no inverno, pode decorrer das realizações de poda muito tardia na safra temporã, de adubação nitrogenada excessiva e/ou de utilização de combinação porta-enxerto/variedade-copa muito vigorosa. Após a brotação, os órgãos mais sensíveis da planta podem sofrer danos irreversíveis. Em geral, os órgãos reprodutivos jovens são mais sensíveis, seguindo-se o broto e a folha nova e, finalmente, a folha mais velha, ramo e tronco. A severidade dos danos varia com o estágio de desenvolvimento e o estado nutricional da planta. Depende também da intensidade de frio, do seu tempo de duração e da localização do parreiral. Tem-se observado que, numa mesma planta, o broto que tem inflorescência é mais sensível que aquele estéril. Em regiões mais frias, as geadas precoces podem antecipar a queda das folhas, diminuindo a quantidade de fotossintetizados acumulados na planta. A videira é sensível a frios abaixo de $-1,1^{\circ}\text{C}$, devendo-se evitar áreas com geadas tardias primaveris e precoces de outono (KISHINO; CARAMORI, 2007).

Durante noites com atmosfera estável, com baixa umidade e ausência de nuvens, a perda radiativa de calor é intensa. O ar mais frio, por ser mais denso, se estratifica próximo à superfície, formando um gradiente denominado de Inversão Térmica. A inversão térmica ocorre quando há uma mudança abrupta de temperatura devido à inversão das camadas de ar frias e quentes.

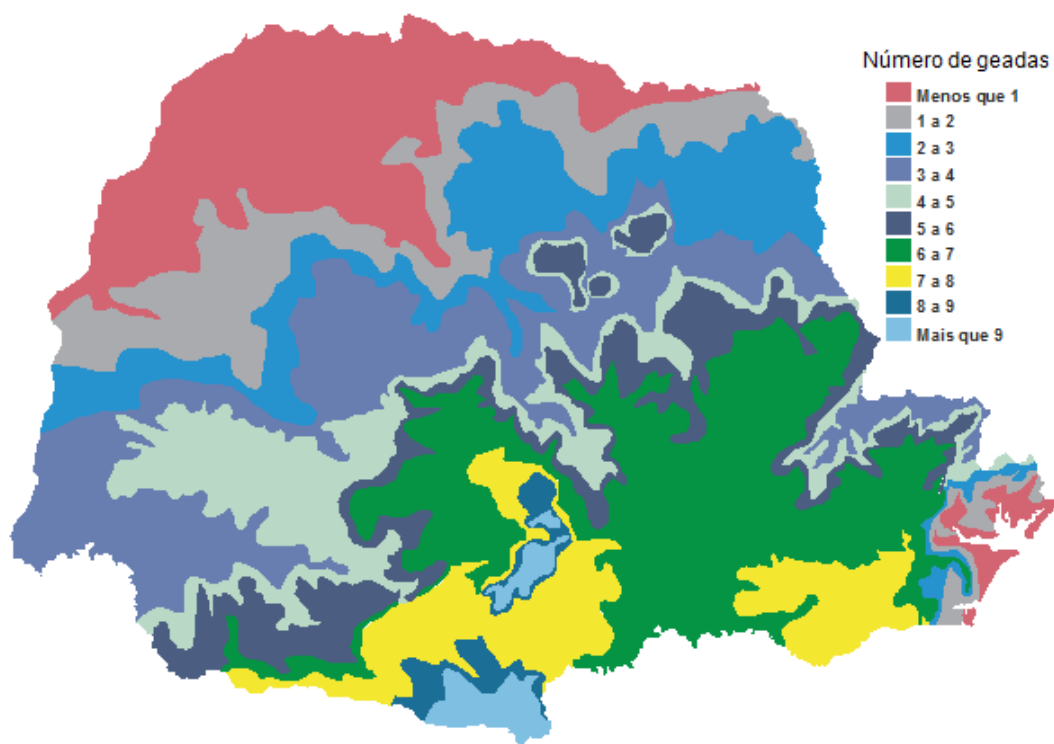
Assim, é comum em noites com geadas haver uma diferença média de temperatura de 3 a 4°C entre a temperatura no abrigo meteorológico e a temperatura de relva no momento em que ocorre a mínima (GRODZKI et al., 1996; SENTELHAS et al., 1995). Portanto, é possível afirmar que em geral, quando a temperatura mínima no interior do abrigo meteorológico cai abaixo de 4°C , pode ocorrer formação de geadas. Para a uva, esse gradiente é importante na época de plantio, pois depois dessa etapa a planta já atinge maior altura e, dependendo do sistema de condução utilizado, pode-se considerar a mesma temperatura observada no abrigo meteorológico como fator de risco.

Uma das dificuldades no cálculo dos riscos de geadas é a disponibilidade de dados de temperatura em todas as regiões. Por outro lado, existe uma grande correlação da temperatura com altitude e latitude, o que possibilita

estimativas confiáveis dos riscos com base no conhecimento altimétrico (CARAMORI et al., 2001). Existem disponíveis bases de dados que podem ser acessadas pela internet, que permitem detalhar a altitude com resolução de até 90 m (MIRANDA, 2005).

Verifica-se na Figura 2.16 o número médio de geadas severas esperadas a cada 10 anos no Paraná. A área em vermelho apresenta menores riscos com menos de um episódio a cada 10 anos. Os riscos vão aumentando à medida que se desloca para o Sul e com a elevação da altitude, ao ponto de se esperar todos os anos a ocorrência de geadas severas, que causam danos de grandes proporções às culturas nas fases sensíveis. As regiões que apresentam menor probabilidade de ocorrências de geadas devem ser preferidas para a produção de uva de mesa para atender à demanda nas possíveis “janelas” de mercado ainda existentes (KISHINO; CARAMORI, 2007).

Figura 2.16 – Número médio de geadas severas esperado a cada 10 anos no Estado do Paraná (KISHINO; CARAMORI, 2007)



O risco de ocorrência de geadas ocorre de acordo com a região e características do local, sendo maior na parte sul do estado, tanto em intensidade como na extensão do período de risco. No extremo noroeste e vale do Paranapanema

o risco é muito menor, tornando-se quase desprezível quando associado às práticas de manejo, como época de poda.

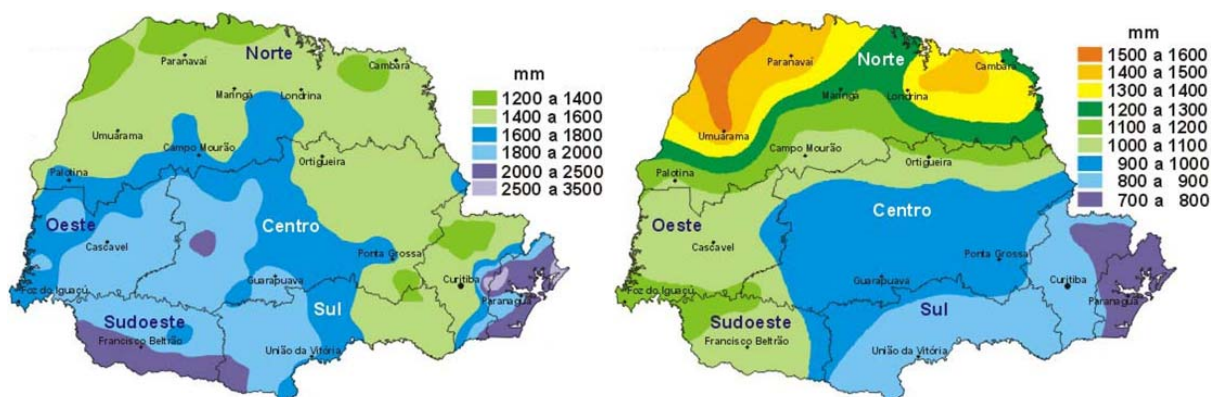
A época de ocorrência de geadas é importante tanto para a escolha da variedade que será cultivada como da época da poda. Muitas vezes tenta-se antecipar ao máximo a poda para tentar produzir a uva antes das safras normais de grandes regiões produtoras, porém em regiões frias, onde os vinhedos estão sujeitos a geadas primaveris, podem ocorrer danos consideráveis às plantas (MIELE, 1991). Sozim et al. (2007) não aconselham realizar a poda precocemente, devido aos riscos de geadas na região de Ponta Grossa, PR.

Outra variável importante é a precipitação. A chuva aumenta a disponibilidade de água no solo, mas pode propiciar a erosão do solo e a lixiviação de nutrientes solúveis. Durante a floração, chuvas persistentes podem dificultar a queda da corola e a liberação do pólen e propiciar formação de bagas com menor número de semente. Durante o crescimento vegetativo, a chuva contínua favorece a infecção por doenças fúngicas da parte aérea por aumentar o período de “molhamento foliar”, disseminar os patógenos, lavar os fungicidas aplicados ou não permitir a realização dos tratamentos fitossanitários. Um período seco na fase final de maturação do fruto é desejável para se produzir uva mais doce com polpa firme, sem rachadura e sem podridões e vida de prateleira mais longa (KISHINO; CARAMORI, 2007).

O confronto entre a precipitação e a evapotranspiração em geral mostra excedente hídrico quando se considera as normais climáticas (Figura 2.17). Entretanto, existe variabilidade inter-anual e espacial da precipitação, condicionando tanto déficits como excessos hídricos que têm afetado a produtividade.

Embora o Estado apresente saldo positivo no balanço hídrico anual para a maioria das regiões (FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1978; INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1994; IAPAR, 2011), existe grande variação na distribuição temporal e espacial da precipitação (BERNARDES; AGUILAR; ABE, 1988; CARAMORI; OLIVEIRA; FARIA, 1991). Devido ao fato de localizar-se em região de transição climática, a irregularidade das chuvas dificulta, por um lado, o estabelecimento das culturas e causa perdas quando ocorrem veranicos nas fases de florescimento e enchimento dos grãos. Por outro lado, os excessos de precipitações durante a colheita afetam a qualidade e o volume da produção (CAVIGLIONE et al., 2000; CARAMORI et al., 2001).

Figura 2.17 – Precipitação média anual (A) e evapotranspiração anual (B) no Paraná (IAPAR, 2011)



Observa-se déficit hídrico anual nas regiões norte e noroeste do estado (Figura 2.28). Na região sul, mesmo com menores valores de precipitação, por haver menor evapotranspiração, observa-se excedente hídrico.

Vale destacar a região noroeste do estado, região do Arenito Caiuá, onde ocorre menor precipitação e maior evapotranspiração. As temperaturas médias são superiores e os solos têm menor capacidade de retenção de água, além da maior fragilidade à erosão. Nessa região devem ser adotadas medidas para tentar manter a água disponível no solo por mais tempo com o aumento da matéria orgânica via adubação verde na entrelinha da parreira.

O balanço hídrico climatológico normal das regiões produtoras de uva do Paraná mostra que praticamente não há déficit hídrico durante o ano todo. O que tem causado mais perdas na produtividade e prejudicado a qualidade da uva no Estado é o excesso de chuvas na colheita da safra regular.

O conhecimento da água perdida por evapotranspiração é fundamental para se conhecer o balanço hídrico de certa região. A partir da disponibilidade hídrica, pode-se então determinar se essa região é indicada para o cultivo de determinada espécie vegetal ou se é necessário o uso de irrigação. Com base na quantidade de evapotranspiração pode-se também dimensionar os sistemas de irrigação.

A chuva e o tempo nublado no período de floração podem produzir má formação das bagas e abortamento das flores. Além disso, a chuva durante a maturação favorece o ataque de podridões que causam danos aos cachos (WINKLER, 1976). Precipitação durante o período de florescimento pode causar falhas na

frutificação durante a maturação, além de apodrecimento dos frutos e perda de qualidade (SIMÃO, 1971).

A água é o principal componente do peso da planta, atuando em praticamente todos os processos fisiológicos. Desempenha papel de solvente e transporte de substâncias, além de atuar na regulação térmica da planta também. A precipitação é importante para repor ou manter a disponibilidade de água às plantas. Em regiões onde a precipitação é insuficiente, torna-se necessário o uso de irrigação para suprir a demanda da cultura. Porém, o excesso de chuvas também pode ser prejudicial, favorecendo o desenvolvimento de doenças e prejudicando a qualidade do produto.

Uma seca moderada na maturação favorece a qualidade dos frutos da videira. Deve-se salientar que a videira é considerada uma planta muito resistente em função do seu sistema radicular, que pode alcançar grandes profundidades (COSTACURTA; ROSSELLI, 1980). Soares e Costa (2009) discutem que o consumo de água da videira fica em torno de 450 a 900 mm. A quantidade de água disponível para a cultura encontra-se na dependência da capacidade exploratória das raízes, do armazenamento de água do solo e da magnitude do sistema radicular das plantas. Assim, o manejo racional do solo e da cultura é importante para estimular o crescimento e a distribuição do sistema radicular, favorecendo o aproveitamento eficiente da água e de nutrientes.

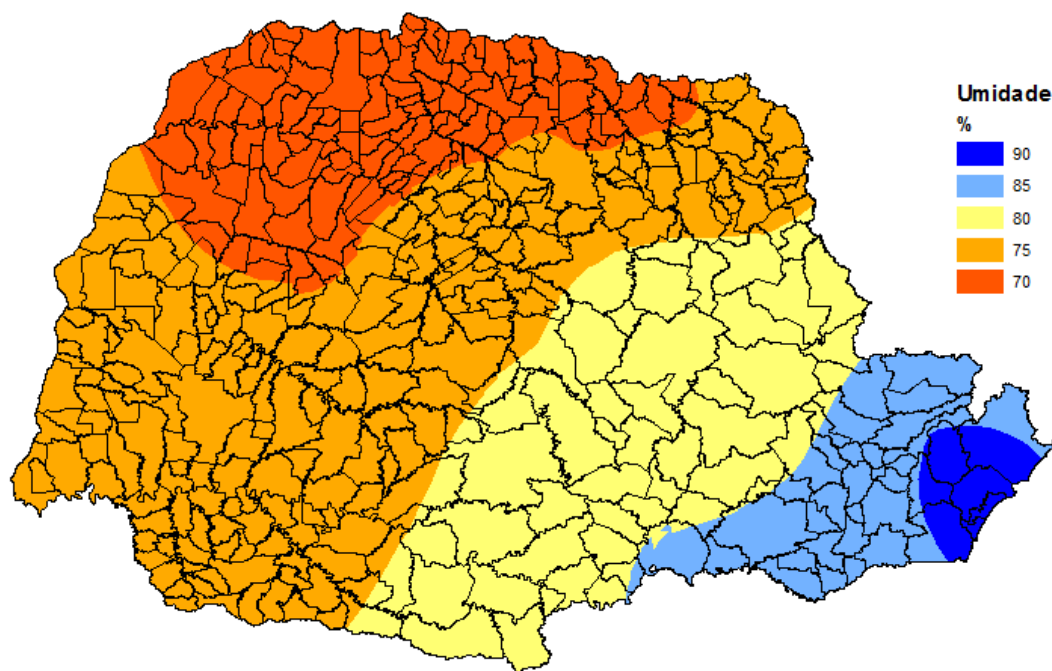
O granizo é uma ocorrência meteorológica associada às condições de forte instabilidade atmosférica. Por ser originário de nuvens do tipo cumulus-nimbus com alto índice de instabilidade, geralmente ocorre em escala local. Sua formação está relacionada a um complexo mecanismo de correntes ascendentes e descendentes que ocorrem no interior das nuvens cumulus-nimbus. Primavera-verão (especialmente, o mês de outubro) é a época de sua maior ocorrência (URQUIZA et al., 2009).

O granizo pode causar perda total ou parcial da produção, depreciação comercial do fruto, desfolha e ferimentos no tronco e no ramo dependendo da intensidade, tempo de duração, tamanho do granizo, velocidade do vento e estágio de desenvolvimento da planta. Além das perdas diretas da produção, as colheitas dos ciclos seguintes poderão ser seriamente comprometidas por esgotamento de substâncias de reserva da planta e/ou por infecção por fungos (que podem penetrar através de ferimentos do tronco, braços e ramos não tratados). A redução da área foliar pode diminuir a produção de fotossintetizados e debilitar a

planta. Uma videira muito danificada pode não se recuperar mais (KISHINO; CARAMORI, 2007).

Em viticultura, a umidade do ar ideal está entre 60 e 70%. A umidade acima de 75%, associada à temperatura também alta durante o período vegetativo, pode favorecer a infecção por míldio, podridões do fruto, mancha-da-folha e ferrugem. A baixa umidade do ar, por outro lado, favorece as proliferações de ácaros e oídio e a transpiração da planta (KISHINO; CARAMORI, 2007). Verifica-se na Figura 2.18 a umidade relativa média anual das diversas regiões do Paraná.

Figura 2.18 – Umidade relativa média anual do Estado do Paraná



A umidade relativa expressa o conteúdo de vapor encontrado na atmosfera. É a relação existente entre o teor de vapor d'água contido no ar num dado momento e o teor máximo que esse ar poderia conter a mesma temperatura. A umidade do ar pode variar conforme a quantidade e distribuição de chuvas, existência de neblina, estações do ano, horas do dia, topoclima e irrigação. A presença de vapor d'água na atmosfera ajuda a diminuir a amplitude térmica por interceptar parte da radiação terrestre de ondas longas, o que contribui para diminuir o resfriamento noturno. As altas concentrações de vapor favorecem a absorção direta de umidade pelas plantas e o aumento da taxa fotossintética.

A combinação entre temperatura e umidade relativa pode determinar as condições ambientais mais ou menos favoráveis às incidências de doenças

fúngicas, em especial o míldio. No Paraná, as condições climáticas de temperatura e umidade durante o ciclo de produção da videira favorecem a ocorrência de doenças fúngicas, tendo destaque o míldio (*Plasmopara viticola*). Essa doença tem afetado a longevidade, a produtividade e a qualidade dos frutos, que pode acarretar perdas de até 100% na produção, além de aumentar os custos devido à intensa necessidade de controle químico (TESSMANN et al., 2007).

O vento pode favorecer ou prejudicar o desenvolvimento da planta conforme a sua velocidade, duração e frequência. Na fase inicial de desenvolvimento do ramo (no primeiro ciclo de produção), o vento frio (junto com umidade relativa alta) favorece a infecção dos brotos e cachos por antracnose. Na primavera-verão, o vento que ultrapassa a velocidade de 80km/h pode derrubar os sistemas de sustentação da videira e causar grandes prejuízos. O vento forte também aumenta a transpiração, diminui a absorção de CO₂ e causa danos mecânicos no ramo, folha e fruto. A folha danificada apresenta eficiência fotossintética mais baixa e o fruto com lesões na casca perde o valor comercial. Os ventos fracos são benéficos por “acelerar” o secamento da folhagem e diminuir o período de molhamento foliar. Um parreiral mal ventilado, por outro lado, favorece a infecção por doenças por retardar o secamento da folhagem (KISHINO; CARAMORI, 2007).

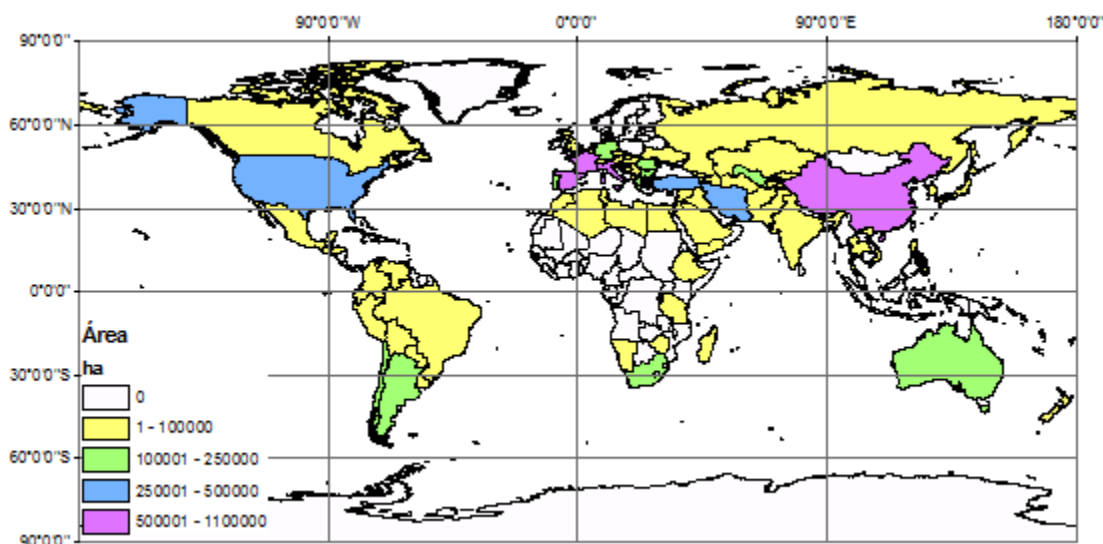
Evento de importância global que afeta o Paraná é o El Niño, um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões mundiais de vento, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias. Para a região sul do país, espera-se em anos de El Niño a ocorrência de precipitações abundantes, principalmente na primavera, chuvas intensas de maio a julho e aumento na temperatura média. Por outro lado, o La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao El Niño, e que se caracteriza por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos do La Niña tendem a ser opostos aos do El Niño, mas nem sempre uma região afetada pelo El Niño apresenta impactos significativos no tempo e clima devido ao La Niña. Para a região sul do país, espera-se em anos do La Niña secas severas e maior possibilidade de geadas severas (CPTEC, 2011). Mandelli (2002) conclui que o rendimento da uva produzida no Rio Grande do Sul é mais elevado em anos de La Niña, entretanto o teor de açúcar do mosto da uva

Cabernet Granc da “Serra Gaúcha” é superior à média histórica em anos de ausência do fenômeno El Niño/La Niña.

2.5 ESTUDOS CLIMÁTICOS PARA A VITIVINICULTURA

A área plantada de uva ocorre em diversas zonas do mundo, sendo a maior área cultivada entre as latitudes 30 e 60° N (FAO, 2011). Espanha, Itália, França, Estados Unidos, China e Turquia são os principais países produtores (Figura 2.19).

Figura 2.19 – Área plantada (ha) de uva por país (FAO, 2011)



Na viticultura, os climas das regiões produtoras são classificados com base nas características gerais durante a estação de crescimento. Além de estabelecer o local onde a viticultura pode ser explorada, o clima influencia o tipo de variedades de uvas cultivadas e as práticas vinícolas que serão utilizados em uma determinada região.

Na viticultura, os vários níveis de climas regionais usados para descrever uma área são classificados, de acordo com Kishino e Caramori (2007) como:

- macroclima: que inclui regiões inteiras, área na escala de dezenas a centenas de quilômetros;
- mesoclima: que normalmente descreve as características de um parreiral, restrito a um espaço de dezenas ou centenas de metros e;

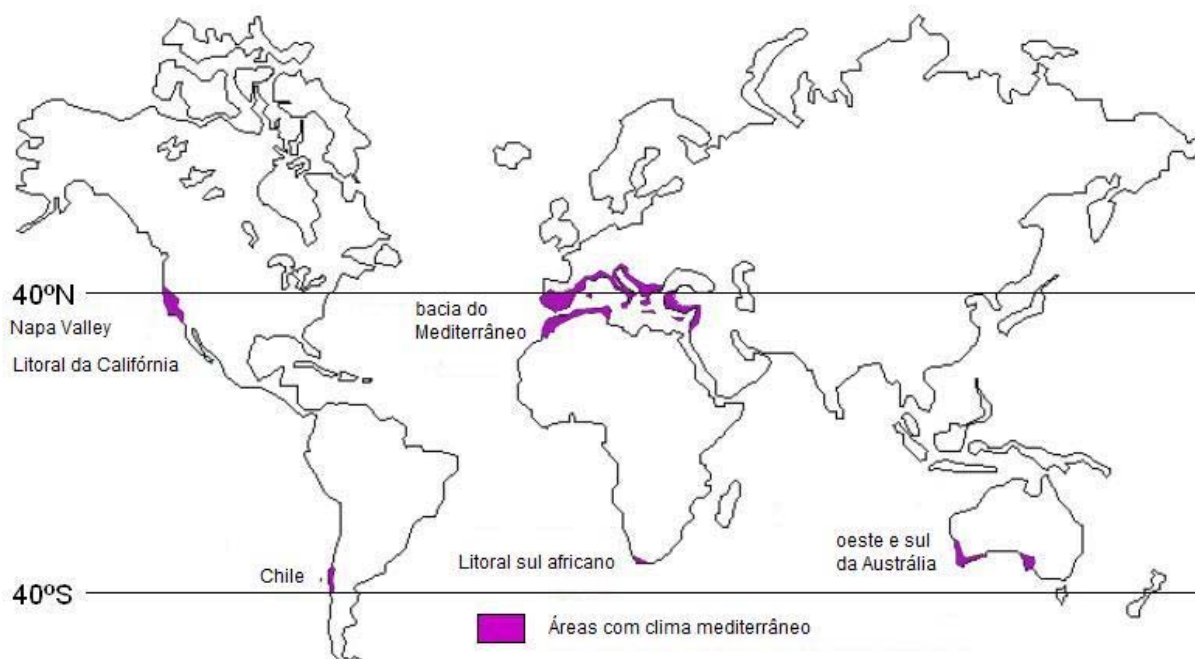
- microclima: se refere ao ambiente específico em um pequeno e restrito espaço, como uma fileira de uva ou o ambiente único em torno de uma videira individual.

De forma geral, para o zoneamento agrícola, pela escala de trabalho utilizada, as condições de macroclima são mais importantes para a delimitação de áreas de cultivo das culturas. Também não entra se em detalhes topoclimáticos, pois isso depende de análise local que deve ser feita pelo agrônomo regional juntamente com o viticultor (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

Tonietto (1999), com base no Sistema de Classificação Climática de Peguy, descreve a grande diversidade de tipos de clima em que a viticultura mundial é encontrada: temperado (oceânico, oceânico quente, temperado de transição, continental, continental frio), mediterrâneo, subtropical (subtropical, subtropical continental), tropical (atenuado, tropical), semi-árido (margens dos climas áridos), árido e hiperárido. Destaca, ainda, que a maior parte da área vitícola destinada à elaboração de vinho está concentrada em regiões de clima do tipo temperado e do tipo mediterrâneo. A viticultura do Brasil está concentrada em regiões de clima temperado e subtropical (nos dois casos com verões úmidos) e de clima tropical (semi-árido).

Os principais climas onde se produz uvas para vinificação no mundo são o Mediterrâneo, Continental e Marítimo baseado em Koeppen. Regiões vitícolas com climas mediterrânicos são caracterizadas por longos períodos de crescimento com moderadas a altas temperaturas. Ao longo do ano há pouca mudança sazonal, com temperaturas, no inverno, geralmente mais quentes do que as de climas marítimo e continental. Durante a temporada de crescimento da videira há pouca precipitação, com maiores volumes nos meses de inverno (WIKIPEDIA, 2011). Verificam-se na Figura 2.20 as regiões de produção da vinho com clima mediterrâneo.

Figura 2.20 – Regiões produtoras de vinho com clima mediterrâneo (WIKIPEDIA, 2011)



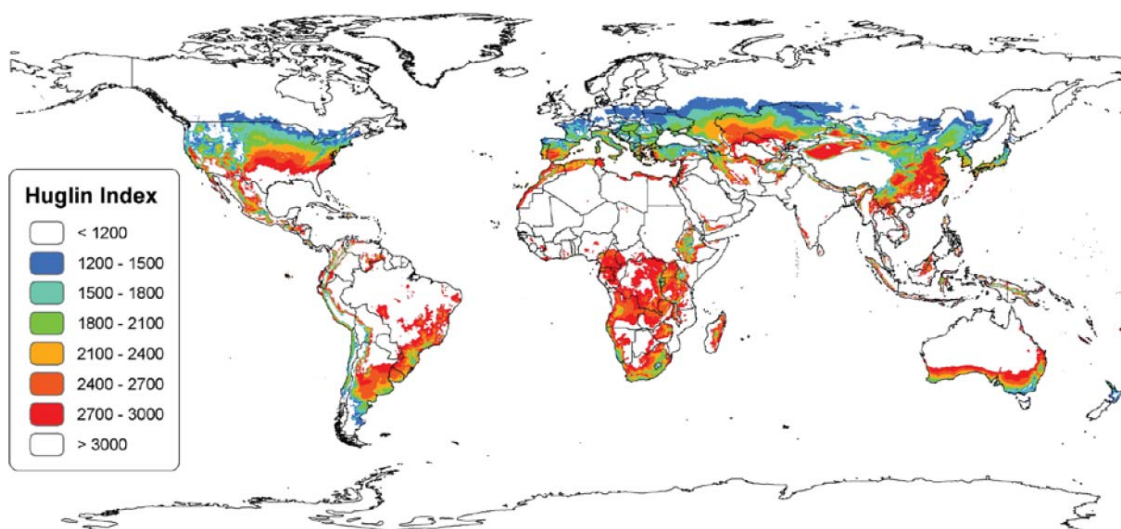
Regiões vitícolas com climas continentais são caracterizadas por variações sazonais muito pronunciadas que ocorrem durante a estação de crescimento, com temperaturas elevadas durante a temporada de verão e invernos muito frios. Isto é geralmente descrito como tendo um alto grau de continentalidade. Esse clima é mais freqüente no hemisfério norte por apresentar maior relação continente/oceano que o hemisfério sul. Regiões produtoras de vinho de destaque com esse clima são: Borgonha, Rioja, Piemonte, Cote-Rotie, Douro, Loire Valley, Áustria, Hungria, Rússia, Turquia, Columbia Valley, Canadá e Mendoza (WIKIPEDIA, 2011).

Regiões vinícolas com climas marítimos são caracterizadas pela sua proximidade a grandes massas de água que moderam suas temperaturas. Climas marítimos compartilham muitas características com climas mediterrâneos e continentais e são muitas vezes descrito como um "meio termo" entre os dois extremos. Como os climas mediterrâneos, climas marítimos têm um longo período vegetativo, com temperaturas moderadas. No entanto, enquanto climas mediterrânicos são geralmente muito secos durante a estação de crescimento, os climas marítimos são muitas vezes sujeitos ao excesso de chuva e umidade, que pode promover doenças fúngicas. Como o clima continental, climas marítimos terão estações distintas, mas elas geralmente não são tão drásticas. Regiões produtoras de vinho de destaque

com esse clima são: Bordeaux, Muscadet, Rías Baixas, Willamette Valley, Long Island, Nova Zelândia e sul do Chile (WIKIPEDIA, 2011).

Na Figura 2. 21 encontra-se o Índice de Huglin para diversas regiões do planeta (Jones et al., 2009). O índice estima o potencial heliotérmico com base no cálculo das temperaturas, sendo relacionado às exigências térmicas das variedades.

Figura 2.21 – Índice Huglin, com base nos períodos de abril a setembro no Hemisfério Norte e outubro a março no Hemisfério Sul



Tonietto e Carbonneau (2004) desenvolveram o Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola (CCM) para a caracterização do clima vitícola das regiões produtoras de vinho no mundo. O sistema permite caracterizar o clima de qualquer região produtora e os grupos climáticos da viticultura mundial, servindo de sistema de referência para a viticultura mundial e possibilitando um termo de comparação do clima de diferentes regiões do mundo. O Sistema CCM Geovitícola é composto por três índices climáticos: o índice de seca (IS), o índice heliotérmico (IH) e o índice de frio noturno (IF). O IS representa as condições hídricas no solo; o IH representa a soma térmica diurna e o IF representa as condições térmicas noturnas, expressas pela temperatura mínima do ar do último mês do período de maturação das uvas.

Jones et al. (2009) concluem que enquanto muitas pesquisas têm sido conduzidas examinando o clima de regiões vinícolas em diferentes áreas do mundo usando diferentes abordagens, muitas vezes não são totalmente representativas da estrutura de clima das regiões.

De acordo com IBRAVIN (2011), as principais regiões produtoras de vinho no Brasil estão localizadas em clima temperado, subtropical e tropical. Nas zonas de viticultura temperada destacam-se as regiões da Fronteira, Serra do Sudeste, Serra Gaúcha, Campos de Cima da Serra e regiões Central e Norte do Estado do Rio Grande do Sul; as regiões do Vale do Rio do Peixe, Planalto Serrano e Planalto Norte e Carbonífera, no Estado de Santa Catarina; a região Sudeste do Estado de São Paulo e, a região Sul do Estado de Minas Gerais. A região Norte do Paraná é tipicamente subtropical e as regiões Noroeste do Estado de São Paulo, Norte do Estado de Minas Gerais e Vale do Sub-Médio São Francisco (Pernambuco e Bahia), caracterizam-se como zonas tropicais, com sistemas de manejo adaptado às suas condições ambientais específicas.

As condições climáticas nas regiões produtoras no Brasil podem ser descritas como (IBRAVIN, 2011):

- Campanha e Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul: localizada na "Metade Sul do Estado", é uma região de campo, com topografia ondulada, apta à mecanização, cuja situação geográfica está entre 29°45'23"S/57°05'37"W (município de Uruguaiana) e 31°33'45"S/53°26'15"W (município de Pinheiro Machado), com altitude variando entre 75 e 420m. A temperatura média na região varia entre 17,6 e 20,2°C, a precipitação pluviométrica média varia entre 1.367 e 1.444mm, e a umidade relativa do ar, em média, situa-se entre 71 e 76%.

- Serra Gaúcha: está localizada no Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, cujas coordenadas geográficas e indicadores climáticos médios são: latitude 29°S, longitude 51°W, altitude 600-800m, precipitação 1.700mm, temperatura 17,2°C e umidade relativa do ar 76%.

- Vale do Rio do Peixe: localizada no Estado de Santa Catarina, latitude de 27°S, longitude 51°W, altitude 600-800m, esta região apresenta como indicadores climáticos médios 1.800mm de precipitação anual, temperatura 17,1°C e umidade relativa do ar de 80%.

- Região Sul de Santa Catarina: com latitude de 28°S e longitude 49°W, esta tradicional região vitivinícola, compreende vários municípios inclusos na bacia hidrográfica dos rios Urussanga e Tubarão, são eles: Cocal do Sul, Criciúma, Forquilha, Içara, Lauro Muller, Morro da Fumaça, Nova Veneza, Siderópolis, Treviso, destacando-se como principais produtores vinícolas os municípios de Urussanga e Pedra Grande.

- Leste de São Paulo: situada a 23°S 47°W e entre 700 e 900m de altitude, a região leste do Estado de São Paulo apresenta médias anuais de 1.400mm de precipitação, temperatura de 19,5°C e umidade relativa do ar de 70,6%. É uma região onde a altitude compensa a latitude, condicionando à prática de uma viticultura de clima temperado. O inverno é ameno, porém sujeito à ocorrência de geadas e com baixa precipitação pluviométrica. O verão é quente e chuvoso, propiciando a incidência de doenças fúngicas como míldio, oídio e podridões do cacho, entre outras.

- Sul de Minas Gerais: este pólo situa-se a 21°S 40°W e altitude em torno de 1.150m. O clima da região caracteriza-se por uma média de precipitação pluviométrica de 1.500mm, temperatura média anual de 19°C e umidade relativa do ar de 75%. Nessa região, a latitude é compensada pela altitude, praticando-se uma viticultura de clima temperado, com poda em julho e agosto e colheita em dezembro e janeiro.

- Norte do Paraná: as coordenadas geográficas desta região vitícola são: latitude 23°S, longitude 51°W e altitude variando entre 250 a 800m. Trata-se de uma região tipicamente subtropical, cujos indicadores climáticos médios são de 1.600 mm de precipitação, temperatura de 20,7°C e 73% de umidade relativa. A temperatura média dos meses mais frios (junho e julho) situa-se em torno de 16,7°C, havendo risco de geadas neste período. A precipitação pluviométrica concentra-se entre outubro e abril. Entre maio e setembro as médias são inferiores a 100 mm mensais, havendo necessidade de irrigação.

- Noroeste de São Paulo: esta região, que tem como município pólo Jales, está localizada a 20°S, 50°W e altitude variando de 450 a 550 m. O clima da região caracteriza-se por uma estação chuvosa, entre novembro e abril e uma estação seca, entre maio e outubro, sendo a irrigação uma prática indispensável. A precipitação média anual é da ordem de 1.300 mm e a temperatura média anual de 22,3°C. As temperaturas são elevadas ao longo do ano, com riscos mínimos de ocorrência de geadas, viabilizando ciclos vegetativos sucessivos. Em função da distribuição da chuva são feitas duas podas anuais, uma para produção entre março e junho e outra para formação das plantas entre outubro e dezembro. Assim, o período de colheita na região vai de agosto a novembro, sendo os meses de agosto e setembro mais favoráveis à qualidade em função da baixa precipitação pluviométrica no período.

- Norte de Minas Gerais: este pólo produtor está às margens do Rio São Francisco, a 17°S, 44°W e a uma altitude média de 470m. A quantidade média

anual de chuvas é de aproximadamente 1.050mm e a temperatura média anual é de 23°C.

- Vale do Submédio do São Francisco: está situado no trópico semi-árido brasileiro, em latitude 9°S, longitude 40°W e altitude ao redor de 350m. Apresenta indicadores climáticos médios de 500 mm de precipitação, concentrada entre dezembro e março, temperatura de 26°C e 50% de umidade relativa do ar.

Para a realização do zoneamento agroclimático, o conhecimento regional é extremamente importante para as recomendações. Por isso existem diferenças regionais para os parâmetros considerados como de risco para a mesma cultura.

Para o zoneamento agroclimático da videira européia em Pernambuco, Teixeira e Azevedo (1996) utilizaram como parâmetros a temperatura média e o índice hídrico anual de Thornthwaite (Ih).

Teixeira et al. (2002), avaliando a aptidão agroclimática da cultura da videira no Estado da Bahia, confeccionaram cartas das isotermas dos meses mais quentes (Tq) e mais frios (Tf) do ano e do índice hídrico anual (Ih), considerados parâmetros mais importantes na determinação do grau de aptidão agroclimática da cultura. Com base nas cartas de Tq e Ih, definiram os índices-limite para as diferentes zonas de aptidão agroclimática para a cultura.

Para Santa Catarina, foram utilizados como parâmetros para o zoneamento a soma de horas de frio, a ocorrência da geadas no mês de setembro, a altitude e o volume de precipitação na época de maturação dos frutos (EPAGRI, 2011).

Para o Rio Grande do Sul, Westphalen e Maluf (2000), para a caracterização das áreas bioclimáticas para o cultivo de *V. vinifera*, utilizaram horas de frio, risco de geadas, excesso hídrico e vários índices bioclimáticos baseados em temperatura, precipitação, evapotranspiração, fotoperíodo e insolação.

A diversidade climática limita a representatividade de informações pontuais e indica a necessidade de se realizarem estudos baseados em séries históricas de várias estações meteorológicas, com o objetivo de delimitar áreas semelhantes quanto ao comportamento dos parâmetros climáticos para o zoneamento agroclimático.

O zoneamento agroclimático da cultura da uva para o Paraná é importante para subsidiar as políticas agrícolas, conjugando o potencial de expansão da cultura com a abertura de linhas de crédito voltadas ao desenvolvimento econômico

da vitivinicultura. É também ferramenta importante para tomada de decisão de técnicos e viticultores para a implantação de novos parreirais.

3 ARTIGO A

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CULTURA DA VIDEIRA NO ESTADO DO PARANÁ

3.1 RESUMO

Resumo: O estado do Paraná localiza-se em uma região de transição climática, com regimes térmicos diferentes e variações no risco de geadas. O conhecimento dos riscos climáticos que a cultura da videira (*Vitis* sp.) estará exposta é importante para o sucesso de seu cultivo. O objetivo deste trabalho foi efetuar o zoneamento agroclimático para a cultura da videira no estado do Paraná. Para tanto, foram utilizados dados de 21 estações meteorológicas convencionais do IAPAR, nas diversas regiões do estado com períodos de observação de 1976 a 2010. Foram considerados três grupos de uvas: rústicas, finas de mesa e finas para vinificação. Para cada grupo foram avaliados a deficiência hídrica anual, o risco de geadas tardias, a temperatura média anual, o volume de precipitação anual e a umidade relativa média. O principal risco climático é a umidade relativa alta, que combinada com a temperatura pode favorecer a ocorrência de doenças fúngicas e comprometer a cultura. Para as uvas rústicas, somente o litoral não foi considerado apto ao cultivo. Para o cultivo de uvas finas de mesa, somente as regiões norte, noroeste e oeste são consideradas aptas, e para as uvas finas destinadas à vinificação, somente o litoral e a região leste não são considerados aptos, segundo os critérios estabelecidos.

Palavras-chave: Riscos climáticos. *Vitis* sp. Viticultura. Aptidão climática.

AGROCLIMATIC ZONING FOR GRAPEVINE CULTIVATION IN THE STATE OF PARANA

Abstract: The state of Paraná is located in a climate transition region, with different thermal regimes and variations in the risk of frost. Knowledge of the climate risks that grapevine (*Vitis* sp.) will be exposed is important to the success of the vineyard. The objective of this study was to perform the agroclimatic zoning for the growing vines in the state of Parana. Historical data from 21 conventional weather stations of IAPAR were used, in different regions of the state with observation periods from 1976 to 2010. Three groups of grapes were considered: rustic grapes, fine table grapes and fine grapes for winemaking. For each group it was evaluated: the annual water deficit, the risk of late frosts, the average annual temperature, the volume of annual precipitation and relative humidity. The main climate risk is high relative humidity, which combined with temperature may favor the occurrence of fungal diseases and compromise the vineyard. For rustic grapes, only the coast was not suitable for cultivation. For the cultivation of fine table grapes, only the northern, northwestern and western regions are apt, and for fine grapes for winemaking, only the coast and east are not considered suitable, according to established criteria.

Keywords: Climatic risks. *Vitis* sp. Viticulture. Climatic aptitude.

3.2 INTRODUÇÃO

O estado do Paraná, localizado entre 22 e 27°S de latitude, encontra-se em uma faixa de transição e de acentuada variabilidade climática, com variações de relevo e de solo que têm reflexos diretos sobre a temperatura, a evapotranspiração e o balanço hídrico local, sendo encontradas regiões com características tropicais e de transição para clima temperado. Com exceção do litoral, as temperaturas no Paraná diminuem do norte para o sul com o aumento da altitude. Embora o estado apresente saldo positivo no balanço hídrico anual para a maioria das regiões, existe uma grande variação na distribuição temporal e espacial da precipitação (IAPAR, 2011).

No Brasil, a área total de uva no ano de 2010 ocupou 81.275 ha, com produção de 1.351.160 t e rendimento médio de 16.625 kg/ha (IBGE, 2011). A viticultura brasileira se concentra nas regiões sul, sudeste e nordeste, sendo o Rio Grande do Sul, Pernambuco, São Paulo, Paraná, Bahia, Santa Catarina e Minas Gerais, em ordem decrescente, os principais estados produtores. No Paraná, a área total de uva, no ano de 2010, ocupou 5.969 hectares, com uma produção de 103.394 t e rendimento médio de 17.322 kg/ha (IPARDES, 2011).

Para o planejamento adequado da atividade agrícola, é importante conhecer os riscos climáticos da região em que se pretende implantar uma cultura. Os elementos meteorológicos que mais influenciam o crescimento e o desenvolvimento da videira são: radiação solar, temperatura do ar, geada, precipitação pluviométrica, granizo, umidade relativa e vento (KISHINO; CARAMORI, 2007).

A temperatura do ar apresenta diferentes efeitos sobre a videira, variáveis em função das diferentes fases do ciclo vegetativo ou de repouso da planta, sendo que no inverno a videira pode suportar temperaturas mínimas de até -20°C no caso da espécie *Vitis vinifera*. O frio invernal é importante para a quebra de dormência das gemas, no sentido de assegurar uma brotação adequada para a videira. Na primavera, de forma genérica, considera-se a temperatura de 10°C como mínima para que possa haver desenvolvimento vegetativo. Geadas tardias podem prejudicar as brotações novas das videiras. No período de floração, temperaturas iguais ou superiores a 18°C são favoráveis, sobretudo se associadas a dias de elevada insolação e pouca umidade. No verão, a maior atividade fotossintética

ocorre na faixa de temperaturas entre 20 e 25°C, sendo que temperaturas a partir de 35°C são excessivas. No outono, a temperatura afeta o comprimento do ciclo vegetativo da videira, que é importante para a maturação dos ramos e o acúmulo de reservas pela planta (EMBRAPA UVA E VINHO, 2003b).

Quanto à precipitação pluviométrica, Soares e Costa (2009) discutem que o consumo de água da videira fica em torno de 450 a 900 mm. Pommer (2003) destaca que a videira é considerada resistente à seca por seu sistema radicular ser capaz de penetrar o solo em grandes profundidades. O excesso de chuvas pode ser prejudicial à qualidade dos frutos e contribuir para a ocorrência de doenças, principalmente se estiver combinado com alta umidade relativa, temperatura elevada e molhamento. O míldio é a principal doença da videira no Brasil, atacando todas as partes verdes da planta. Os danos são maiores quando ataca os cachos, podendo causar perda total da produção se medidas adequadas de controle não forem tomadas no momento adequado (TESSMANN et al., 2007).

O zoneamento agroclimático da cultura da uva para o Paraná é importante para subsidiar as políticas agrícolas, conjugando o potencial de expansão da cultura com a abertura de linhas de crédito voltadas ao desenvolvimento econômico da vitivinicultura. É também ferramenta importante para tomada de decisão de técnicos e produtores para a implantação de novos parreirais.

Tendo em vista a diversidade de ambientes de cultivo presentes no Paraná, a cultura da uva é exposta a diferentes graus de riscos climáticos, conforme a região de cultivo. Assim, o objetivo deste trabalho foi efetuar o zoneamento agroclimático para a cultura da videira no estado do Paraná.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Para análise dos riscos climáticos para a cultura da videira no Paraná foram utilizados dados de 21 estações meteorológicas convencionais do IAPAR, nas diversas regiões do estado com períodos de observação de 1976 a 2010. Em complementação a esses dados, foram utilizadas séries históricas de precipitação do Instituto das Águas do Paraná, com o mesmo período de anos, totalizando 476 pontos de registro.

As variedades de uvas foram divididas em três categorias com os seguintes parâmetros de riscos:

a) Uvas rústicas (*Vitis labrusca* e seus híbridos), destinadas ao consumo de frutas frescas e ao processamento ('Isabel' e 'Niágara'). Áreas com umidade relativa média anual superior a 85%, precipitação superior a 2.000mm e temperatura média anual superior a 20°C foram consideradas inaptas por apresentarem elevado risco de doenças;

b) Uvas finas de mesa (*Vitis vinifera*) ou para consumo de frutas frescas ('Itália', 'Rubi', 'Benitaka' e 'Brasil'). Áreas com precipitação média anual superior a 1.800 mm, umidade relativa média anual superior a 75% e temperatura média anual superior a 20°C foram consideradas inaptas por apresentarem elevado risco de doenças;

c) Uvas finas para vinificação (*Vitis vinifera*) ('Cabernet Sauvignon', 'Merlot' e 'Syrah'). Áreas com umidade relativa média anual superior a 85% ou precipitação superior a 1.800mm e temperatura média anual superior a 20°C foram consideradas inaptas por apresentarem elevado risco de doenças.

A Deficiência hídrica anual (Dha) (THORNTHWAITE; MATHER, 1955) foi obtida pelo cálculo do balanço hídrico climatológico normal para as estações meteorológicas. Para a capacidade de água disponível (CAD) no solo, tomou-se o valor de 100 mm. Com o auxílio da planilha desenvolvida por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998). Os resultados obtidos foram interpolados em um sistema de informação geográfica para a geração dos mapas de deficiência hídrica anual. Para o risco de deficiência hídrica foi considerado: Alto Risco: Dha > 100 mm e Baixo Risco: Dha < 100 mm.

Foram utilizadas as séries históricas de temperatura mínima inferiores a 1°C, observadas no interior dos abrigos meteorológicos para calcular os riscos de geadas tardias (CARAMORI et al., 2008). Foram calculadas as probabilidades de ocorrência em setembro utilizando a distribuição de extremos, e os valores de cada estação meteorológica foram correlacionadas com altitude e latitude, obtendo-se uma equação de regressão anual para estimar o risco de geadas em função desses parâmetros. Para a temperatura média anual também foi gerada a equação de regressão para estimativa em função de latitude e altitude.

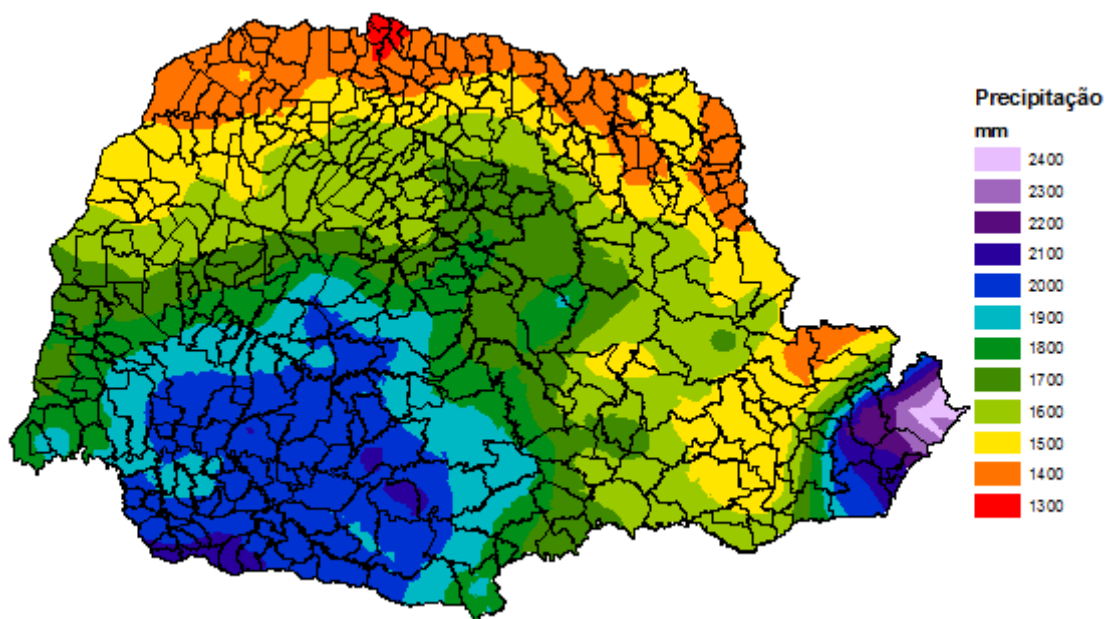
Utilizando as regressões ajustadas, foram mapeados os riscos de geadas e a temperatura média anual em função da latitude, longitude e altitude para todo o Paraná, com resolução de 90m, utilizando a base do SRTM - Shuttle Radar

Topography Mission (MIRANDA, 2005). Para precipitação e umidade relativa, foram gerados mapas através da interpolação por krigagem em ambiente SIG.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 3.1 que as regiões com maior pluviosidade são o litoral, devido aos efeitos de oceanidade e orografia, e o sudoeste, com precipitações anuais que ultrapassam 2.000 mm. Sampaio et al. (2007) descrevem que o Paraná apresenta as maiores precipitações prováveis decendiais nos meses de outubro a fevereiro e os menores nos meses de julho e agosto, como também apresenta decréscimo da precipitação na direção litoral/oeste e sul/norte.

Figura 3.1 – Precipitação (mm) média histórica de 1976 a 2010 no Paraná, das estações meteorológicas do IAPAR e pluviométricas do Instituto das Águas do Paraná



A característica da transição climática do Paraná faz com que exista maior diferenciação entre a estação seca e chuvosa nas regiões norte e oeste, enquanto no sul as chuvas são mais uniformemente distribuídas durante o ano (PEREIRA et al., 2008).

A deficiência hídrica anual não foi limitante para a cultura da videira no Paraná. Apenas em alguns anos, como 1985 e 1988, quando ocorreram baixas precipitações, a deficiência hídrica anual superou os 100 mm. Porém, com base nos

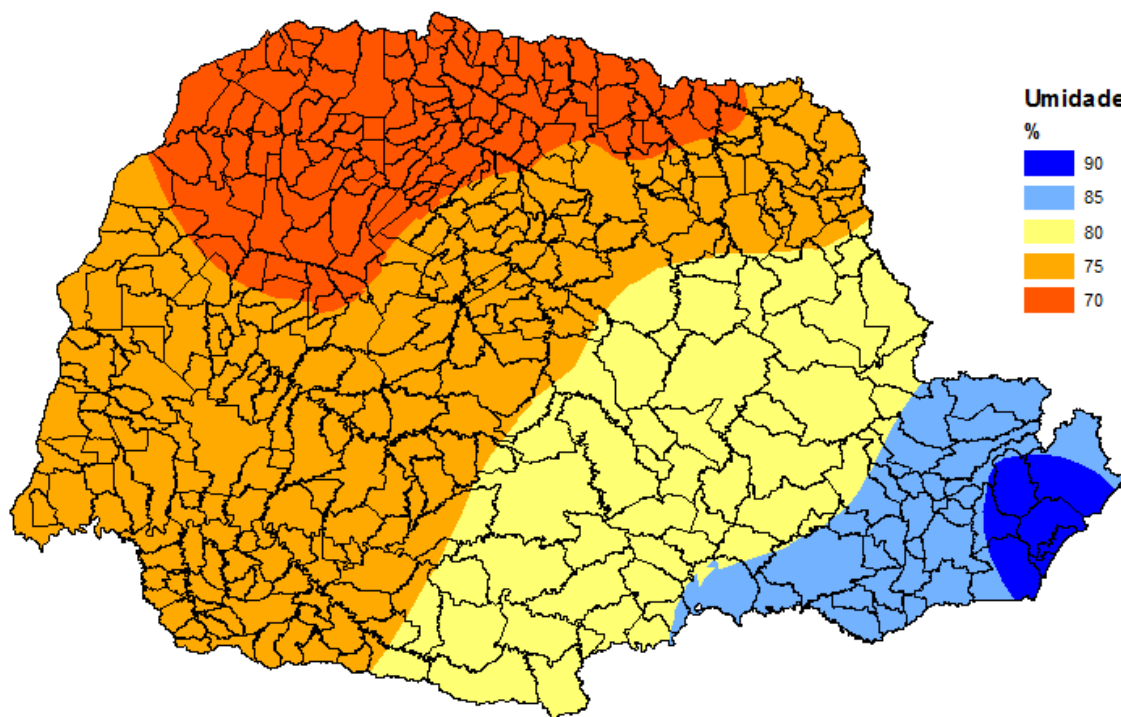
dados normais climatológicas, as estações meteorológicas apresentam valores de deficiência hídrica inferiores a 50 mm nas regiões norte e noroeste e ausência de deficiência para as outras regiões do Estado.

Nas regiões norte e noroeste, onde as temperaturas são mais elevadas e o volume de precipitação é menor em relação ao sul do estado, pode-se optar por porta-enxertos que tenham bom desenvolvimento radicular e maior capacidade de exploração do solo. Os porta-enxertos IAC 766 e IAC 572 apresentam tais características (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007) e por essa razão são os mais indicados para estas regiões do Estado.

No Paraná, a média histórica de precipitação mínima é em torno de 1.300 mm (IAPAR, 2011). A ocorrência de excesso de chuva pode ser prejudicial à cultura pela maior favorabilidade à ocorrência de doenças. Na Serra Gaúcha também ocorre uma tendência histórica ao excesso de chuvas no período de maturação, o que pode prejudicar a qualidade da uva em função da ocorrência de podridões ou pela necessidade de colheitas antecipadas (TONIETTO; FALCADE, 2003).

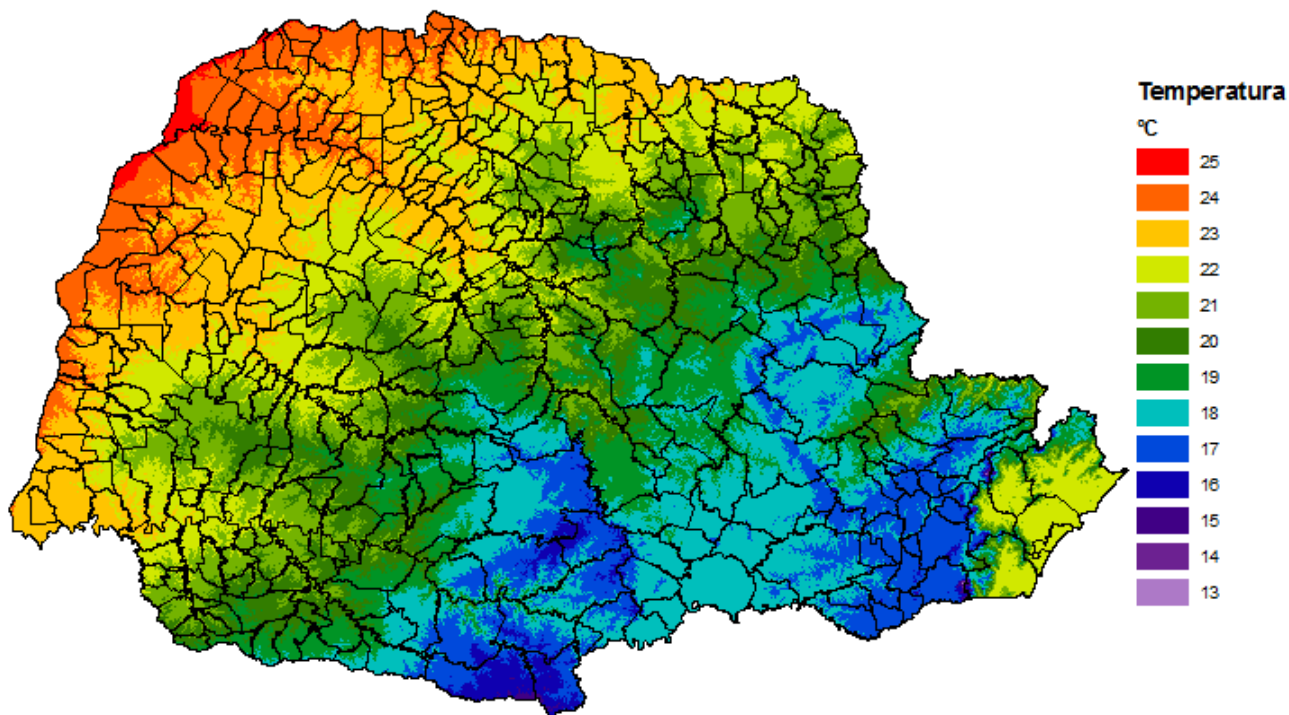
Verifica-se na Figura 3.2 que na região litorânea a umidade é muito elevada, com valores médios superiores a 90%. Na região Metropolitana de Curitiba são encontrados valores de umidade relativa entre 80 e 85%, diminuindo nos Campos Gerais e nas regiões sudoeste e oeste, com os menores valores registrados nas regiões norte e noroeste. A umidade relativa é importante, pois um excesso pode favorecer a ocorrência de doenças na uva. Umidade relativa acima de 75%, associada à temperatura alta durante o período vegetativo, favorece a infecção por míldio, podridão do fruto, mancha-da-folha e ferrugem por prolongar o período de molhamento foliar em que ocorre formação de água livre sobre os tecidos da planta em uvas finas para mesa (KISHINO; CARAMORI, 2007).

Figura 3.2 – Umidade relativa (%) média histórica de 1976 a 2010 no Paraná, das estações meteorológicas do IAPAR



Verifica-se na Figura 3.3 que os valores de temperatura média anual evidenciam o papel importante do relevo no regime térmico, associado às variações de latitude. Assim, observam-se diferenças de 12 a 13° C na temperatura média anual entre o extremo noroeste, junto ao vale do Rio Paraná, onde a média anual pode atingir 24 a 25° C e as áreas mais elevadas do sul, com altitudes acima de 1.200m, onde a média anual é de 13 a 14° C.

Figura 3.3 – Temperatura média anual (°C) média histórica de 1976 a 2010 no Paraná, das estações meteorológicas do IAPAR



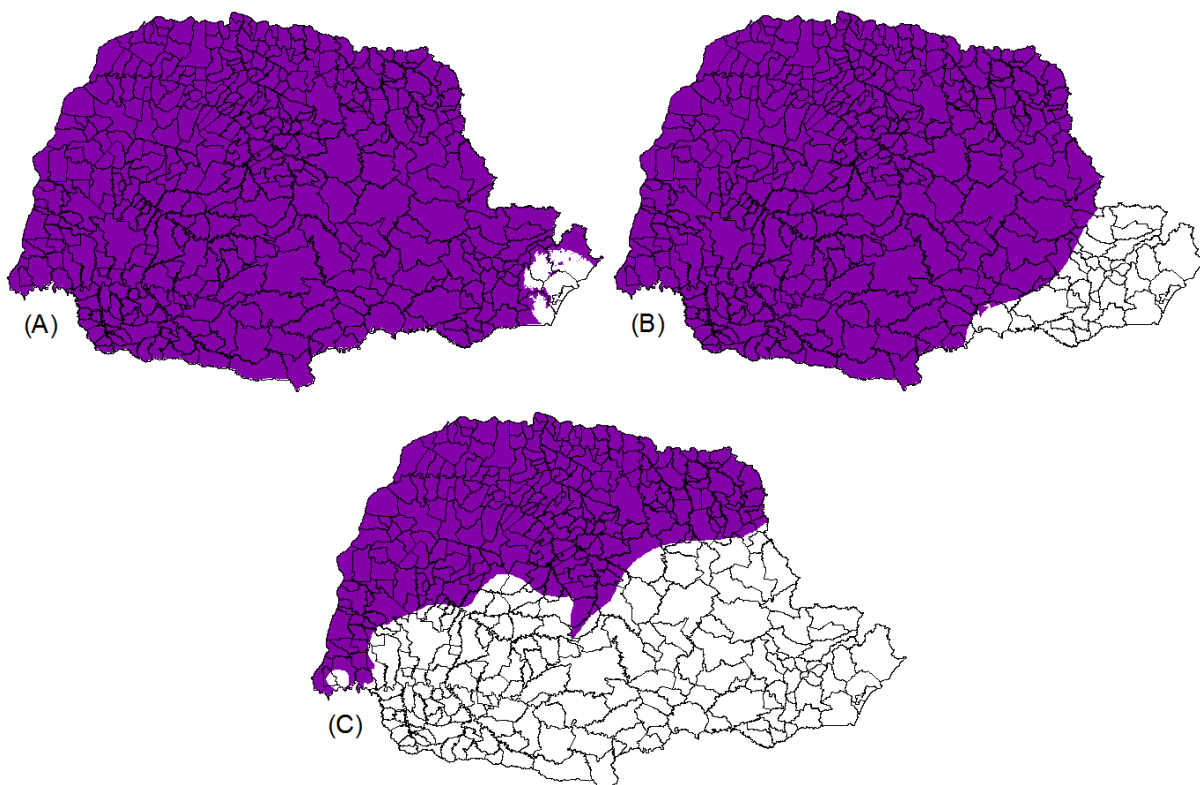
O risco de geadas tardias é inferior ao limite estipulado em todo o Paraná, o que permite o desenvolvimento e produção da cultura nas regiões mais frias do estado. A adoção de medidas de proteção em noites com geadas é uma prática que pode reduzir ainda mais os riscos de perdas (KISHINO; CARAMORI, 2007; CARAMORI; ANDROCIOLI FILHO; MORAIS, 2007). Porém, para as uvas de mesa, podas de produção tardias podem levar a colheitas em épocas de pico de produção em outras regiões produtoras no país, o que pode resultar em menores preços e queda na rentabilidade do produtor.

A região norte do Paraná não apresenta restrições térmicas para o cultivo das variedades destinadas à produção de uvas finas de mesa, e a principal limitação é a ocorrência de precipitações intensas ao longo do ano, o que propicia condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças fúngicas, como o míldio (EMBRAPA UVA E VINHO, 2005c). O fungo requer umidade elevada, entre 95 e 100%, e pelo menos 4 horas de escuridão e a temperatura ótima é de 18 a 22°C, para a formação dos esporângios no tecido colonizado, enquanto temperaturas diurnas acima de 30°C reduzem sua viabilidade (TESSMANN et al., 2007).

Para as uvas rústicas, somente o litoral do Paraná foi considerado inapto, pois essa região apresenta condição extremamente favorável ao

desenvolvimento de doenças fúngicas, devido a elevada umidade (Figura 3.2) e temperatura (Figura 3.3), o que poderia não ser economicamente viável (Figura 3.4).

Figura 3.4 – Zoneamento agroclimático da cultura da videira no Paraná (A): uvas rústicas, (B): uvas finas para vinho e (C): uvas finas de mesa, sendo as áreas coloridas aptas e as áreas em branco as inaptas ao cultivo



As uvas européias são mais suscetíveis ao míldio que as americanas e híbridas, por isso as regiões com muita umidade não são recomendadas. Dessa forma, o cultivo de uvas finas de mesa foi considerado apto somente as regiões norte, noroeste e oeste do estado com base nos critérios estabelecidos. Para as uvas finas de mesa, os critérios foram mais rigorosos, pois essas dependem da apresentação final para serem consumidas em fresco. A combinação de altas umidades relativas, precipitações abundantes e altas temperaturas é extremamente favorável ao desenvolvimento de doenças fúngicas, o que prejudica diretamente a qualidade e produtividade dessas uvas.

Para as uvas finas para vinificação, as regiões leste e o litoral foram consideradas inaptas pelo excesso de umidade, sendo o restante do estado apto ao cultivo. Segundo IBRAVIN (2011), a umidade relativa do ar média anual situa-se

entre 71 e 76% na Campanha e Serra do Sudeste e 76% na Serra Gaúcha, regiões de destaque na produção de vinhos finos no Rio Grande do Sul.

Para a realização do zoneamento agroclimático, o conhecimento regional é extremamente importante para as recomendações. Por isso, existem diferenças regionais para os parâmetros considerados como de risco para a mesma cultura. Para o zoneamento agroclimático da videira europeia em Pernambuco, Teixeira e Azevedo (1996) utilizaram como parâmetros a temperatura média e o índice hídrico anual de Thornthwaite (Ih).

Teixeira et al. (2002), avaliando a aptidão agroclimática da cultura da videira no Estado da Bahia, confeccionaram cartas das isoterms dos meses mais quentes (Tq) e mais frios (Tf) do ano e do índice hídrico anual (Ih), considerados parâmetros mais importantes na determinação do grau de aptidão agroclimática da cultura.

Para Santa Catarina, EPAGRI (2011) utilizou como parâmetros para o zoneamento a soma de horas de frio, a ocorrência de geadas no mês de setembro, a altitude e o volume de precipitação na época de maturação dos frutos. Os autores recomendaram praticamente todo o estado para as uvas americanas, com exceção do litoral norte. Para as uvas finas, somente as regiões mais frias na parte central do estado são recomendadas.

Para realizar o zoneamento de *V. vinifera* no Rio Grande do Sul, Westphalen e Maluf (2000), utilizaram horas de frio, risco de geadas, excesso hídrico e vários índices bioclimáticos baseados em temperatura, precipitação, evapotranspiração, fotoperíodo e insolação para a caracterização das áreas bioclimáticas. Assim, foram indicadas para o cultivo de videira europeia as regiões da Serra do Nordeste - Planalto e da Serra do Sudeste - Campanha.

Além dos aspectos técnicos aqui considerados, o zoneamento agroclimático para a cultura da videira gerado nesse trabalho torna-se um instrumento de política agrícola e gestão de riscos para a agricultura do Paraná, uma vez que alguns agentes financeiros condicionam a concessão do crédito rural ao uso do zoneamento (MAPA, 2011).

3.5 CONCLUSÕES

O Paraná possui regiões com baixo risco climático para a cultura da videira. Para as uvas rústicas, praticamente todo o estado é apto ao cultivo, com exceção do litoral. Para o cultivo de uvas finas de mesa, somente as regiões norte, noroeste e oeste são consideradas aptas. Para as uvas finas destinadas à vinificação, somente o litoral e a região leste não são aptas, segundo os critérios estabelecidos.

4 ARTIGO B

POTENCIAL CLIMÁTICO PARA A PRODUÇÃO DE UVAS EM SISTEMA DE DUPLA PODA ANUAL NO ESTADO DO PARANÁ

4.1 RESUMO

Resumo: Na região norte do Paraná, onde a produção de uvas finas de mesa é consolidada, os produtores realizam a dupla poda anual para obtenção da safra regular com colheita entre novembro e dezembro, e da safra fora de época com colheita entre maio e junho. Porém, existem outras regiões do estado com o mesmo potencial para a produção e que ainda não são exploradas. Assim, o objetivo desse trabalho foi caracterizar o potencial climático e a estimativa da severidade de míldio para determinar as áreas e cultivares aptas ao cultivo de duas safras anuais, com base em diferentes épocas de poda e na sua exigência em graus-dia no estado do Paraná. Com base nos dados de 21 estações meteorológicas convencionais do IAPAR, com períodos de observação de 1976 a 2010 nas diversas regiões do estado, foram avaliados os riscos de geadas, a soma térmica para completar cada ciclo de produção, o balanço hídrico climatológico normal e a severidade potencial de ocorrência de míldio. A ocorrência de geadas limita a época de cultivo da videira nas regiões centro, sul e leste. Nas regiões oeste, noroeste e norte o risco decenal de geadas é inferior a 20%. O excesso hídrico é observado em praticamente todo o estado durante o ano e, quando combinado a temperaturas favoráveis, pode resultar em alta incidência de míldio. Verificou-se que não é possível a obtenção de duas safras anuais quando se utiliza cultivares de videiras que exigem mais de 2.000 graus-dia entre a poda e a colheita, mesmo nas regiões mais quentes do estado. Cultivares com alta exigência em graus-dia, 1.800 graus-dia entre a poda e a colheita, como a Itália e suas mutações, somente podem ser utilizadas em sistema de dupla safra anual nas regiões mais quentes do estado, oeste, noroeste e norte. Nas regiões mais frias, centro, sul e leste, somente cultivares com 1.000 a 1.200 graus-dia de exigência podem ser utilizadas para a obtenção de dupla safra anual. Em função do potencial de severidade do míldio no estado, indica-se o cultivo de uvas rústicas para as regiões centro, sul e leste, enquanto que nas regiões sudoeste, oeste, norte e noroeste, indica-se o cultivo das uvas finas, porém sem descartar a necessidade de controle da doença nas fases fenológicas mais suscetíveis.

Palavras-chave: Riscos climáticos. *Vitis* sp. Graus-dia. Míldio.

CLIMATIC POTENTIAL FOR PRODUCTION OF GRAPES UNDER DOUBLE ANNUAL PRUNING SYSTEM IN THE STATE OF PARANA

Abstract: In the north of Paraná, where the production of fine table grapes is consolidated, the grapegrowers use the double annual pruning to obtain the regular crop with a harvest between November and December, and the off-season crop with a harvest between May and June. However, there are other regions of the state with the same potential of production and which are not yet exploited. The objective of this study was to characterize the climatic potential and to estimate the severity of mildew to determine areas and cultivars suitable for the cultivation of two crops per year, based on different pruning times and its requirement in degree-days in the state of Paraná. Based on data from 21 conventional meteorological stations from IAPAR, with observation periods from 1976 to 2010 in various regions of the state, the risk of frost, the amount of degree-days of each production cycle, the normal climatic water balance and the potential severity of occurrence of mildew were assessed. The occurrence of frost limits the period of cultivation of the grapevine in the central, south and east. In the west, northwest and north, the decennial risk of frost is less than 20%. The excess water is observed in almost all the state during the year and, when combined with favorable temperatures, may result in high incidence of downy mildew. It is not possible to obtain two harvests per year when growing cultivars of vines that require more than 2,000 degree days from pruning to harvest, even in the warmer regions of the state. Cultivars with high demand in degree-days, 1,800 degree-days between pruning and harvesting, such as Italia and its mutations, can only be used in double annual crop in the warmer parts of the state, west, northwest and north. In colder regions of the state, central, south and east, only cultivars with 1,000 to 1,200 degree-day requirement can be used to obtain double annual crop. Due to the potential of downy mildew severity in the state, it is indicated the cultivation of rustic grapes for center, south and east regions, while in the regions south, west, north and northwest it is indicated the cultivation of fine grapes, but without discarding the need to control the disease during the most susceptible phenological phases.

Keywords: Climatic risks. *Vitis* sp. Degree-days. Downy mildew.

4.2 INTRODUÇÃO

O estado do Paraná, localizado entre 22 e 27°S de latitude, encontra-se em uma faixa de transição e de acentuada variabilidade climática, com variações de relevo e de solo que têm reflexos diretos sobre a temperatura, a evapotranspiração e o balanço hídrico local, sendo encontradas regiões com características tropicais e de transição para climas temperados. Com exceção do litoral, as temperaturas no Paraná diminuem do norte para o sul e com o aumento da altitude. Embora o Estado apresente saldo positivo no balanço hídrico anual para a

maioria das regiões, existe uma grande variação na distribuição temporal e espacial da precipitação (IAPAR, 2011).

No Brasil, a área total de uva no ano de 2010 ocupou 81.275 ha, com produção de 1.351.160 t e rendimento médio de 16.625 kg/ha (IBGE, 2011). A viticultura brasileira se concentra nas regiões sul, sudeste e nordeste, sendo o Rio Grande do Sul, Pernambuco, São Paulo, Paraná, Bahia, Santa Catarina e Minas Gerais, em ordem decrescente, os principais estados produtores. No Paraná, a área total de uva, no ano de 2010, ocupou 5.969 hectares, com uma produção de 103.394 t e rendimento médio de 17.322 kg/ha (IPARDES, 2011).

Em regiões tropicais existe a possibilidade de obtenção de duas ou mais safras de uvas por ano, enquanto que nas regiões de clima temperado, somente é possível uma colheita ao ano, em razão da ocorrência mais prolongada de baixas temperaturas durante o inverno. Pela execução de uma poda de verão ou verde é possível obter uma colheita tardia no mesmo ciclo vegetativo (FOCHESATO; SOUZA; AGOSTINI, 2007). No Paraná, a primeira poda é realizada no fim do repouso hibernar, em julho / início de agosto, com a colheita da uva de dezembro a janeiro e a segunda safra é realizada logo após a colheita proveniente da poda de inverno, obtendo-se uma segunda produção que é colhida de maio a junho, sendo essa prática é adotada somente para a produção de uvas finas de mesa como 'Itália', 'Rubi', 'Benitaka' e 'Brasil'(KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

Para as uvas de mesa, a época de comercialização é fator importante para a rentabilidade do produtor. Roberto et al. (2002) comentam que a rentabilidade da cultura é dependente da época em que ocorre maior oferta de frutos e que quando concentrada em um único período, tende a ser desvantajosa e que a remuneração pode ser maior para o produtor que dispuser de uvas maduras antes do pico de maior oferta do produto do mercado.

No Paraná, as condições climáticas de temperatura e umidade durante o ciclo de produção da videira favorecem a ocorrência de doenças fúngicas, com destaque para o míldio (*Plasmopara viticola*). Essa doença tem afetado a longevidade, a produtividade e a qualidade dos frutos, que pode acarretar perdas de até 100% na produção, além de aumentar os custos devido à intensa necessidade de controle químico (TESSMANN et al., 2007).

Um modelo para estimar a eficiência de infecção para *P. viticola* em videiras foi desenvolvido por Lalancette, Ellis e Madden (1988) em função da

temperatura do ar e da duração do molhamento foliar. Hamada et al. (2008) destacam que mesmo o clima afetando outras etapas da doença como a dispersão e a sobrevivência e maturação dos esporos, o modelo foi eficiente para comparar as regiões em São Paulo e gerar mapas que possam ser utilizados para fins de planejamento.

Assim, tendo em vista a possibilidade de dupla safra anual buscando melhor rentabilidade ou qualidade no produto final, o objetivo desse trabalho foi caracterizar os riscos climáticos e a estimativa da severidade de míldio para determinar as regiões e as variedades aptas ao cultivo em dupla poda anual com base em diferentes épocas de poda e na sua exigência em graus-dia no estado do Paraná.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Para análise da viabilidade de dois ciclos anuais da cultura da videira no Paraná foram utilizados dados de 21 estações meteorológicas convencionais do IAPAR com períodos de observação de 1976 a 2010 nas diversas regiões do estado. Para o cálculo da severidade potencial de míldio foram utilizadas as séries de dados horários de 37 estações automáticas do SIMEPAR no período de 2000 a 2010.

Para o risco de geadas, foram utilizadas as séries históricas de temperatura mínima inferiores a 1°C, observadas no interior do abrigo meteorológico. Foram calculadas as probabilidades decendiais de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C com base na distribuição de extremos, obtendo-se uma equação de regressão. Frequência de geadas decendiais inferiores a 20% foram consideradas de baixo risco. Com isso foi determinado o período de cultivo da videira sem risco de geadas para o Paraná.

Como épocas de poda de inverno, foram consideradas seis datas: 05/07, 15/07, 25/07, 05/08, 15/08 e 25/08. Foi definida como data apta à poda para esse sistema de produção quando o risco de geada no decêndio seguinte fosse inferior a 20%.

Foram considerados 11 ciclos produtivos baseados na exigência em graus-dia entre a poda e a colheita das diferentes cultivares de videiras (Tabela 4.1): 1.000, 1.100, 1.200, 1.300, 1.400, 1.500, 1.600, 1.700, 1.800, 1.900 e 2.000 graus-

dia (CAMARGO; MANDELLI, 1993; PEDRO JÚNIOR et al., 1994; BOLIANI; PEREIRA, 1996; NAGATA et al., 2000; BRAGA et al., 2001; MURAKAMI et al., 2002; EMBRAPA UVA E VINHO, 2003a e 2003b; ROBERTO et al., 2004; EMBRAPA UVA E VINHO 2005a; ROBERTO et al., 2005; ROBINSON, 2006; SANTOS et al., 2007; SATO et al., 2008; CHAVARRÍA et al., 2009; LEÃO et al., 2009; BRIXNER et al., 2010 e RIBEIRO et al., 2010).

Tabela 4.1 – Exigência em graus-dia da poda à colheita de variedades de uvas

Graus-dia	Variedades
1.000 a 1.050	BRS Rúbea e Venus
1.250 a 1.300	Bordô, Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Gewürztraminer, Isabel e Pinot Noir
1.300 a 1.350	Niagara Branca e Niagara Rosada
1.350 a 1.400	Concord, Gamay, Merlot e Riesling Itálico
1.450	BRS Clara, BRS Morena, Tannat e Thompson Seedless
1.500 a 1.550	BRS Linda, BRS Lorena, Cabernet Franc e Moscato Branco
1.600 a 1.650	Moscato Embrapa, Moscato Giallo e Trebbiano
1.700 a 2.000	Benitaka, Brasil, Itália e Rubi
2.100 a 2.200	Nero d'Avola, Palomino e Primitivo

A temperatura base considerada foi de 10°C e o somatório de graus-dia (GD) desde a poda até a colheita foi calculado com as seguintes equações propostas por Villa Nova et al. (1972):

$$GD = (T_m - T_b) + (T_M - T_m)/2, \text{ para } T_m > T_b;$$

$$GD = (T_M - T_b)^2 / 2(T_M - T_m), \text{ para } T_m < T_b \text{ e}$$

$$GD = 0, \text{ para } T_b > T_M.$$

em que: GD = graus-dia; TM = temperatura máxima diária (°C); Tm = temperatura mínima diária (°C) e Tb = temperatura base (°C).

Para o início do segundo ciclo de produção foi estipulado um período de 30 dias de descanso da videira após a colheita e antes da segunda data de poda. Para a determinação das datas máximas para a colheita da segunda safra, foi considerado o mesmo período de descanso da videira, sendo 30 dias antes da data simulada para a poda de inverno da primeira safra.

Utilizando as regressões ajustadas, foram mapeados os riscos de geadas e os somatórios de graus-dia em função da latitude, longitude e altitude para

todo o Paraná, com resolução de 90m, utilizando a base do SRTM - Shuttle Radar Topography Mission (MIRANDA, 2005).

Foi calculado o balanço hídrico climatológico normal, segundo Thornthwaite e Mather (1955), para as estações meteorológicas do IAPAR visando determinar os períodos com excedente hídrico. Tomou-se o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível (CAD) no solo. Para auxiliar no cálculo, foi utilizada a planilha desenvolvida por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998).

O potencial de severidade de míldio foi calculado com base no modelo de eficiência da infestação (EI) de míldio para a videira proposto por Lalancette, Ellis e Madden (1988) e na metodologia adaptada por Hamada et al. (2008), expresso por:

$$EI = k * (1 + e^{-p})^{1/(1-m)}$$

em que: $k = -0,071 + 0,018T - 0,0005T^2 + 0,01$; $p = -0,24W + 0,070WT - 0,0021WT^2$ e $m = 1,2$; W = duração do molhamento foliar e T = Temperatura média do ar.

Para o cálculo da EI, assumiu-se a presença de um hospedeiro suscetível e um patógeno virulento inoculados, de tal forma que a ocorrência da doença dependesse de fatores ambientais. A simulação foi mensal de janeiro a dezembro.

Como as estações meteorológicas automáticas não possuem sensor de medição de molhamento foliar, adotou-se o número de horas com umidade relativa superior a 90%. Genta et al. (2010) observaram alta correlação positiva com o número de horas diárias com umidade relativa do ar maior que 90% e duração do molhamento foliar diário em uva de mesa.

A estimativa da eficiência de infestação, definida como o número de lesões produzidas por zoósporos por planta, é um modelo criado em função da temperatura e período de molhamento foliar. A severidade da doença, medido como o número de lesões/cm², foi calculada multiplicando-se a eficiência de infestação por uma constante (11,2) obtida experimentalmente por Lalancette, Ellis e Madden (1988).

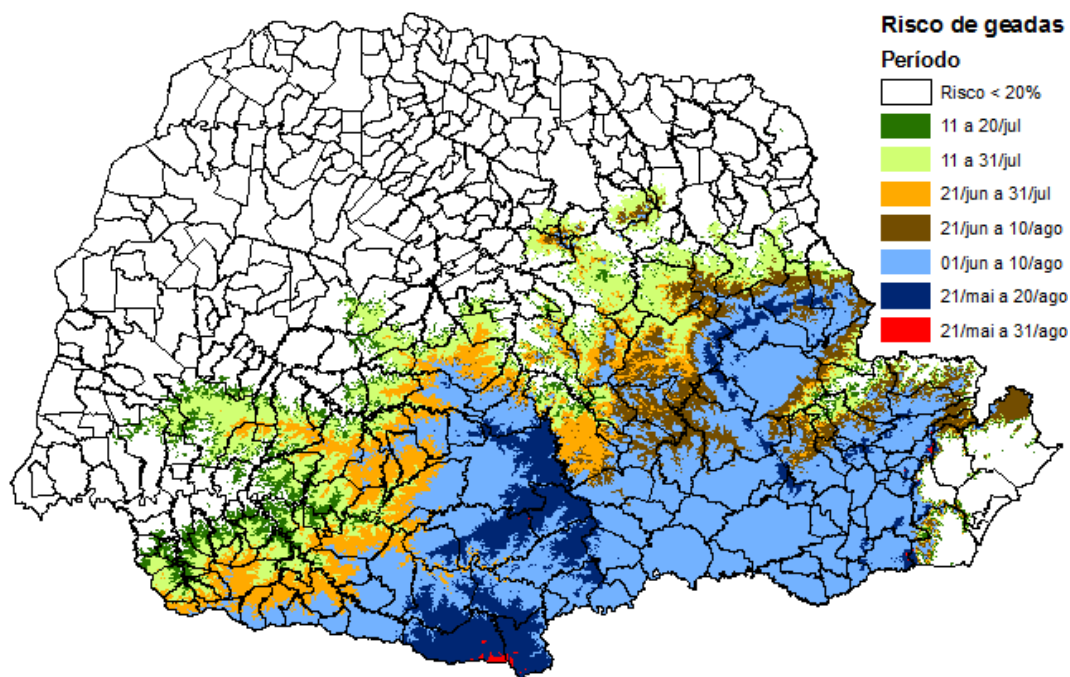
Com base dos dados obtidos, foram determinadas as regiões e as variedades aptas ao cultivo em dupla poda anual com base nas diferentes épocas de poda e na sua exigência em graus-dia no estado. Foram ajustadas equações de regressão e mapeadas as estimativas de severidade mensal de míldio em função da

latitude, longitude e altitude para todo o Paraná, com resolução de 90m, utilizando a base do SRTM - Shuttle Radar Topography Mission (MIRANDA, 2005).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O risco de geadas é o principal fator que limita o cultivo da videira durante todo o ano nas regiões frias do Paraná (Figura 4.1). Na região sul, nos municípios de Clevelândia e Palmas, o período de ocorrências de geadas vai de 21 de maio a 31 de agosto. Conforme diminui a latitude e a altitude, o período de ocorrência de geadas também é menor. No sudoeste e centro do estado, o período de risco vai de 11 a 31 de julho. Nas regiões sudoeste, oeste, noroeste, norte, Vale do Ribeira e litoral o risco de geada avaliado por decêndio é inferior a 20%.

Figura 4.1 – Épocas com risco superior a 20% de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C no Paraná

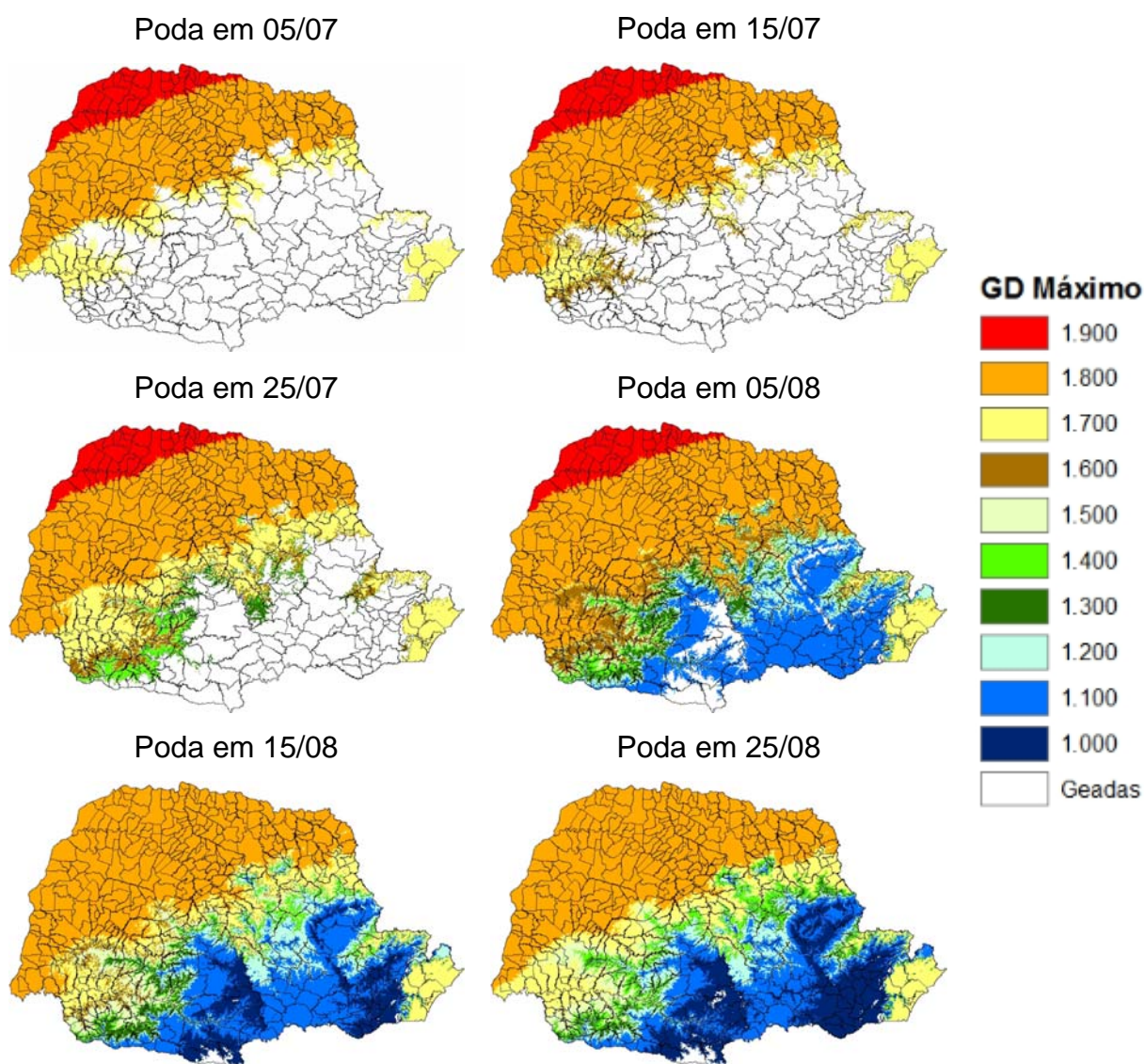


Com base no risco de geadas para o início do primeiro ciclo produtivo, fim do segundo ciclo e no somatório de graus-dia, foram simulados valores máximos de somatório de graus-dia para as seis épocas de poda (Figura 4.2). Cada classe representa o valor máximo de somatório de graus-dia para cada região com a possibilidade de duas safras anuais.

Verifica-se que não é possível a obtenção de duas safras anuais quando se cultiva variedades de videira que exigem 2.000 graus-dia entre a poda e a colheita, mesmo nas regiões mais quentes do estado. Nas quatro primeiras épocas de poda, é possível o cultivo de variedades com exigência máxima de 1.900 graus-dia no noroeste e de 1.800 graus-dia no norte e oeste, como é o caso das principais uvas finas de mesa cultivadas nessa região, como a Itália e suas mutações. No extremo sul do estado e em alguns pontos mais altos na região leste, não seria possível, de acordo com a estimativa, o cultivo de duas safras anuais, nem mesmo com variedades de 1.000 graus-dia de exigência.

Para as regiões leste, centro e sul do estado, não se recomenda a poda de inverno no mês de julho, pois o risco de geada é alto para esse período. Somente as podas no mês de agosto com variedades com exigência entre 1.000 e 1.200 graus-dia permitiriam nessas regiões uma dupla safra anual. Dentre as uvas que apresentam essa exigência, destacam-se a Niágara Rosada e Niágara Branca, entretanto, por apresentarem baixo vigor, essas uvas americanas normalmente não são conduzidas em sistema de dupla safra anual, o que as tornariam debilitadas com o tempo, apresentando baixa fertilidade de gemas e brotação deficiente (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

Figura 4.2 – Valor máximo de somatório de graus-dia (GD) para a produção de duas safras anuais em função de diferentes épocas de poda de inverno no Paraná



Isso foi observado por Hernandez, Pedro Júnior e Blain (2011) em Louveira, SP, que concluíram em vinhedo de 'Niagara Rosada' conduzida em Y sob telado plástico, que apesar de a safra de inverno ser uma opção economicamente interessante ao viticultor, tanto a produção quanto a massa dos cachos tendem a ser menores em comparação com a safra de verão e que a duração do ciclo (poda-colheita) é menor na safra de inverno quando comparada à de verão, em função da redução do subperíodo florescimento-início da colheita.

A possibilidade de dupla safra anual não necessariamente indica a necessidade do cultivo em duas épocas fixas, mas também a possibilidade de uma segunda safra em época com melhor preço ou que traga benefícios em qualidade

para a uva colhida. Para isso, a combinação da poda de inverno com uma poda verde vem tendo destaque nas regiões viticultoras. A execução de uma poda de inverno associada a uma poda verde no verão permite a obtenção de duas safras de uva por ciclo vegetativo da cultura, em épocas distintas do ano, sendo que o potencial produtivo de uma segunda safra oriunda da poda verde depende da cultivar empregada e da época em que a mesma é realizada (ANZANELLO; SOUZA; GONZATTO, 2008). Anzanello (2009) sugere realizar a poda de inverno espaçada da poda verde em três meses, sendo que a poda de inverno em julho associada a uma poda verde em outubro poderia proporcionar uma maior produção da segunda safra e o alcance de duas colheitas em períodos mais favoráveis à comercialização no estado do Rio Grande do Sul.

Para uvas finas para vinificação, a dupla safra anual pode não ser interessante para obtenção de vinhos de qualidade, mas abre a possibilidade de deslocamento da produção para época mais favorável. Jubileu, Sato e Roberto (2010) concluíram que as uvas 'Cabernet Sauvignon' e 'Alicante', cultivadas para a produção fora de época no norte do Paraná, apresentam ciclo tardio e elevada produtividade, e que a maturação dos cachos ocorre em condições climáticas favoráveis, resultando em matéria-prima adequada para a elaboração de vinhos tintos. Sato et al. (2011) também concluíram que na produção fora de época das videiras 'Alicante' e 'Syrah', os cachos apresentam ótimo aspecto fitossanitário apresentando potencial para serem utilizadas como matéria-prima na elaboração de vinhos fino. Mota et al. (2010) destacam que a alteração do ciclo de produção para colheita nos meses mais secos do ano contribui para o avanço da maturação das bagas e a melhoria da qualidade do mosto, expresso principalmente pelo teor de açúcar, acidez e compostos fenólicos para as uvas viníferas.

A cultivar Syrah apresentou boa adaptação quando o ciclo foi transferido para os meses de janeiro a julho, permitindo a colheita no período seco no município de Três Corações, região cafeeira do sul de Minas Gerais (AMORIM; FAVERO; REGINA, 2005). Favero et al. (2008) concluem que em vinhedo não-irrigado em Três Corações, MG, a videira 'Syrah' responde à dupla poda, exprimindo, no ciclo de inverno, índices de desenvolvimento, produção e qualidade suficientes para viabilizar a cultura na região e que a baixa precipitação e a amplitude térmica característica do período de colheita do inverno favoreceram a qualidade da uva.

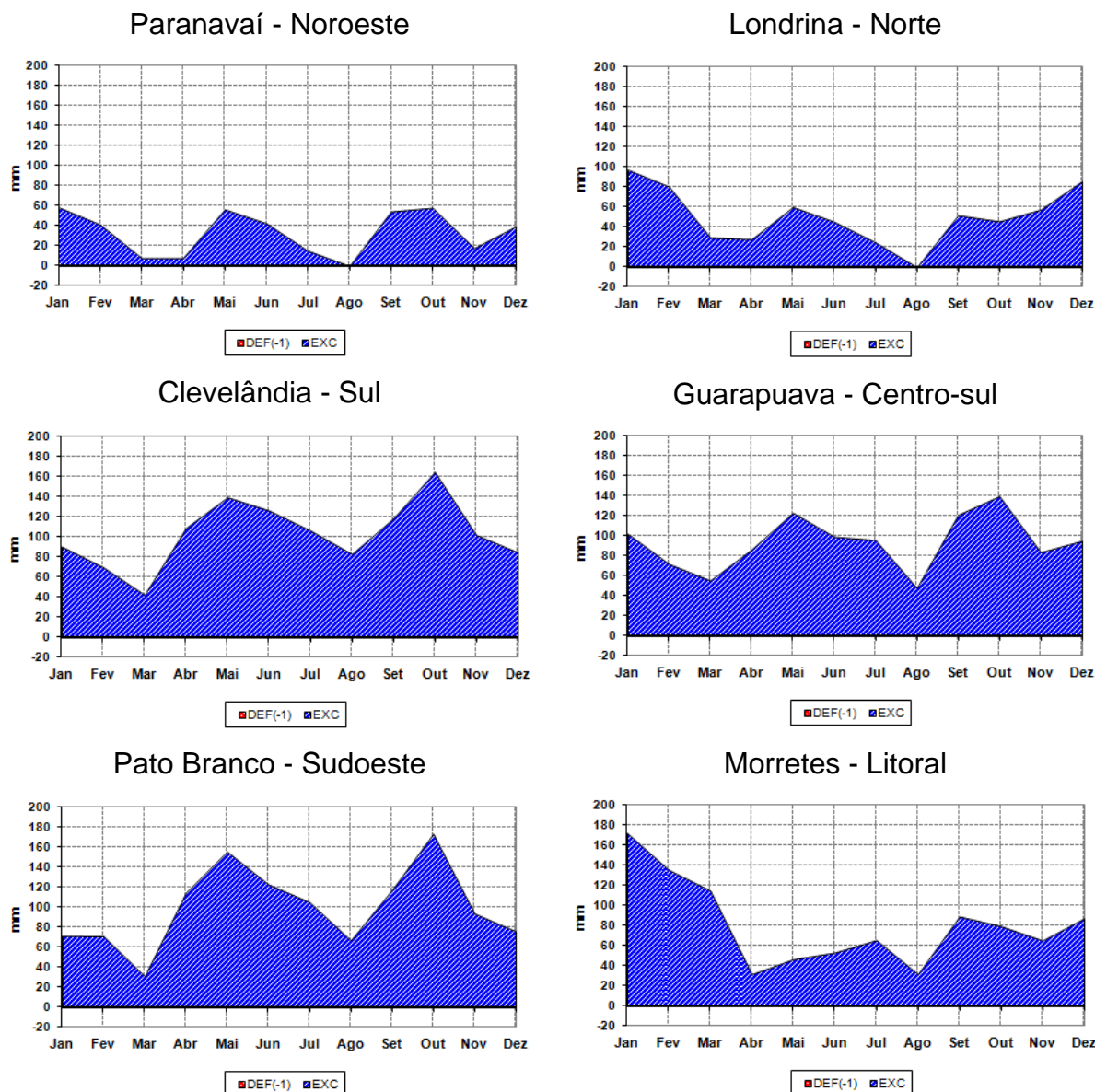
Quanto ao balanço hídrico (Figura 4.3), o excesso hídrico é menor nas regiões norte e noroeste do Paraná, quando comparado às outras regiões do estado. Nessas regiões, norte e noroeste, os menores excessos são verificados nos meses de março, abril e agosto que em anos mais secos pode haver deficiências. Nas outras regiões, sudoeste, centro, sul e litoral, também são observados menores excedentes nessas mesmas épocas, porém os excedentes são maiores que das regiões norte e noroeste, em que raramente observa-se deficiência hídrica.

Pereira et al. (2008) concluíram que a característica da transição climática do Paraná faz com que exista maior diferenciação entre a estação seca e chuvosa nas regiões Norte e Oeste, mas na região sul as chuvas são mais uniformemente distribuídas e se prolongam durante a estação de crescimento das culturas agrícolas.

O volume histórico de precipitação mínima no Paraná é em torno de 1.300 mm e a ocorrência de excesso de chuva pode ser prejudicial à cultura pela maior favorabilidade à ocorrência de doenças. Na Serra Gaúcha também ocorre tendência histórica ao excesso de chuvas no período de maturação, o que pode prejudicar a qualidade da uva em função da ocorrência de podridões ou pela necessidade de colheitas antecipadas (TONIETTO; FALCADE, 2003).

A região norte do Paraná não apresenta restrições térmicas para o cultivo das variedades destinadas à produção de uvas finas (*Vitis vinifera* L.), sendo que a principal limitação é a ocorrência de precipitações intensas ao longo do ano, o que propicia condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças fúngicas como o míldio (EMBRAPA UVA E VINHO, 2005c). O fungo requer umidade elevada, entre 95 e 100%, e pelo menos 4 horas de escuridão para a formação dos esporângios no tecido colonizado e a temperatura ótima é de 18 a 22°C, sendo que temperaturas diurnas acima de 30°C reduzem sua viabilidade (TESSMANN et al., 2007).

Figura 4.3 – Extrato do balanço hídrico climatológico normal de estações meteorológicas do IAPAR representativas de cada região do estado



A estimativa mensal da severidade do míldio (lesões/cm²) apresentou maiores variações mensais nas regiões mais quentes do estado, enquanto que nas regiões mais frias os valores foram constantemente altos (Figura 4.4). Nas regiões sudoeste, oeste, noroeste e norte, os menores valores de severidade foram observados entre outubro e março, enquanto durante o período entre maio e setembro, a severidade foi alta em praticamente todo o estado. Esses resultados estão de acordo com Genta et al. (2010), que concluíram que o míldio causa maior dano no segundo ciclo produtivo, em que a poda é realizada em janeiro

e a colheita em maio (safra fora de época), do que no primeiro ciclo, em que a poda em realizada no fim do inverno e a colheita em dezembro (safra regular).

Na Região Oeste do Polo Turístico do Circuito das Frutas em São Paulo, o risco climático de ocorrência de doenças fúngicas na 'Niagara Rosada' é inferior quando comparada com a da região leste, sendo que em áreas de maior altitude, o risco climático de ocorrência de doenças é mais elevado, sendo possível sua estimativa por meio de equações de regressão em função da altitude. Os valores de risco climático também estão associados à época de poda, sendo os riscos mais elevados nas podas de setembro que nas de julho (BARDIN; PEDRO JÚNIOR; MORAES, 2010).

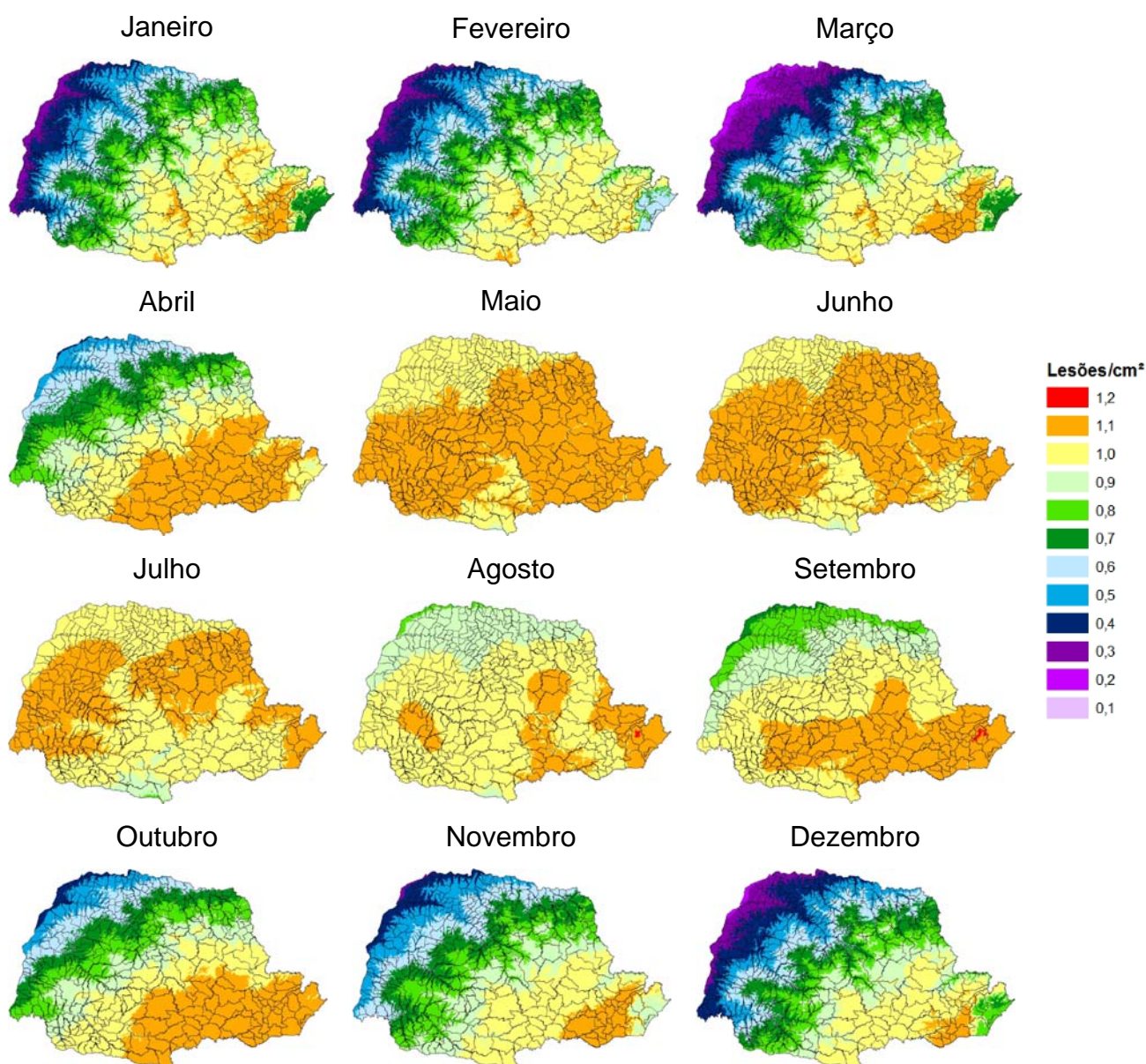
Vale destacar que a doença ocorre em todas as partes verdes da planta e a fase de maior suscetibilidade da videira ao míldio ocorre desde o início da brotação dos ramos (duas folhas separadas) até o início da compactação do cacho (TESSMANN et al., 2007). Dessa forma, embora seja possível prever a maior ocorrência de míldio em diferentes épocas do ano por esse modelo, na prática, a doença é importante somente quando as videiras apresentam tecidos vegetais tenros, suscetíveis à infecção. Conforme se verifica na Figura 4.4, em maio e junho o potencial de severidade do míldio é alto, entretanto, no sistema de dupla poda anual, a colheita do segundo ciclo ocorre nesse período, não havendo tecidos tenros e, portanto, a doença passa a não ter muita importância nessa fase fenológica da videira.

Em São Paulo, Hamada et al. (2008) observaram que a região noroeste do estado apresentou a menor severidade de míldio, enquanto que na região sudeste foi maior para todos os meses avaliados. Os autores relatam que essa metodologia adotada para o cálculo da severidade de míldio permitiu quantificar a gravidade da doença, mostrando a variação entre as regiões do estado e entre os meses do ano.

A aplicação desse modelo para o Paraná permite estabelecer para cada região do estado a viabilidade de realização da dupla safra anual de uvas em função da época de poda e da sua exigência em graus-dia, além identificar regiões com maior favorabilidade de ocorrência de míldio, e, portanto, adotar estratégias de cultivo e medidas de controle específicas em cada caso. Nas regiões centro, sul e leste, pode-se, preferencialmente, optar pelo cultivo de variedades rústicas, como Isabel, Niagaras, Concord, Bordô, BRS Carmem, BRS Rubea, pois essas

apresentam maior resistência ao míldio quando comparadas às uvas finas. Nas regiões sudoeste, oeste, norte e noroeste, o potencial de severidade é inferior quando comparado ao da região sul, o que permite o cultivo de uvas finas de mesa, porém não descarta a necessidade de controle da doença, principalmente nas fases em que a videira apresenta tecidos tenros e quando o potencial de severidade do míldio é alto.

Figura 4.4 – Estimativa mensal da severidade do míldio (lesões/cm²) da videira em função da temperatura e molhamento foliar para o Paraná com base no modelo proposto por Lalancette, Ellis e Madden (1988) para as uvas americanas



Vale ainda ressaltar que novas tecnologias de produção vêm sendo adotadas no estado, sobretudo na região norte, com o objetivo de diminuir a incidência de doenças. Colombo et al. (2011) observaram que o emprego da cobertura plástica permite a redução de até 75% do número de aplicações de fungicidas, entretanto, a cobertura plástica por si só não é suficiente para prevenir a ocorrência de míldio nos cachos, em condições de umidade elevada.

4.5 CONCLUSÕES

Não é possível a obtenção de duas safras anuais quando se utiliza cultivares de videiras que exigem mais de 2.000 graus-dia entre a poda e a colheita no Paraná. Cultivares com alta exigência em graus-dia entre a poda e a colheita, como a Itália e suas mutações (1.800 graus-dia), somente podem ser utilizadas em sistema de dupla safra anual nas regiões mais quentes do estado, oeste, noroeste e norte. Nas regiões mais frias, centro, sul e leste, somente cultivares com 1.000 a 1.200 graus-dia de exigência podem ser utilizadas para a obtenção de dupla safra anual.

Em função do potencial de severidade do míldio no estado, indica-se o cultivo de uvas rústicas para as regiões centro, sul e leste, enquanto que nas regiões sudoeste, oeste, norte e noroeste, indica-se o cultivo das uvas finas, porém sem descartar a necessidade de controle da doença nas fases fenológicas mais suscetíveis.

5 ARTIGO C

PREVISÃO DE COLHEITA DE UVAS EM FUNÇÃO DE SUA EXIGÊNCIA EM GRAUS-DIA NO PARANÁ

5.1 RESUMO

Resumo: A época da colheita da uva pode ser determinante para a rentabilidade dos viticultores e também pode influir diretamente na qualidade da produção. Assim, o objetivo desse trabalho foi estimar a época de colheita de uvas com base em sua exigência em graus-dia (GD), em diferentes épocas de podas e no risco de geadas no estado do Paraná como também levantar os volumes comercializados no CEASA-PR. Com base nas séries de dados de temperaturas máximas e mínimas de 21 estações convencionais do IAPAR com período de 1976 a 2010, foram avaliados os riscos de geadas e a soma térmica para completar cada ciclo de produção nas diversas regiões do estado. Verificou-se que a ocorrência de geadas é um fator de restrição para a poda da cultura da videira nas regiões mais altas e de maior latitude. Para as uvas com baixa exigência de graus-dia, entre 1.000 e 1.050 GD, como a 'BRS Rúbea' e 'Vênus', observa-se no noroeste do estado a possibilidade de colheita a partir do segundo decêndio de setembro quando a poda de inverno é realizada em 05 de julho, com a possibilidade de comercialização em época de pouca oferta da fruta. Nessa mesma região, variedades mais exigentes em graus-dia, como a Itália e suas mutantes, seriam colhidas entre o primeiro e o segundo decêndio de novembro. Para as regiões mais frias, centro, sul e leste, o risco de geada no mês de julho é alto, e a poda nesse período pode resultar em queima das brotações novas e prejuízo às videiras. Assim, nessas regiões, as variedades com menor exigência em graus-dias, podadas a partir de 25 de agosto, seriam colhidas no mês de janeiro e as com maiores exigências somente no mês de maio.

Palavras-chave: *Vitis* sp. Comercialização. Geada. Poda.

POTENCIAL HARVEST FORECAST OF GRAPES ACCORDING TO THEIR DEMAND OF DEGREE-DAYS IN PARANA

Abstract: The grapes harvest time can be crucial to the profitability of growers and also directly influence the quality of production. The objective of this study was to estimate the harvest season of grapes based on their degree-days (DD) requirement, pruning time and frost risks in the state of Parana and also measure the volumes traded in CEASA-PR. Based on the data sets of maximum and minimum temperatures of 21 conventional stations of IAPAR, during the period of 1976 to 2010, we assessed the risk of frost and heat sum to complete each cycle of production in various regions of the state. It was found that the occurrence of frost is a limiting factor for the pruning of vineyards in the regions of higher altitude and greater latitude. For grapes with low demand of degree-days, between 1,000 and 1,050 DD, such as 'BRS Rúbea' and 'Venus'. In the northwest of the state it is

possible to harvest from September 11 when winter pruning is performed on July 5, making possible the commercialization of grapes in times of short supply in the market. In this same region, varieties with higher degree-days requirement, such as 'Italia' and its mutants (1,800 DD) would be harvested between November 1st and November 20. For the colder regions (center, south and east), the risk of frost in the month of July is high, and pruning during this period may result in shooting injuries and grapevine damages. Thus, in these regions, varieties with low demand on degree-days, pruned from August 25, would be harvested in January and those with high demand, only in the month of May.

Keywords: *Vitis* sp. Commercialization. Frost. Pruning.

5.2 INTRODUÇÃO

A previsão da época da colheita ou a estimativa do desenvolvimento da cultura em função das condições climáticas auxilia de forma direta no planejamento e acompanhamento da cultura. Em particular, o uso do conceito de graus-dia e graus-dia acumulados permite a realização de aplicações tais como escolha de material genético compatível com o regime térmico local, planejamento de épocas de plantio, estimativa de épocas de colheita e estimativa do potencial de infestação por pragas (CARAMORI, 2006).

O conceito de graus-dia baseia-se no fato de que a taxa de desenvolvimento de uma espécie vegetal está relacionada à temperatura do meio, assumindo que existe uma temperatura base na qual ou abaixo dela, a planta não se desenvolve, e se o fizer é em escala muito reduzida (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). Para a videira tem sido utilizado 10°C como temperatura base (HIDALGO, 1980).

O conhecimento do comportamento fenológico da videira em função de sua exigência em graus-dia permite conhecer o desenvolvimento da cultura, determinando-se o período de cada fase desse desenvolvimento, o que possibilita racionalização e otimização de práticas culturais (MANDELLI et al., 2004). Esse conhecimento possibilita ao viticultor prever o desenvolvimento da cultura e as épocas em que será necessária maior demanda de mão-de-obra e tratos culturais (MULLINS; BOUQUET; WILLIAMS, 1992).

A viticultura é uma atividade de alta demanda de mão-de-obra. A determinação dos graus-dia permite estimar a duração das fases fenológicas e do ciclo poda-colheita das videiras, favorecendo um melhor planejamento das atividades agrícolas (SANTOS et al., 2007). Esses conhecimentos permitem ao

viticultor obter a colheita de uma variedade coincidindo com a outra ou não, caso seja de seu interesse, podendo fazer um planejamento de quando será necessário disponibilizar maior mão-de-obra nas diferentes fases da cultura, tais como: podas, condução de brotos, desbrota, controle fitossanitário e colheita, otimizando, dessa forma, todo o processo produtivo.

O estado do Paraná, localizado entre 22 e 27°S de latitude, encontra-se em uma faixa de transição e de acentuada variabilidade climática, com variações de relevo e de solo que têm reflexos diretos sobre a temperatura, a evapotranspiração e o balanço hídrico local, sendo encontradas regiões com características tropicais e regiões de transição para climas temperados. Com exceção do litoral, as temperaturas no Paraná diminuem do norte para o sul e com o aumento da altitude. Embora o estado apresente saldo positivo no balanço hídrico anual para a maioria das regiões, existe uma grande variação na distribuição temporal e espacial da precipitação (IAPAR, 2011).

Essa diversidade climática permite o cultivo de diversas variedades de videira com desenvolvimento fenológico e exigência térmica distintas para cada região. Assim, o objetivo desse trabalho foi estimar as épocas de colheita de uvas com base em sua exigência em graus-dia, em diferentes épocas de podas e no risco de geadas no estado do Paraná como também levantar os volumes comercializados no CEASA-PR.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de 21 estações meteorológicas convencionais do IAPAR com períodos de observação de 1976 a 2010 nas diversas regiões do estado.

Para o risco de geadas foram utilizadas as séries históricas de temperatura mínima inferiores a 1°C, observadas no interior do abrigo meteorológico. Foram calculadas as probabilidades decendiais de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C com base na distribuição de extremos, obtendo-se uma equação de regressão. Frequência de geadas decendiais inferiores a 20% foram consideradas de baixo risco.

Para o cálculo de estimava de colheita, foram consideradas seis datas de poda das videiras definidas como época inicial da safra regular: 05/07,

15/07, 25/07, 05/08, 15/08 e 25/08. Foi definida como data apta à poda quando o risco de geada no decêndio seguinte fosse inferior a 20%.

Para o cálculo da data provável de colheita, foram considerados 9 ciclos produtivos baseados nas diferentes exigências em graus-dia entre a poda e a colheita de diversas variedades de uvas: 1.025, 1.275, 1.325, 1.375, 1.450, 1.525, 1.625, 1.850 e 2.100 graus-dia (CAMARGO; MANDELLI, 1993; PEDRO JÚNIOR et al., 1994; BOLIANI; PEREIRA, 1996; NAGATA et al., 2000; BRAGA et al., 2001; MURAKAMI et al., 2002; EMBRAPA UVA E VINHO, 2003a e 2003b; ROBERTO et al., 2004; EMBRAPA UVA E VINHO 2005a; ROBERTO et al., 2005; ROBINSON, 2006; SANTOS et al., 2007; SATO et al., 2008; CHAVARRÍA et al., 2009; LEÃO et al., 2009; BRIXNER et al., 2010 e RIBEIRO et al., 2010) (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Exigência em graus-dia da poda à colheita de variedades de uvas

Graus-dia	Variedades
1.000 a 1.050	BRS Rúbea e Venus
1.250 a 1.300	Bordô, Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Gewürztraminer, Isabel e Pinot Noir
1.300 a 1.350	Niagara Branca e Niagara Rosada
1.350 a 1.400	Concord, Gamay, Merlot e Riesling Itálico
1.450	BRS Clara, BRS Morena, Tannat e Thompson Seedless
1.500 a 1.550	BRS Linda, BRS Lorena, Cabernet Franc e Moscato Branco
1.600 a 1.650	Moscato Embrapa, Moscato Giallo e Trebbiano
1.700 a 2.000	Benitaka, Brasil, Itália e Rubi
2.100 a 2.200	Nero d'Avola, Palomino e Primitivo

O somatório de graus-dia (GD) desde a poda até a colheita foi calculado com as seguintes equações propostas por Villa Nova et al. (1972):

$$GD = (T_m - T_b) + (T_M - T_m)/2, \text{ para } T_m > T_b;$$

$$GD = (T_M - T_b)^2 / 2(T_M - T_m), \text{ para } T_m < T_b \text{ e}$$

$$GD = 0, \text{ para } T_b > T_M.$$

Em que: GD = graus-dia; T_M = temperatura máxima diária (°C); T_m = temperatura mínima diária (°C); T_b = temperatura base de 10°C.

As datas de colheita foram classificadas em decêndios prováveis de colheita. Utilizando as regressões ajustadas, foram mapeados os riscos de geadas e os decêndios prováveis de colheita com base no somatório de graus-dia em

função da latitude, longitude e altitude para todo o Paraná, com resolução de 90m, utilizando a base do SRTM - Shuttle Radar Topography Mission (MIRANDA, 2005).

Neste trabalho, optou-se somente pelo risco de geadas para a limitação de regiões de cultivo, porém outros riscos climáticos, como a umidade excessiva, são levados em consideração para a escolha da variedade a ser cultivada.

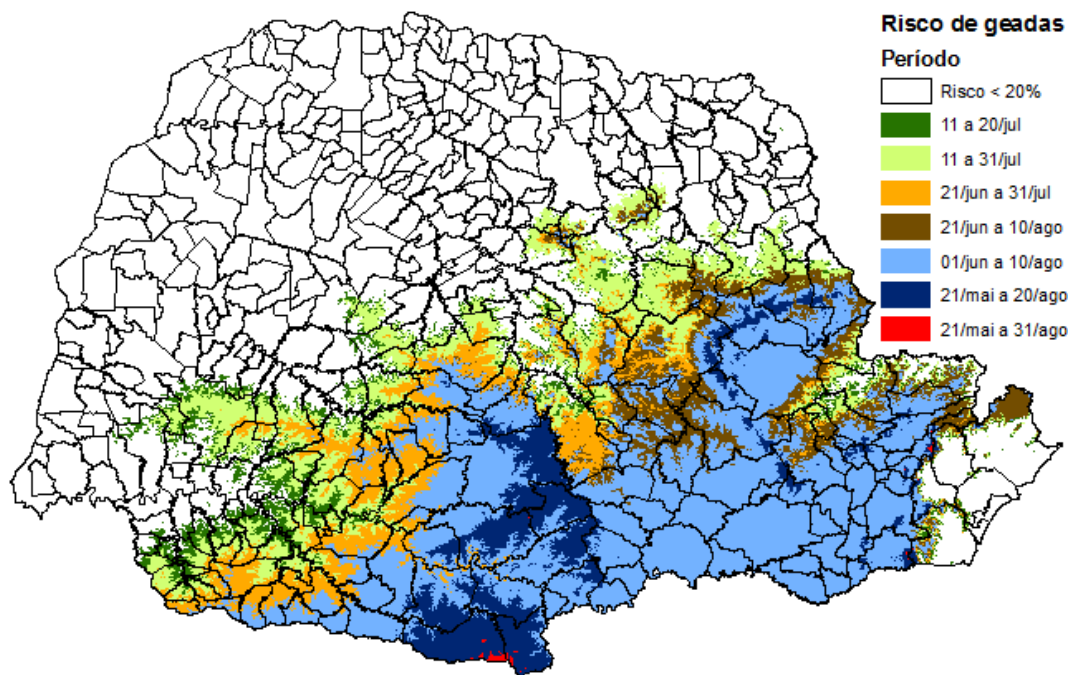
Em função dos dados obtidos, foram estimadas as épocas de colheita de uvas com base em sua exigência em graus-dia, em diferentes épocas de podas e nos riscos de geadas no estado do Paraná.

Adicionalmente, foram levantados os volumes comercializados (t) de uvas de mesa no CEASA, unidades de Curitiba, Londrina, Maringá, Foz do Iguaçu e Cascavel, no período de 2005 a 2010 para a determinação dos períodos de maior comercialização de uvas no estado.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O risco de geadas é o principal fator que limita o cultivo da videira durante todo o ano nas regiões frias do Paraná (Figura 5.1). Na região sul, nos municípios de Clevelândia e Palmas, o período de ocorrência de geadas vai de 21 de maio a 31 de agosto. Conforme diminui a latitude e a altitude, o período de ocorrência de geadas também é menor. No sudoeste e centro do estado, o período de risco vai de 11 a 31 de julho. Nas regiões sudoeste, oeste, noroeste, norte, Vale do Ribeira e litoral o risco de geada avaliado por decêndio é inferior a 20%.

Figura 5.1 – Épocas com risco superior a 20% de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C no Paraná



Com base no risco de geadas para a poda e no somatório de graus-dia, verificou-se a previsão de colheita de uvas em função de sua exigência térmica para as seis épocas de poda definidas (Figuras 5.2 a 5.10).

As épocas de poda mais precoces resultaram em antecipação de colheita, porém o risco de geadas inviabilizou essa prática nas regiões onde o risco foi elevado. Nas podas em julho, as regiões centro, sul e leste apresentaram risco alto de geadas. Em agosto, a primeira época de poda (05/08) apresentou alto risco nas regiões sul e leste, na segunda época (15/08) somente áreas de maior altitude nessas regiões e na última época o risco é baixo em todo o estado. A época de poda depende de vários fatores, entre os quais a cultivar, o tamanho do vinhedo, a topografia do terreno (riscos de geadas tardias), a disponibilidade de mão-de-obra qualificada, a concorrência com outras atividades na propriedade, a umidade do solo e os objetivos da produção (indústria e mesa) (EMBRAPA UVA E VINHO, 2003a).

Figura 5.2 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.000 a 1.050 graus-dia em função das épocas de poda

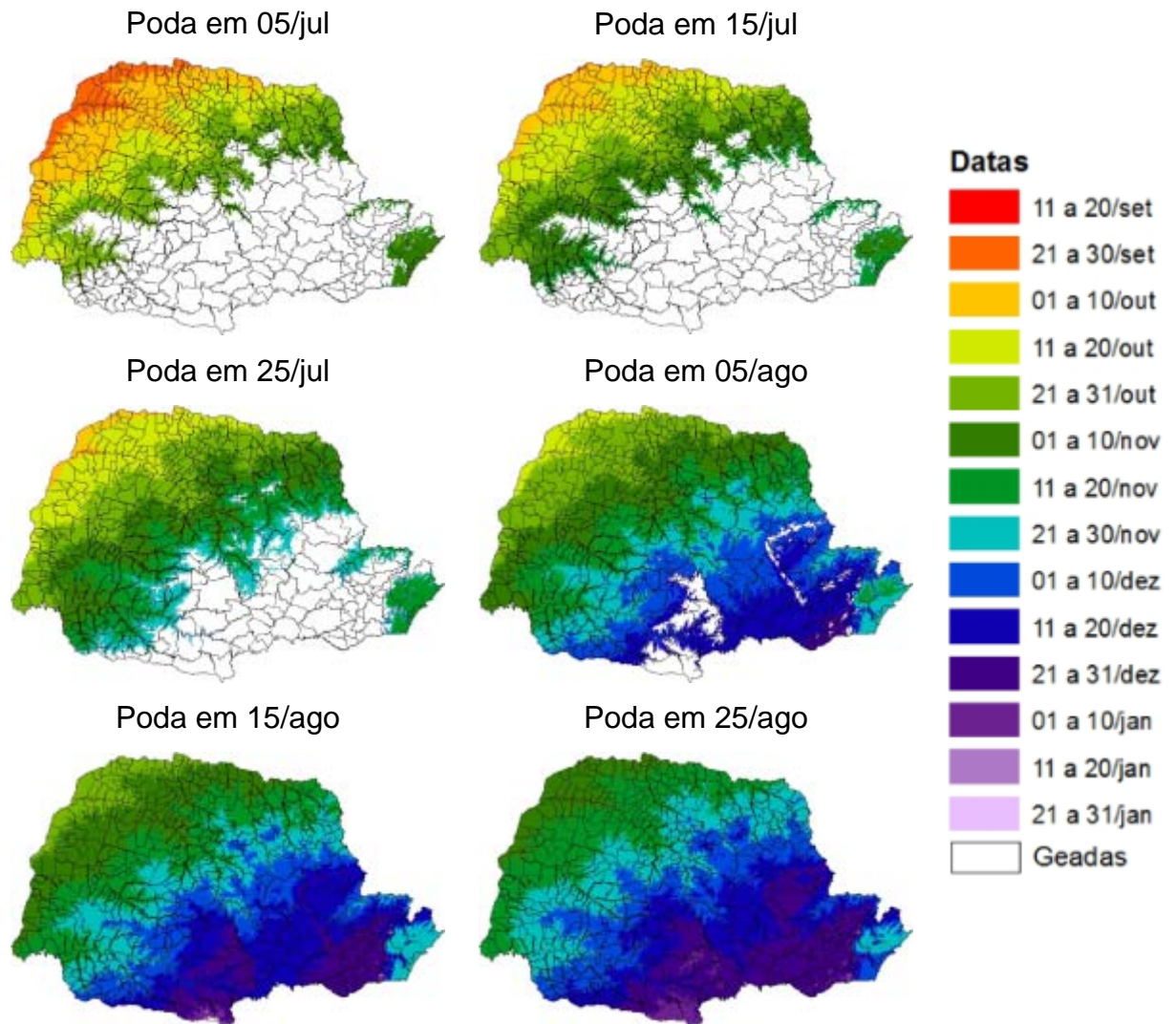


Figura 5.3 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência de 1.250 e 1.300 graus-dia em função das épocas de poda

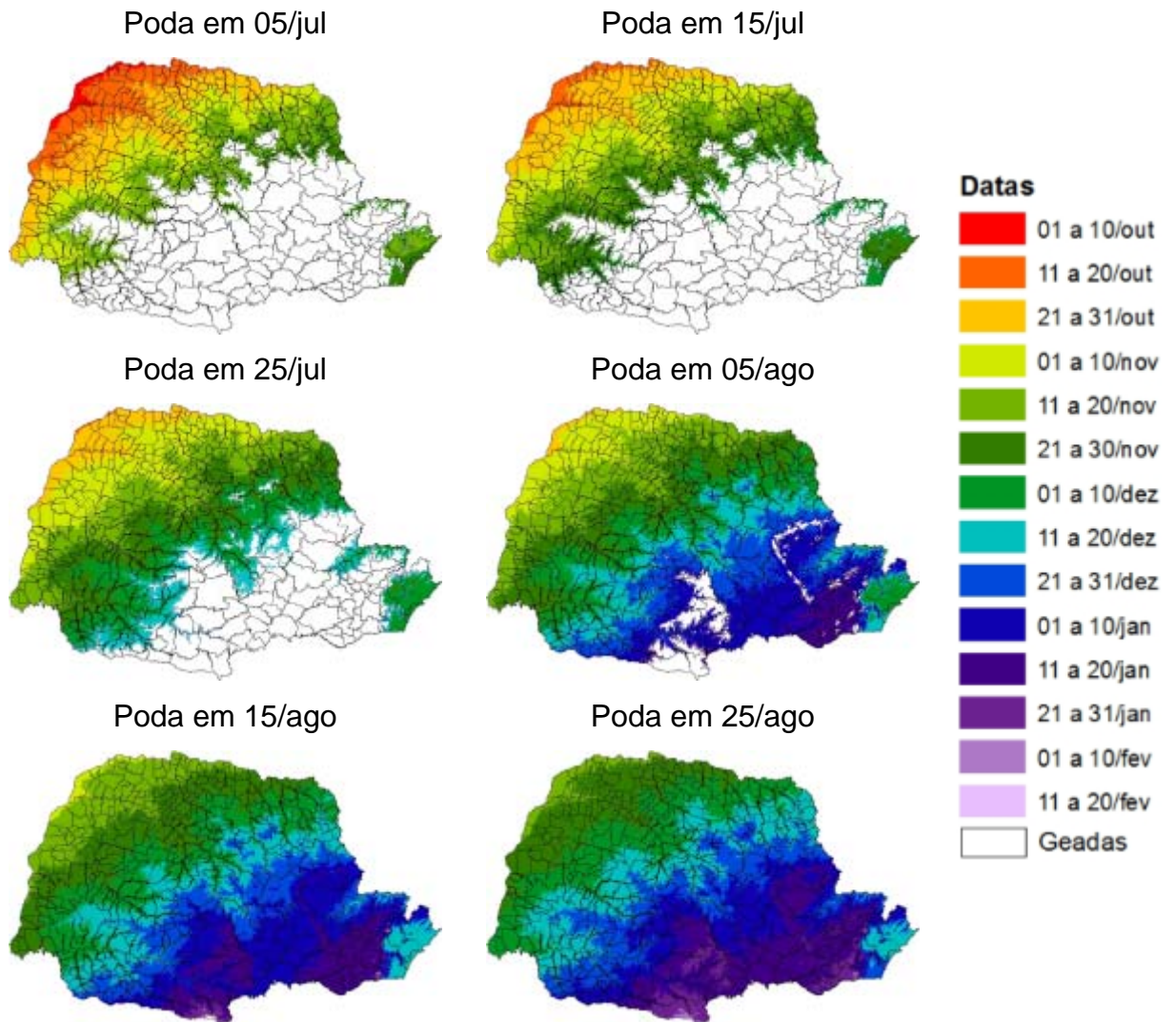


Figura 5.4 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.300 a 1.350 graus-dia em função das épocas de poda

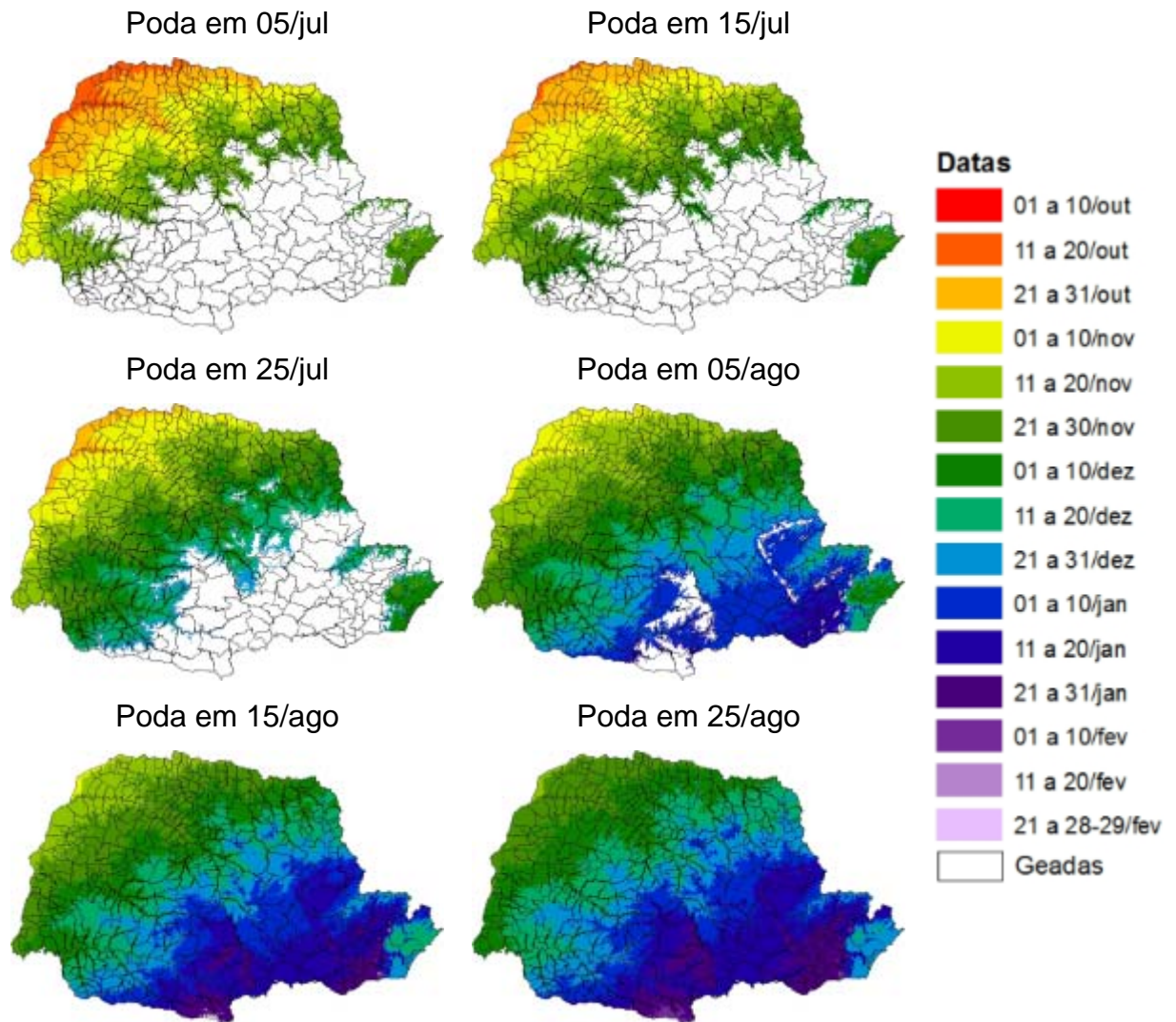


Figura 5.5 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.350 a 1.400 graus-dia em função das épocas de poda

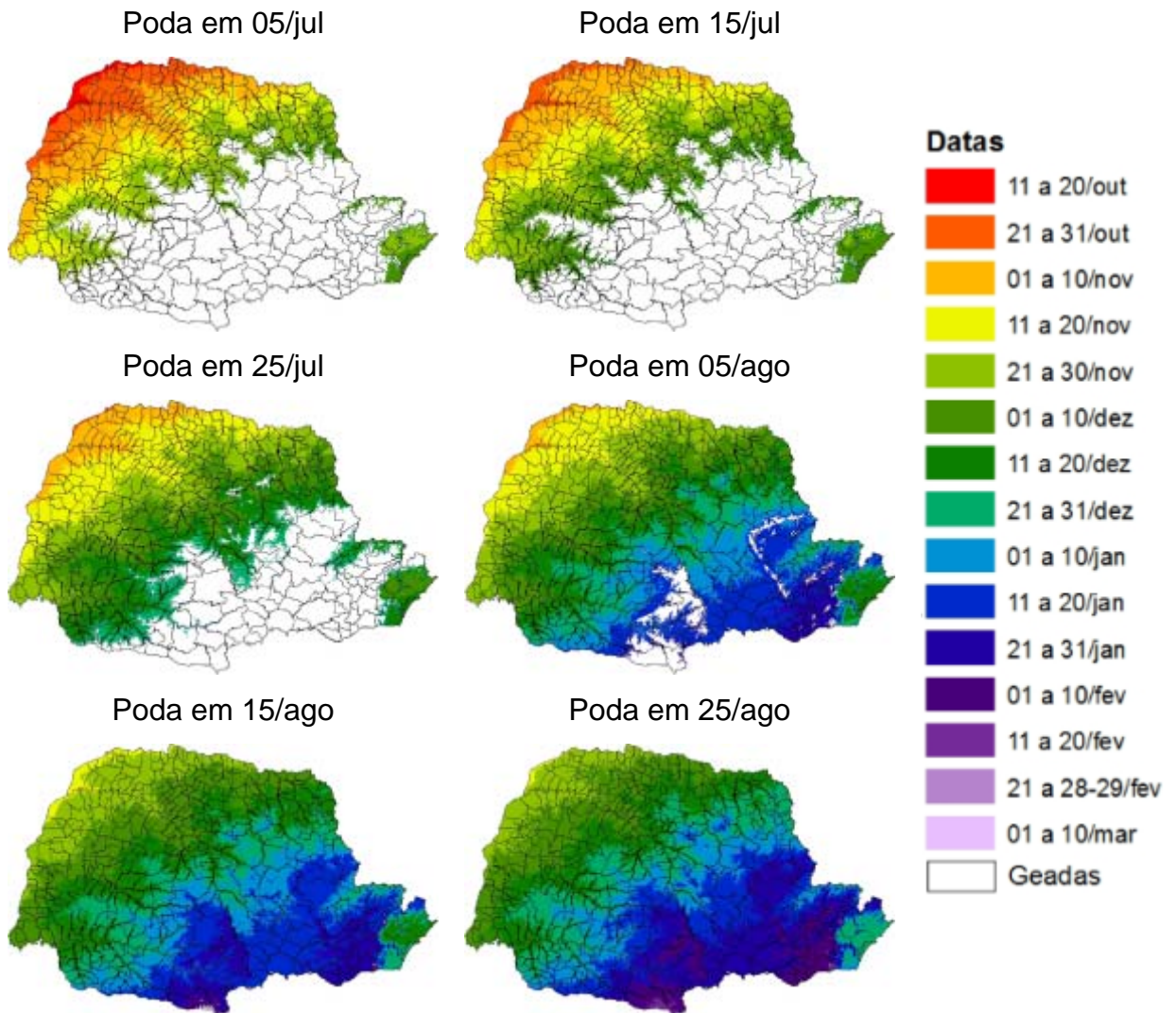


Figura 5.6 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência de 1.450 graus-dia em função das épocas de poda

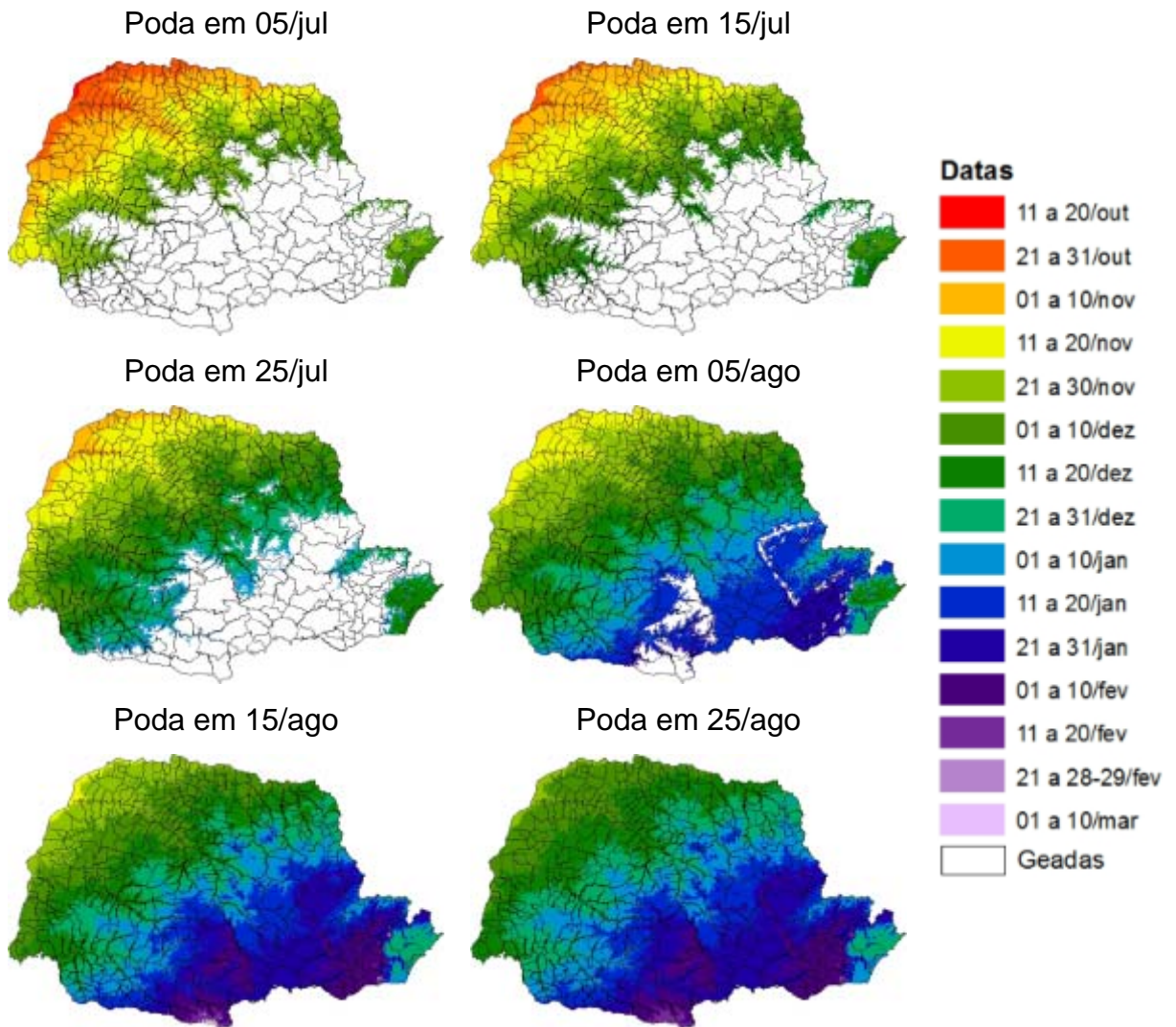


Figura 5.7 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.500 e 1.550 graus-dia em função das épocas de poda

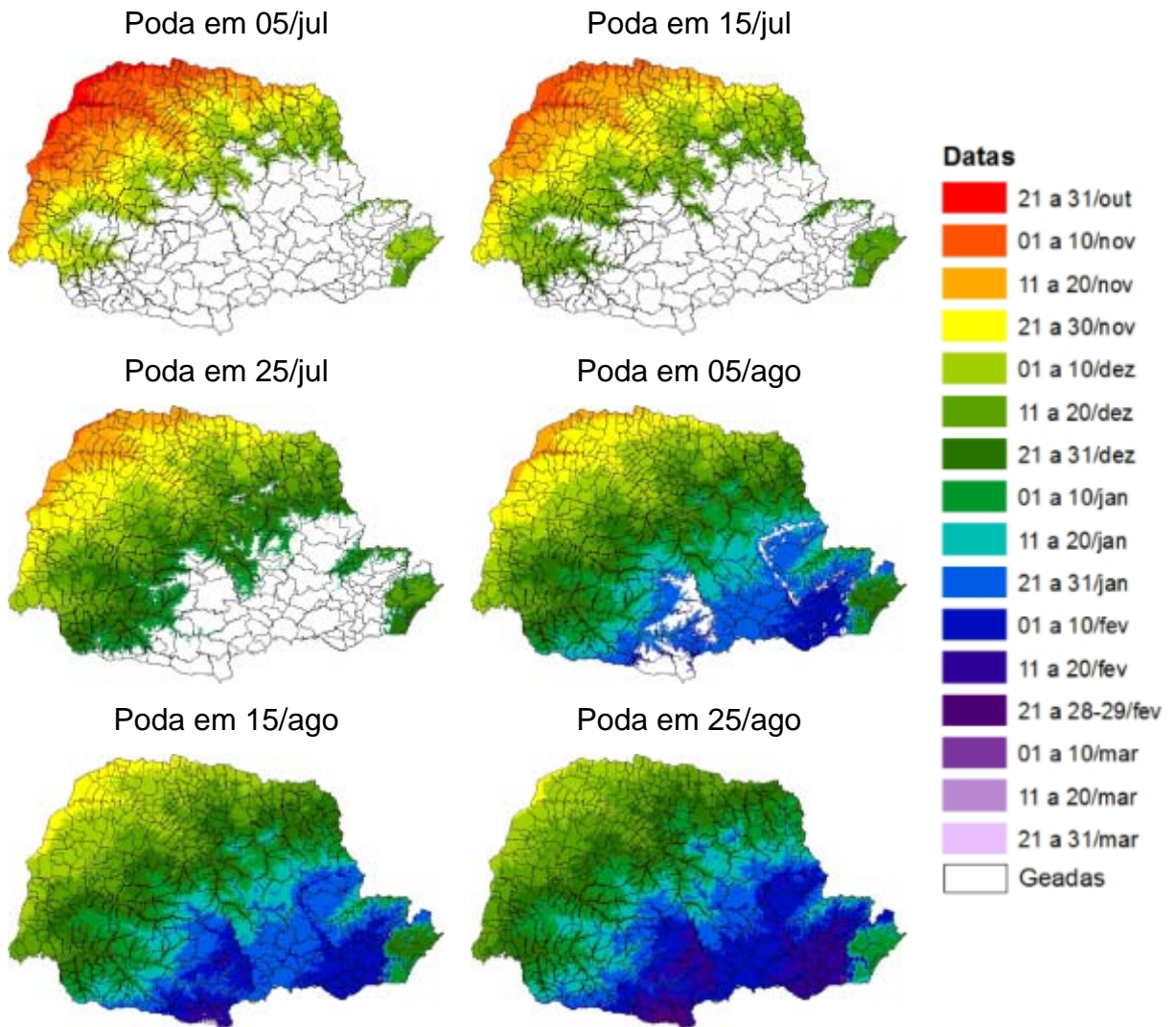


Figura 5.8 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.600 e 1.650 graus-dia em função das épocas de poda

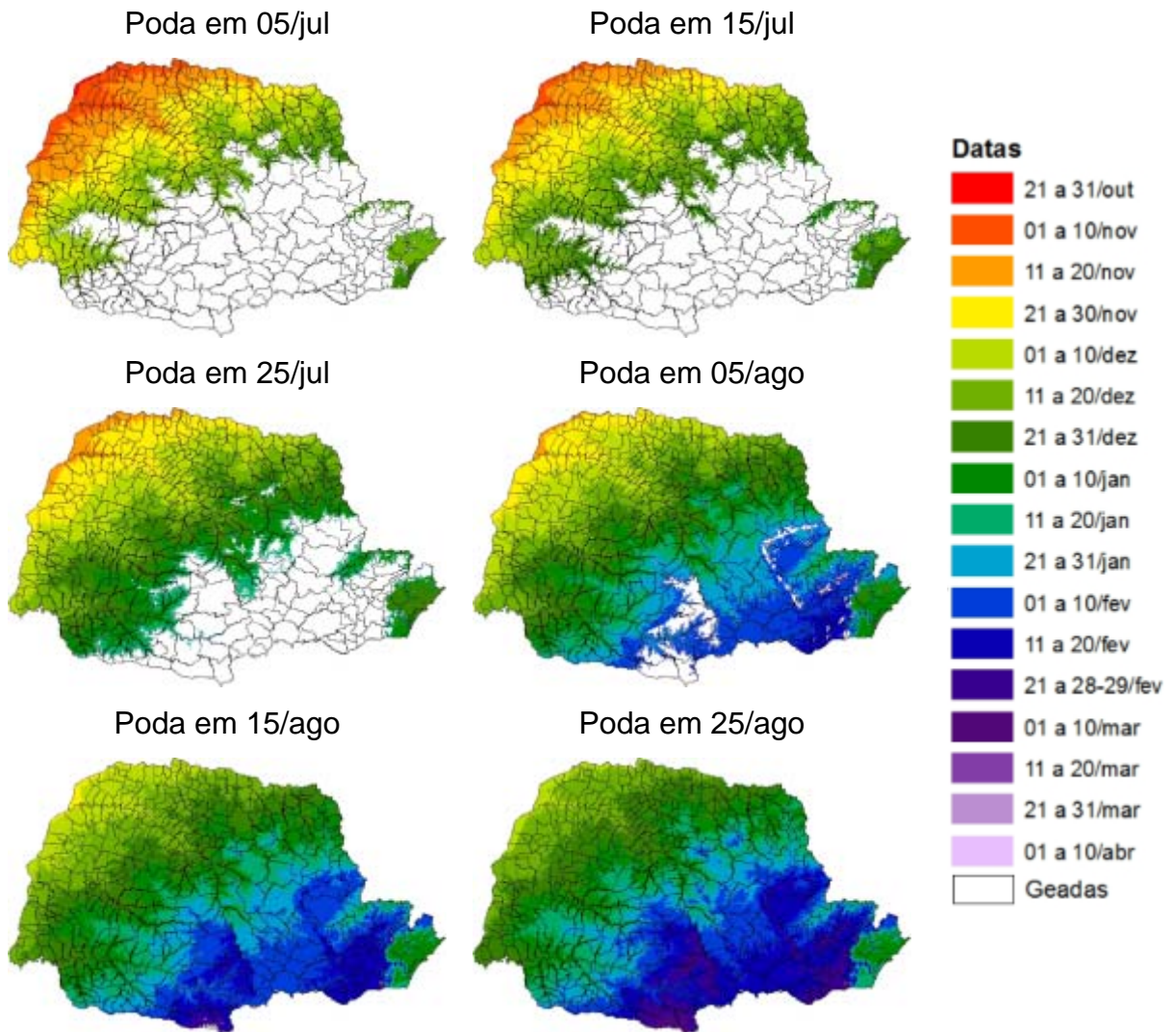


Figura 5.9 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência entre 1.700 e 2.000 graus-dia em função das épocas de poda

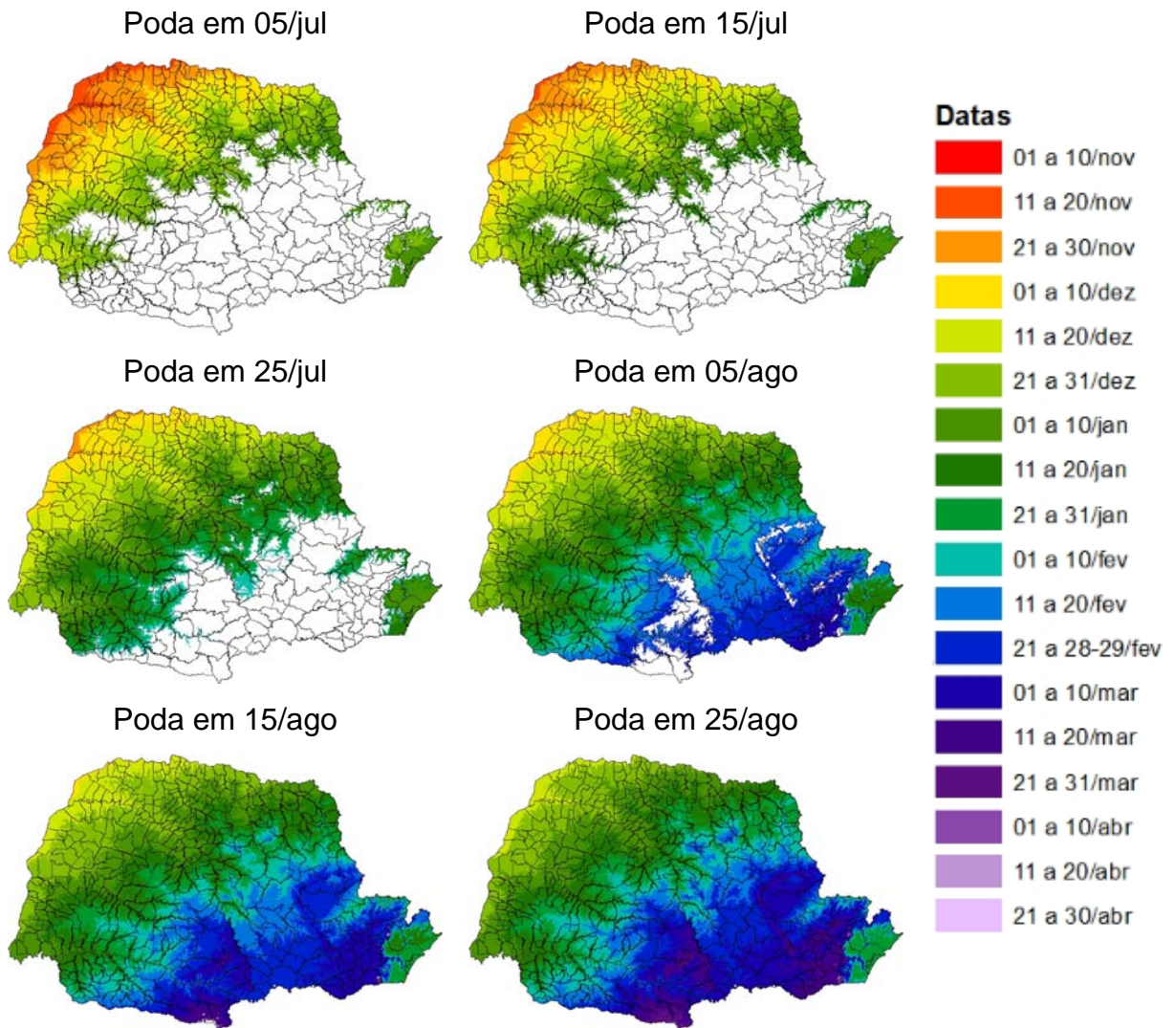
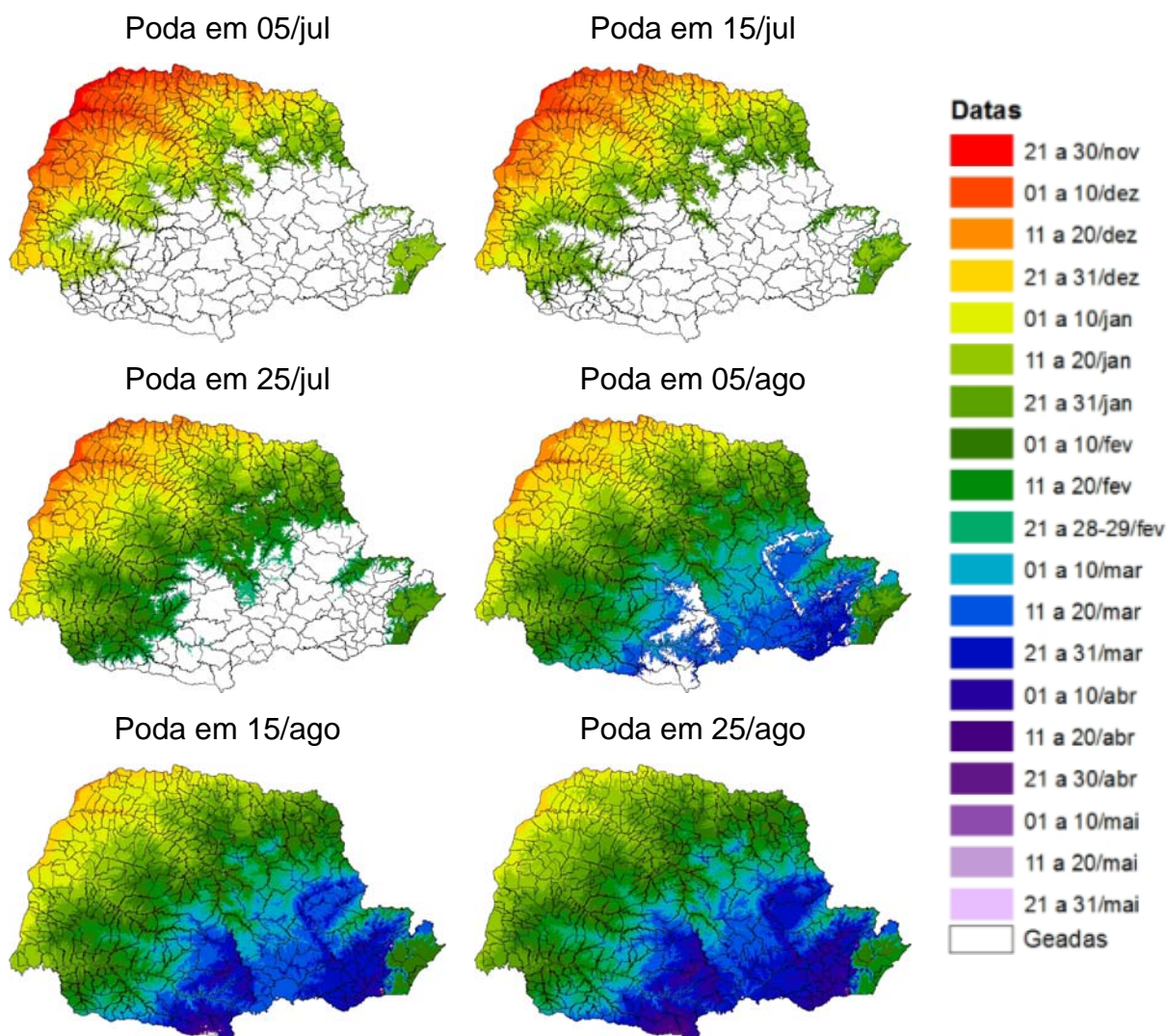


Figura 5.10 – Decêndio provável de colheita para as variedades com exigência acima de 2.000 graus-dia em função das épocas de poda



A ampla gama de variedades de videiras disponíveis permite que os viticultores possam escolher seus materiais de forma a atender as expectativas em relação ao produto final a oferecer, sejam uvas para processamento ou frutas frescas para consumo.

Para as uvas com baixa exigência de graus-dia, entre 1.000 e 1.050 graus-dia, como a BRS Rúbea e Vênus, observou-se no noroeste do estado a possibilidade de colheita a partir do segundo decêndio de setembro quando a poda de inverno foi realizada em 05 de julho, com a possibilidade de comercialização em época de pouca oferta da fruta (Figura 5.2). Nessa mesma região, variedades mais exigentes em graus-dia, como a Itália e suas mutantes, seriam colhidas entre o primeiro e o segundo decêndio de novembro (Figura 5.9).

Na região norte, a realização da poda de inverno em 15 de julho em cultivares com exigência entre 1.700 e 2.000 graus-dia, como a Itália e suas mutações, resultaram em colheitas até dezembro (Figura 5.9), possibilitando ainda a realização da poda de verão para produção fora de época.

Para as regiões mais frias, o risco de geada no mês de julho é alto, e a poda nesse período pode resultar em queima das brotações novas e prejuízo às videiras. Assim, nessas regiões, as variedades com menor exigência em graus-dia, podadas a partir de 25 de agosto, seriam colhidas no mês de janeiro (Figura 5.2) e as com maiores exigências somente no mês de maio (Figura 5.10), dificultando a poda de verão para obtenção da produção fora de época devido aos riscos climáticos existentes.

A possibilidade de dupla safra anual não necessariamente indica a necessidade do cultivo em duas épocas, mas também a possibilidade de uma safra a mais em época com melhor preço quando a oferta de uvas finas de mesa é baixa, por exemplo, ou que traga benefícios por meio do deslocamento da produção para um período em que as condições climáticas sejam mais favoráveis, como em uvas finas para vinificação (JUBILEU et al., 2010).

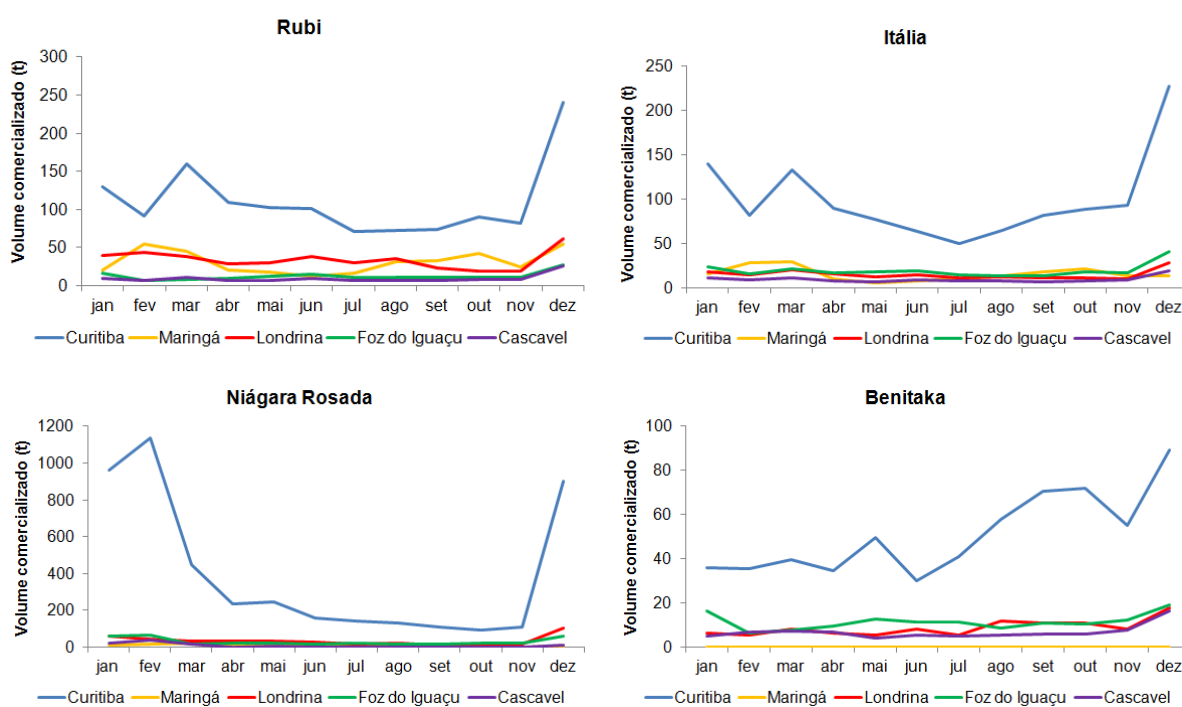
Além disso, novas tecnologias aplicadas aos sistemas de produção de uvas finas de mesa podem antecipar a época de colheita. Yamamoto et al. (2011) observaram que o uso da cobertura plástica permite a antecipação da colheita em relação ao sombrite da videira 'BRS Clara' no Norte do Paraná.

Deve-se atentar para o fato de que o conceito de graus-dia leva em conta somente o fator térmico, não se considerando o efeito de outros fatores ambientais sobre o crescimento vegetal (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). Braga (1995) destaca que esse conceito compreende um valor numérico aproximadamente constante para cada estágio fenológico, e pela somatória dos valores diários, determinando-se quando esse estágio fenológico está completo. Smart e Coombe (1983) observaram que uma irrigação excessiva atrasa a maturação em decorrência do crescimento contínuo e excessivo dos ramos. Por outro lado, o estresse hídrico acelera a maturação.

Na Figura 5.11 são apresentados os volumes mensais comercializados das principais cultivares de uva nas unidades do Ceasa no Paraná. Para as uvas 'Itália' e 'Rubi', os maiores volumes comercializados são observados em dezembro, janeiro e março para o CEASA de Curitiba, que apresenta o maior

volume total de comercialização. Para essas uvas, observam-se em Maringá os maiores volumes em fevereiro e março, de agosto a outubro e dezembro. Para a uva ‘Niágara Rosada’, os maiores volumes são observados no período de janeiro a março e para a ‘Benitaka’ de agosto a dezembro e em maio.

Figura 5.11 – Volumes comercializados (t) das uvas Rubi, Itália, Niágara Rosada e Benitaka nas unidades de Curitiba, Londrina, Maringá, Foz do Iguaçu e Cascavel do CEASA no Paraná de 2005 a 2010 (CEASA, 2011)



Os períodos com grandes volumes comercializados tendem a ser os de preços mais baixos, por isso deve-se procurar produzir nessas janelas de menor volume comercializado. SATO et al. (2004) analisaram os índices sazonais médios de preços da uva fina no estado de São Paulo no período de 1995 a 2002 e observaram que estes atingem o pico máximo nos meses de abril e novembro. Em junho o índice atinge o menor patamar devido à entrada da safra proveniente do estado do Paraná e de dezembro a março, período da safra paulista, também observa-se queda.

Com base nos resultados gerados nesse trabalho, é possível para cada região do Paraná estimar as épocas de colheita das diversas variedades de uvas em função de sua exigência em graus-dia e nos riscos climáticos existentes,

buscando garantir a rentabilidade e a sustentabilidade desse importante setor agrícola do estado.

5.5 CONCLUSÕES

Para as uvas com baixa exigência de graus-dia, entre 1.000 e 1.050 graus-dia, como a BRS Rúbea e Vênus, observa-se no noroeste do estado a possibilidade de colheita a partir do segundo decêndio de setembro quando a poda de inverno é realizada em 05 de julho, com a possibilidade de comercialização em época de pouca oferta da fruta. Nessa mesma região, variedades mais exigentes em graus-dia, como a Itália e suas mutantes (1.800 graus-dia), seriam colhidas entre o primeiro e o segundo decêndio de novembro.

Para as regiões mais frias, centro, sul e leste, o risco de geada no mês de julho é alto, e a poda nesse período pode resultar em queima das brotações novas e prejuízo às videiras. Assim, nessas regiões, as variedades com menor exigência em graus-dia, podadas a partir de 25 de agosto, seriam colhidas no mês de janeiro e as com maiores exigências somente no mês de maio.

6 ARTIGO D

POTENCIAL CLIMÁTICO PARA PRODUÇÃO DE UVAS VINÍFERAS NO ESTADO DO PARANÁ

6.1 RESUMO

Resumo: O Paraná é o quarto estado maior produtor de uvas do país e o cultivo de uvas finas para vinificação encontra-se em expansão em diversas regiões do estado. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o potencial de produção de uvas viníferas com base no Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola para o Paraná. Utilizando uma base de dados constituída de com 21 estações climatológicas do IAPAR e 455 estações pluviométricas do Instituto das Águas do Paraná com 30 anos, foram gerados os índices climáticos: Índice Heliotérmico (IH), Índice de Frio Noturno (IF) e Índice de Seca (IS) para os períodos de outubro a março e abril a setembro. De acordo com os resultados, o Paraná apresenta regiões que se enquadram em grupos climáticos de diversas regiões tradicionais de elaboração de vinhos finos no mundo, indicando potencial para a expansão da vitivinicultura no estado. Os tipos climáticos, associados à latitude, geram a possibilidade de deslocamento da produção nas regiões oeste, norte e noroeste, possibilitando a produção de uvas de melhor qualidade para vinificação no outono-inverno, devido ao índice de frio noturno mais favorável e ao menor volume de chuvas. Nas regiões mais frias do estado, centro, sul e leste, somente é possível a obtenção de um ciclo produtivo, pois o risco de geada não permite a exploração de uvas em épocas diferentes.

Palavras-chave: Zoneamento climático. *Vitis vinifera*. Qualidade.

CLIMATIC POTENCIAL OF GRAPEVINE PRODUCTION FOR WINEMAKING IN THE STATE OF PARANA

Abstract: Paraná is the fourth largest producer of grapes in Brazil and cultivation of fine grapes for winemaking is expanding in several regions of the this state. The objective of this study was to characterize the potential for production of wine grapes based on Multicriteria Climatic Classification System Grape-Growing Regions Worldwide for the state. Using a database of 21 stations of IAPAR and 455 rainfall stations of the Water Institute of Parana with 30 years of daily observation, the following climate indices were generated: Heliothermal Index (HI), Cool Night Index (PI) and Dryness Index (SI), for the periods from October to March and April to September. According to the results, Parana has regions that fit into several climatic groups regions of traditional production of fine wines in the world, indicating a potential for expansion of viticulture in the state. The weather types associated with latitude generate the possibility of displacing production in the west, north and northwest, enabling the production of grapes with better quality for winemaking in the autumn-winter, due to cold night index more favorable and less rainfall. The colder regions of the state in the central, south and east, it is only possible to obtain one production cycle, because the risk of frost does not allow the exploitation of grapes at different seasons during the year.

Keywords: Climatic zoning, *Vitis vinifera*, quality.

6.2 INTRODUÇÃO

A vitivinicultura é uma atividade economicamente importante no mundo. A área, produção e produtividade mundial de uvas em 2009, foram de 7.598.570 ha, 67,56 milhões de t e 8.891 kg/ha, respectivamente, sendo produzidos 26,68 bilhões de litros de vinho (FAO, 2011). No Brasil, a área total de uva no ano de 2010 ocupou 81.275 ha, com produção de 1.351.160 t e rendimento médio de 16.625 kg/ha (IBGE, 2011).

A viticultura brasileira se concentra nas regiões sul, sudeste e nordeste, sendo o Rio Grande do Sul, Pernambuco, São Paulo, Paraná, Bahia, Santa Catarina e Minas Gerais, em ordem decrescente, os principais estados produtores. No Paraná, a área total de uva, no ano de 2010, ocupou 5.969 hectares, com uma produção de 103.394 t e rendimento médio de 17.322 kg/ha (IPARDES, 2011).

Da área total do estado, 60% são ocupadas por uvas de mesa, representando 79% da produção total do Estado. As uvas para processamento ocupam 40% da área e representam 21% da produção total do Paraná. As variedades produzidas no estado são na maioria uvas finas de mesa e uvas rústicas, tanto para mesa quanto para processamento. A produção de vinho no estado está baseada nas uvas rústicas e a participação das uvas finas para a produção de vinhos encontra-se em expansão (SEAB, 2011).

O tempo e o clima exercem grande influência na cultura da videira, delimitando sua adaptabilidade em diferentes regiões. A videira é cultivada entre as latitudes 34° S e 49° N, sendo que a espécie *Vitis vinifera* adapta-se melhor em áreas de verão longo e seco e de invernos brandos. Verifica-se, contudo, que ela é cultivada em inúmeros tipos climáticos do mundo, o que comprova sua adaptação a diferentes condições (THOMÉ et al., 1999). Porém, cada local tem sua peculiaridade em termos de solo, clima e tecnologia de produção que leva a produtos específicos que dificilmente terão os mesmos resultados em outras regiões.

O Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola (CCM) foi desenvolvido para melhor caracterizar o clima vitícola das regiões produtoras de vinho no mundo. Considerando a especificidade da produção vitivinícola, a geoviticultura aplicada ao clima permite identificar e comparar o clima vitícola das regiões, caracterizar sua variabilidade mundial e estabelecer grupos

climáticos de regiões produtoras, apresentando certa similaridade de potencial climático (MARIN et al., 2008). O Sistema CCM Geovítica tem se mostrado uma ferramenta valiosa para o uso dos dados climáticos da região e sua interpretação na viticultura, permitindo a comparação com outras regiões (POMMER et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi caracterizar o potencial de produção de uvas viníferas com base no Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovítica para o estado do Paraná.

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

Para o zoneamento de áreas para produção de uvas viníferas no Paraná, foi utilizado o sistema de Classificação Climática Multicritério Geovítica - Sistema CCM (TONIETTO; CARBONNEAU, 2004).

Utilizando uma base de dados do estado do Paraná, constituída de com 21 estações climatológicas do IAPAR e 455 estações pluviométricas do Instituto das Águas do Paraná com 30 anos de dados, foram gerados para todo o estado os seguintes índices climáticos do Sistema CCM Geovítica para os períodos de produção outubro-março e abril-setembro:

a) Índice Heliotérmico (IH):
$$IH = \sum_{IC}^{FC} \frac{[(T - 10) + (Tx - 10)]}{2} \cdot d$$

em que: T é a temperatura média do ar (°C), Tx é a temperatura máxima do ar (°C), d é um coeficiente relacionado ao fotoperíodo, de valor igual a 1,0 para latitudes inferiores a 40°. IC e FC são, respectivamente, as datas de início e fim do ciclo produtivo;

b) Índice de Frio Noturno (IF):
$$IF = Tn_{mf}$$

em que: Tn_{mf} é a temperatura mínima do ar (média das mínimas) (°C) do último mês do ciclo de produção;

c) Índice de Seca (IS):
$$IS = Wo + P - Tv - Es$$

em que: Wo é a reserva hídrica inicial útil do solo (mm), P é a precipitação pluviométrica (mm), Tv é a transpiração potencial do vinhedo (mm) e Es é a evaporação direta a partir do solo (mm).

d) Transpiração potencial do vinhedo (Tv):
$$Tv = ETP \cdot k$$

em que: k é o coeficiente que expressa a radiação absorvida pelas videiras ($k = 0,1$ para o primeiro mês, $0,3$ para o segundo mês, e $0,5$ para os demais meses de produção) (TONIETTO; CARBONEAU, 2004); ETP é a evapotranspiração de referência estimada conforme PENMAN (1948), sendo que neste trabalho utilizou-se a ETP estimada por Camargo et al. (1999).

e) Evaporação direta do solo (E_s):
$$E_s = \frac{ETP}{N}(1 - k)JPm$$

em que: N é o número de dias do mês e JPm é o número de dias do mês de evaporação efetiva do solo, estimado dividindo-se o valor precipitação mensal por 5, que deve ser inferior ou igual a N .

Para a classificação climática multicritérios geovitícola do Paraná, cada índice foi enquadrado em classes conforme a Tabela 6.1 e comparado com outras regiões produtoras de vinhos finos, utilizando a base de dados da EMBRAPA UVA E VINHO (2011).

Tabela 6.1 – Intervalo de classes dos índices climáticos vitícolas do Sistema de Classificação Climática Multicritério Geovitícola (EMBRAPA UVA E VINHO, 2011)

Índices climáticos vitícolas	Classes do clima	Sigla	Intervalo de classe
Índice de Seca (IS, mm)	Úmido	IS-2	$150 < IS$
	Subúmido	IS-1	$50 < IS \leq 150$
	De seca moderada	IS+1	$-100 < IS \leq 50$
	De seca forte	IS+2	$IS \leq -100$
Índice Heliotérmico (IH)	Muito frio	IH-3	$IH \leq 1500$
	Frio	IH-2	$1500 < IH \leq 1800$
	Temperado	IH-1	$1800 < IH \leq 2100$
	Temperado quente	IH+1	$2100 < IH \leq 2400$
	Quente	IH+2	$2400 < IH \leq 3000$
	Muito quente	IH+3	$3000 < IH$
Índice de Frio Noturno (IF, °C)	De noites quentes	IF-2	$18 < IF$
	De noites temperadas	IF-1	$14 < IF \leq 18$
	De noites frias	IF+1	$12 < IF \leq 14$
	De noites muito frias	IF+2	$IF \leq 12$

Foi calculada também a temperatura média no período de crescimento de outubro a março e de abril a setembro para as estações climatológicas do IAPAR, e utilizada a classificação de maturação proposta por Jones (2006) para relacionar com as regiões onde se produzem vinho de excelente qualidade, a saber: temperatura média durante a estação de crescimento: frio, de 13

a 15°C; intermediário, de 15 a 17°C; quente, de 17 a 19°C e muito quente, de 19 a 24°C.

Foram ajustadas equações de regressão e mapeados o IH, IF e a temperatura média durante o período de crescimento em função da latitude, longitude e altitude para todo o Paraná, com resolução de 90m, utilizando a base do SRTM - Shuttle Radar Topography Mission (MIRANDA, 2005). Para o IS foi feita a interpolação por krigagem. Por álgebra de mapas, as classes de IH, IF e IS foram agrupadas em um mapa final.

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

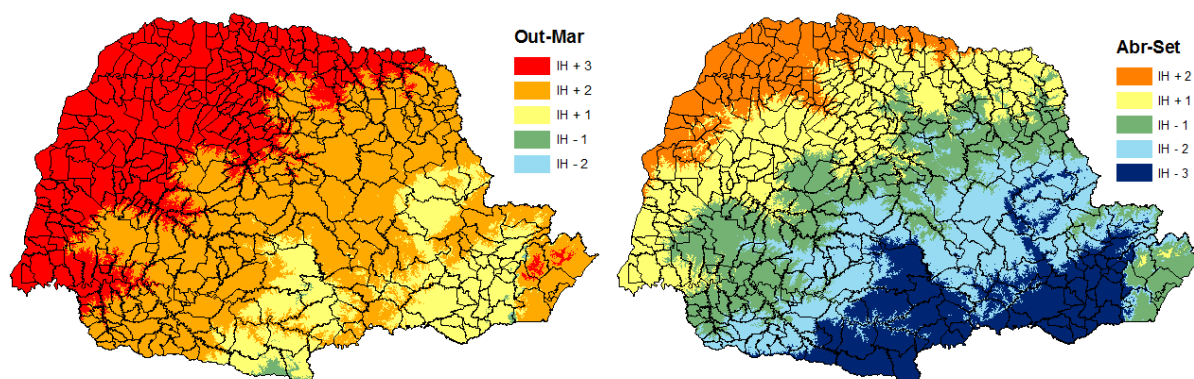
Quanto ao índice de seca (IS), tanto para o período de outubro-março quanto abril-setembro o índice foi classificado como úmido. De acordo com Tonietto e Carbonneau (2004), essa classe tem como característica a ausência de seca, com alto nível de disponibilidade hídrica e uma tendência de excesso em relação à qualidade, sendo normalmente as melhores colheitas em anos menos úmidos.

Esse resultado foi devido ao valor de 200 mm de reserva inicial dos solos utilizado na metodologia e também pela característica da precipitação no estado, onde em muitas regiões não se observa uma estação seca definida (PEREIRA et al., 2008).

No Estado de São Paulo, Marin et al. (2008) observaram que o período de produção de primavera-verão é classificado conforme o índice de seca (IS) como úmido (IS-2), dificultando a maturação das bagas e acentuando a susceptibilidade a infecções fúngicas. No outono-inverno, observaram que grande parte do Estado de São Paulo passa a ter uma classificação mais favorável à produção vitícola com seca moderada no norte e clima vitícola sub-úmido na faixa central.

Com relação ao índice heliotérmico (IH), no período de outubro-março (Figura 6.1), as regiões norte, noroeste e oeste são classificadas como muito quentes. As regiões sudoeste, centro, norte Pioneiro, Alto Ribeira e litoral são classificadas como quentes. Nas regiões mais altas do estado, no sul e leste, são classificadas como temperadas quentes com algumas regiões em Palmas e Clevelândia como temperadas.

Figura 6.1 – Índice Heliotérmico (IH) nos períodos de outubro-março e abril-setembro no estado do Paraná



No período de abril-setembro (Figura 6.1), não se observa no estado a classe muito quente. No sentido noroeste/sudeste, a combinação de latitude e altitude condiciona um gradiente entre as classes quente para a classe muito frio. Porém, nessa época, o risco de geadas nas regiões mais frias do estado restringe o cultivo da uva.

Segundo Tonietto e Carbonneau (2004), o índice IH-3 inclui todas as regiões que estão no limite térmico inferior da videira, onde só as variedades muito precoces atingem a maturidade, especialmente as variedades brancas (Muller-Thurgau, Pinot blanc, e Gewurztraminer). Assim, as uvas americanas ou híbridas são as mais recomendadas por serem mais resistentes ao frio que as viníferas. O índice IH-2 permite que mais variedades de uvas, brancas ou tintas, atinjam a maturação, incluindo Riesling, Pinot Noir, Chardonnay, Merlot e Cabernet Franc. O índice IH-1 inclui as variedades mais tardias, como Cabernet Sauvignon, Syrah e Ugni Blanc que podem igualmente atingir a maturação. Em zonas em que o índice é IH+1, não há restrição para amadurecerem todas as variedades cultivadas. O IH+2 é caracterizado por um potencial heliotérmico que excede o que as variedades precisam para amadurecer e o índice IH+3 não apresenta restrição para as uvas amadurecerem e em algumas regiões pode haver mais de uma colheita por ano.

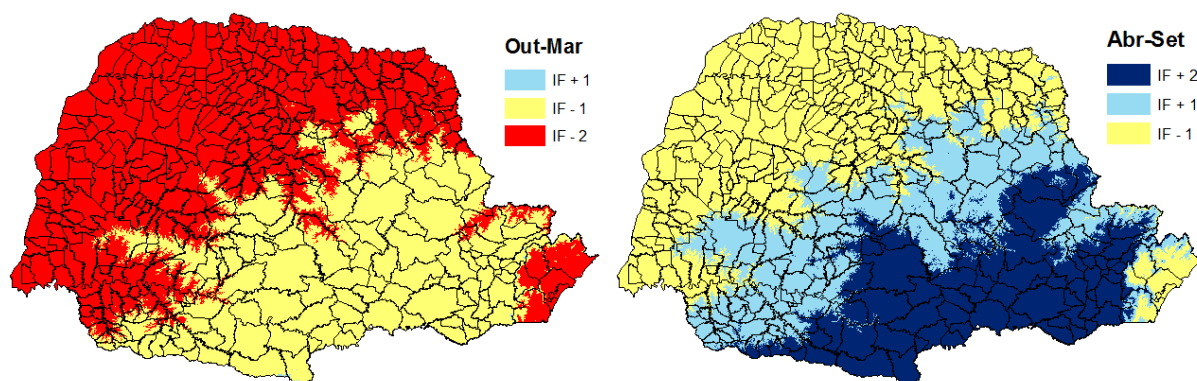
Em relação ao índice de frio noturno (IF) (Figura 6.2), no período de outubro-março, a maior parte do estado apresenta características de noites quentes. As regiões centro, sul e leste apresentam a classe de noites temperadas e somente em algumas áreas de maior altitude nessas regiões é encontrada a classe noites frias. No período de abril-setembro, as regiões mais quentes do estado apresentam

a classe de noites temperadas. Nas regiões sudoeste, centro e Alto Ribeira são encontradas noites frias e nas regiões sul e leste são noites muito frias. Brighenti e Tonietto (2004) encontraram a mesma condição de noites frias em São Joaquim, SC, que constitui o diferencial para outras regiões produtoras no Brasil.

O IF é um índice climático vitícola desenvolvido para estimar a condição nictotérmica associada ao período de maturação das uvas (TONIETTO; CARBONNEAU, 2004). Por meio das temperaturas mínimas noturnas, o índice é um indicador das características potenciais das regiões em relação aos metabólitos secundários (polifenóis, aromas, cor) nas uvas e vinhos.

Segundo Tonietto e Carbonneau (2004), em regiões de IF-2, todas as variedades de uva passam pelo período de crescimento até a maturação com altas temperaturas noturnas, o que pode afetar a cor da baga e o potencial aromático. Na classe IF-1, as variedades mais tardias vão amadurecer sob condições de temperatura mais baixa a noite que as variedades precoces. Em IF+1, as condições são mais frias do que na classe IF-1, de modo que um limiar máximo de noites com temperatura favorável ao amadurecimento não será ultrapassado para qualquer variedade. Em IF+2, as condições de temperatura a noite são baixas e os efeitos positivos dessas dependem, acima de tudo, de um potencial heliotérmico que poderia assegurar um bom nível de maturação das uvas de uma determinada variedade.

Figura 6.2 – Índice de Frio Noturno (IF) nos períodos de outubro a março e abril e setembro no estado do Paraná



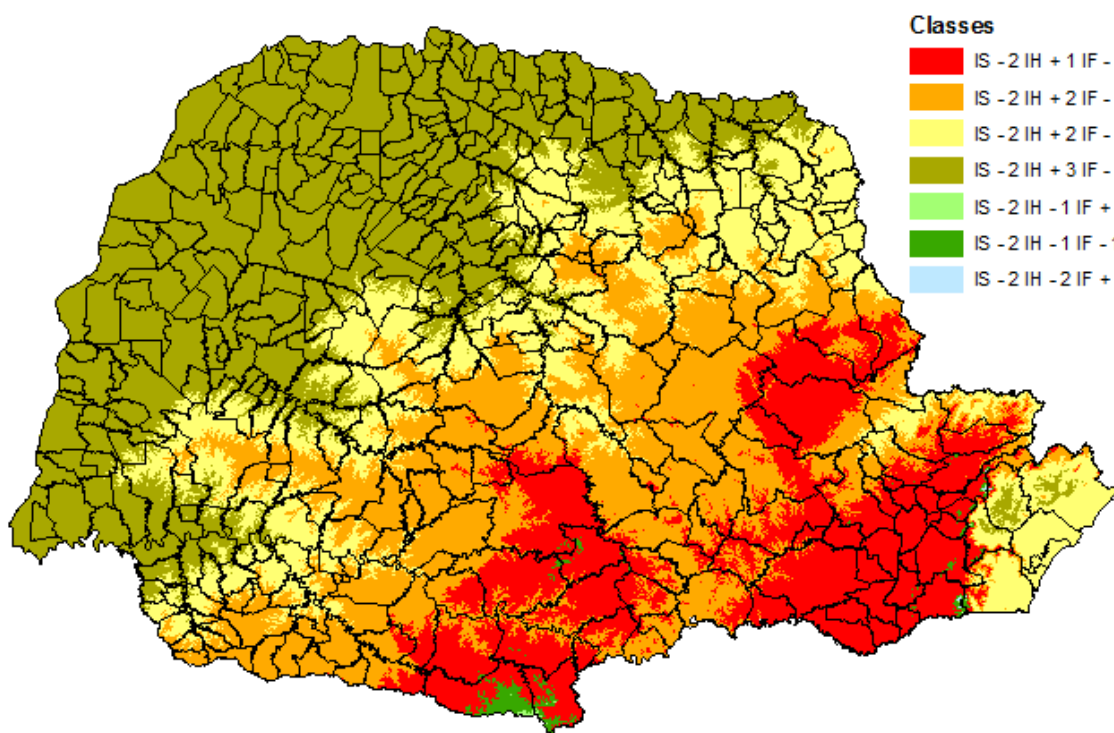
O ciclo de produção vitícola nas regiões no Paraná, assim como nas áreas de produção tradicional do Rio Grande do Sul e São Paulo, é iniciado no fim do inverno com efetivação da poda de produção, e encerra-se com a colheita a partir do mês de dezembro, estendendo-se até fevereiro/março nas regiões onde o inverno é mais rigoroso, caracterizando o período de produção de primavera-verão.

No Paraná, a dupla poda anual não se aplica para uvas para vinificação, sendo somente para uvas finas de mesa (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007). Contudo, no sul de Minas Gerais, vem sendo adotado o sistema de poda para deslocamento da produção para produção fora de época somente, constituído de uma poda de formação no inverno e uma poda de produção no verão (FAVERO et al., 2008).

Porém, com o objetivo de comparar as regiões vitícolas, os índices climáticos vitícolas do Sistema CCM Geovitícola foram gerados nesse trabalho para os períodos de produção outubro-março e abril-setembro. Assim, pelas condições climáticas, há a possibilidade de dupla poda em algumas regiões do estado, como a norte e noroeste (JUBILEU et al., 2010), o que pode permitir a opção pela melhor época para produção de uvas finas para vinificação.

Para o período de outubro-março (Figura 6.3), considerado período da safra regular, não se observou deficiência hídrica no Paraná, sendo todo o estado caracterizado como úmido (IS-2). Para o IH, a classificação foi de Frio (IH-2) para as regiões mais altas ao Sul do estado até Muito Quente (IH+3) nas regiões mais baixas no Norte, Noroeste, Oeste e Litoral. Para o IF, a classificação foi de Noites Frias (IF+1) para as regiões mais altas ao Sul do estado até Noites Quentes (IF- 2) na maior parte do estado.

Figura 6.3 – Classes Geovitícolas no período de outubro a março no estado do Paraná



Com base na classificação climática multicritérios geovitícola do Paraná gerada nesse trabalho, comparações com classes geovitícolas no mundo com mesma classificação no período de outubro a março são feitas a seguir (EMBRAPA UVA E VINHO, 2011):

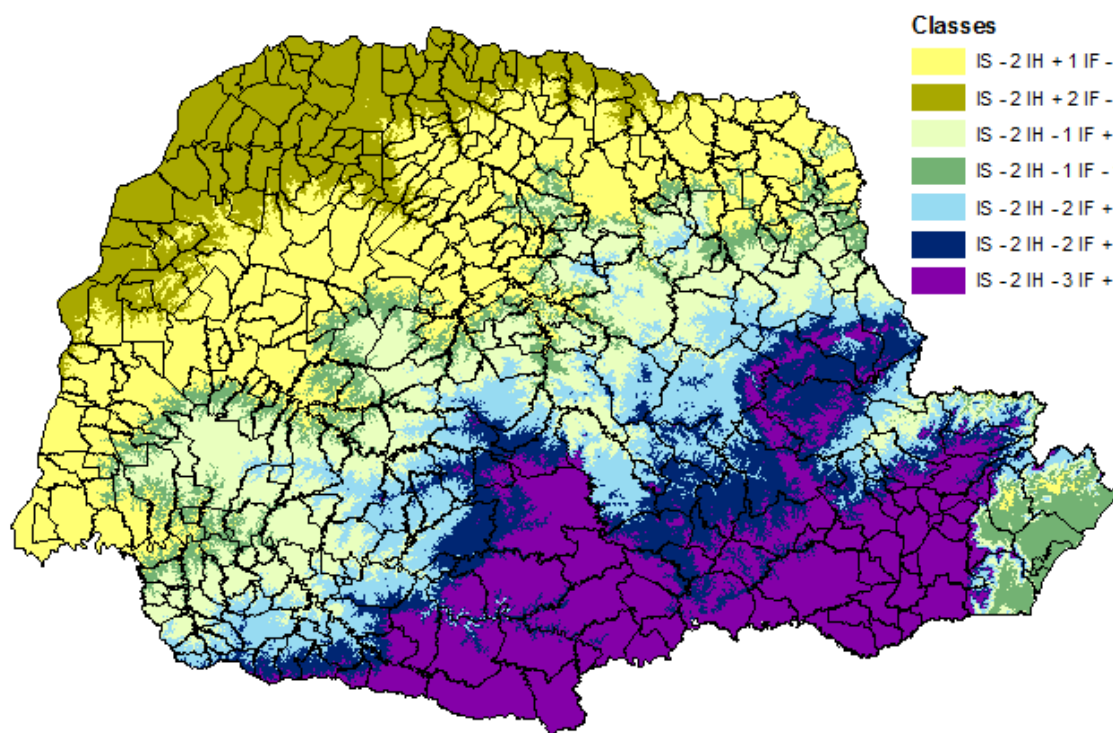
- IS - 2 IH + 1 IF - 1: Serra do Sudeste, RS / Encruzilhada do Sul, RS e Serra Gaúcha, RS / Vale dos Vinhedos, RS;
- IS - 2 IH + 2 IF - 1: não identificada região vitivinícola deste grupo climático na base de dados do Sistema CCM;
- IS - 2 IH + 2 IF - 2: não identificada região vitivinícola deste grupo climático na base de dados do Sistema CCM;
- IS - 2 IH + 3 IF - 2: não identificada região vitivinícola deste grupo climático na base de dados do Sistema CCM;
- IS - 2 IH - 1 IF + 1: Campos de Cima da Serra, RS / Vacaria, RS e Pau, França;
- IS - 2 IH - 1 IF - 1: Beli Kriz, Eslovênia;
- IS - 2 IH - 2 IF + 1: Planalto Catarinense / São Joaquim, SC.

Para o período de abril-setembro (Figura 6.4), mesmo sendo uma época com menor volume de precipitação, não se observou deficiência hídrica no Paraná, sendo todo o estado caracterizado como úmido (IS-2). Para o IH, a classificação foi de Muito Frio (IH- 3) para as regiões mais altas ao Sul do estado até Quente (IH+2) nas regiões mais baixas no Norte e Noroeste do estado. Para o IF, a classificação foi de Noites Muito Frias (IF+2) para as regiões mais altas ao Sul do estado até Noites Temperadas (IF-1) na maior parte do estado. Para recomendação de cultivo nessa época, faz-se necessária a análise de riscos de geada, pois na região sul a incidência desse evento pode inviabilizar a cultura.

Com base na classificação climática multicritérios geovitícola do Paraná, comparações com classes geovitícolas no mundo com mesma classificação no período de abril a setembro são feitas a seguir (EMBRAPA UVA E VINHO, 2011):

- IS - 2 IH + 1 IF - 1: Serra do Sudeste, RS / Encruzilhada do Sul, RS e Serra Gaúcha, RS / Vale dos Vinhedos, RS;
- IS - 2 IH + 2 IF - 1: não identificada região vitivinícola deste grupo climático na base de dados do Sistema CCM;
- IS - 2 IH - 1 IF + 1: Campos de Cima da Serra, RS / Vacaria, RS e Pau, França;
- IS - 2 IH - 1 IF - 1: Beli Kriz, Eslovênia;
- IS - 2 IH - 2 IF + 1: Planalto Catarinense / São Joaquim, SC;
- IS - 2 IH - 2 IF + 2: Freiburg, Geiseinheim e Neustadt na Alemanha; Bizeljsko, Murska Sobota e Novo Mesto na Eslovênia; Besançon, França; Genève, Suíça;
- IS - 2 IH - 3 IF + 2: Stuttgart, Trier e Würzburg na Alemanha; Quebec, Canadá; Maidstone, Reino Unido.

Figura 6.4 – Classes Geovíticas no período de abril a setembro no estado do Paraná



A classificação climática multicritérios geovítica tem sido empregada em diversas regiões do Brasil. Para Minas Gerais, Conceição e Tonietto (2005), utilizando a mesma metodologia, concluíram que a região norte do Estado tem grande potencial climático para se tornar uma região de cultivo de uvas para vinificação, especialmente para produção fora de época no período de outono-inverno. Foram encontradas regiões com a mesma classificação de Bordeaux e Cognac na França e Murcia na Espanha.

Para o município de Campos dos Goytacazes no norte fluminense, Pommer et al. (2009), também utilizando essa metodologia, para várias épocas de cultivo, concluíram que as melhores épocas para a exploração da videira, da poda à colheita, são as que coincidem com temperaturas menos elevadas (IH+2), com a presença de seca moderada (IS+1) e com noites temperadas (IF-1). Os autores encontraram classificações semelhantes às regiões de Pirapora, Montes Claros, região produtora de uvas de mesa em Minas Gerais e de Múrcia na Espanha.

Brighenti e Tonietto (2004) verificaram que a região do vale de São Joaquim, SC, apresenta clima vitícola distinto do encontrado em outras regiões

produtoras de vinhos finos do Brasil, sobretudo em relação aos critérios térmico de ciclo e nictotérmico de maturação. Tal clima, em nível mundial, apresenta-se igualmente distinto de outras regiões vitícolas situadas no mesmo grupo climático de São Joaquim, resultado, sobretudo da sua localização geográfica em latitude mais baixa quando comparada com regiões de viticultura tradicional de mesmo clima vitícola.

Para São Paulo, Marin et al. (2008) encontraram similaridades climáticas à regiões de vinho de Bento Gonçalves no Rio Grande do Sul, Beli Kriz na Eslovênia, Tarragona na Espanha, Ajaccio, Bastia, Braga, Bordeaux, Carcassone, Pau e Toulouse na França, Pune, na Índia, Ravenna na Itália, Kofu no Japão, Napier na Nova Zelândia, Bangkok e Chiangmai, na Tailândia e Las Brujas no Uruguai.

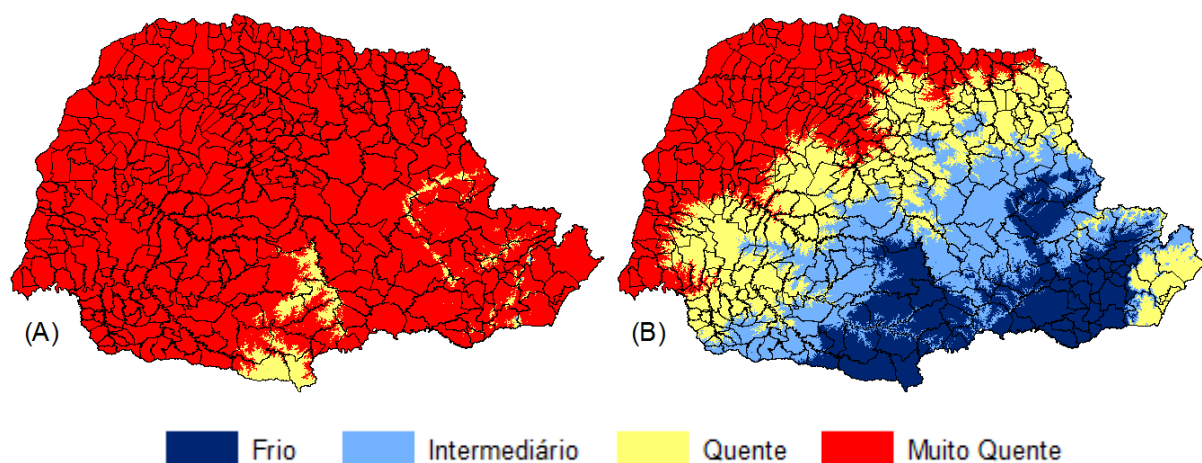
A utilização do Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola para o estado do Paraná poderá se tornar uma importante ferramenta para avaliar o potencial de produção de uvas finas para vinhos. Mesmo com pouca tradição na produção dessas uvas, o estado apresenta regiões com potencial para produção de uvas com qualidade, inclusive comparadas a regiões de destaque no cenário mundial. Mesmo apresentando condições semelhantes a essas regiões, a variabilidade climática local pode levar à produção de mesmas variedades de uvas com qualidade distinta.

O Paraná apresenta regiões com potencial de duas safras de uva finas de mesa (*V. vinifera*), porém para as uvas finas para vinificação o deslocamento da produção para época mais favorável é mais importante que uma dupla safra anual. Jubileu et al. (2010) concluíram que as uvas 'Cabernet Sauvignon' e 'Alicante', cultivadas para a produção fora de época no norte do Paraná, apresentam ciclo tardio e elevada produtividade, e a maturação dos cachos ocorre em condições climáticas favoráveis, entre maio e junho, resultando em matéria-prima adequada para a elaboração de vinhos tintos. Sato et al. (2011) concluíram que na produção fora de época das videiras 'Alicante' e 'Syrah', os cachos apresentam ótimo aspecto fitossanitário apresentando potencial para serem utilizadas como matéria-prima na elaboração de vinhos fino.

De acordo com a Figura 6.5, de outubro a março a classe de temperatura média no período de crescimento é considerada muito quente e algumas regiões no sul e na parte leste do estado consideradas quentes. De abril a

setembro, a parte central, sul e leste do estado são classificadas como intermediário e frio, porém nessas regiões o risco de geadas inviabiliza o cultivo.

Figura 6.5 – Classificação climática para cultivares de uvas finas para vinificação segundo Jones (2006). (A): período de outubro-março e (B): de abril-setembro



De acordo com Jones (2006) para cada classe existe um grupo de uvas viníferas que expressam melhor suas qualidades. Na classe frio, encontram-se as uvas Muller-Thurgau, Pinot Gris, Gewurstraminer e Riesling. Na classe intermediário, estão as uvas Riesling, Pinot Noir, Chardonney, Sauvignon Blanc, Semillon, Cabernet Franc. Na classe quente, enquadram-se as uvas Cabernet Franc, Tempranillo, Dolcetto, Merlot, Malbec, Viognier, Syrah, Cabernet Sauvignon, Sanvignon, Grenache, Carignane, Zinfandel, Nebbiolo e na classe muito quente as uvas finas de mesa e uvas passas.

A classificação gerada nesse trabalho, associada ao sistema de classificação muticritérios geovíticola, torna possível a determinação das regiões e épocas com maior potencial para o cultivo de uvas viníferas, bem como as variedades mais adequadas, possibilitando a diversão do atual sistema de produção de uvas no estado.

6.5 CONCLUSÕES

O Paraná apresenta regiões que se enquadram em grupos climáticos de diversas regiões tradicionais na elaboração de vinhos finos no mundo, indicando potencial para a expansão da vitivinicultura no estado.

Os tipos climáticos, associados à latitude, geram a possibilidade de deslocamento da produção nas regiões oeste, norte e noroeste, possibilitando a produção de uvas de melhor qualidade para vinificação no outono-inverno, devido ao índice de frio noturno mais favorável e ao menor volume de chuvas.

Nas regiões mais frias do estado, centro, sul e leste, somente é possível a obtenção de um ciclo produtivo, pois o risco de geada não permite a exploração de uvas em épocas diferentes.

7 CONCLUSÕES GERAIS

O Paraná possui regiões com baixo risco climático para a cultura da videira. O principal risco climático é a umidade relativa elevada. O excesso hídrico é observado em praticamente todo o estado durante o ano, e quando combinado à temperaturas favoráveis, pode resultar em alta incidência de míldio. A ocorrência de geadas limita a época de cultivo da videira nas regiões centro, sul e leste. Nas regiões oeste, noroeste e norte o risco decendial de geadas é inferior a 20%.

Para as uvas rústicas, praticamente todo o estado é apto ao cultivo, com exceção do litoral. Para o cultivo de uvas finas de mesa, somente as regiões norte, noroeste e oeste foram consideradas aptas, e para as uvas finas destinadas à vinificação, somente o litoral e a região leste não foram consideradas aptas, segundo os critérios estabelecidos.

Se o objetivo for a dupla safra anual, verifica-se que não é possível quando se cultiva variedades de videiras que exigem 2.000 graus-dia entre a poda e a colheita. Variedades com alta exigência em graus-dia entre a poda e a colheita, como a Itália e suas mutações (1.800 graus-dia), somente podem ser cultivadas em sistema de dupla safra anual nas regiões mais quentes do estado, oeste, noroeste e norte. Nas regiões mais frias, centro, sul e leste, somente cultivares com 1.000 a 1.200 graus-dia de exigência podem ser cultivadas para a obtenção de dupla safra anual.

Em função do potencial de severidade do míldio no estado, indica-se o cultivo de uvas rústicas para as regiões centro, sul e leste, enquanto que nas regiões sudoeste, oeste, norte e noroeste, indica-se o cultivo das uvas finas, porém sem descartar a necessidade de controle da doença nas fases fenológicas mais suscetíveis.

Para as uvas com baixa exigência de graus-dia, entre 1.000 e 1.050 graus-dia, como a 'BRS Rúbea' e 'Vênus', observa-se no noroeste do estado a possibilidade de colheita a partir do segundo decêndio de setembro quando a poda de inverno é realizada em 05 de julho, com a possibilidade de comercialização em época de pouca oferta da fruta. Nessa mesma região, variedades mais exigentes em graus-dia, como a 'Itália' e suas mutantes (1.800 graus-dia), seriam colhidas entre o primeiro e o segundo decêndio de novembro. Para as regiões mais frias, centro, sul e leste, o risco de geada no mês de julho é alto, e a poda nesse período pode

resultar em queima das brotações novas e prejuízo às videiras. Assim, nessas regiões, as variedades com menor exigência em graus-dia, podadas a partir de 25 de agosto, seriam colhidas no mês de janeiro e as com maiores exigências somente no mês de maio.

O Paraná apresenta regiões que se enquadram em grupos climáticos de diversas regiões tradicionais na elaboração de vinhos finos no mundo, indicando potencial para a expansão da vitivinicultura no estado. Os tipos climáticos, associados à latitude, geram a possibilidade de deslocamento da produção nas regiões oeste, norte e noroeste, possibilitando a produção de uvas de melhor qualidade para vinificação no outono-inverno, devido ao índice de frio noturno mais favorável e ao menor volume de chuvas. Nas regiões mais frias do estado, centro, sul e leste, somente é possível a obtenção de um ciclo produtivo, pois o risco de geada não permite a exploração de uvas em épocas diferentes.

8 REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O.J.G. **Avaliação de cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais**. 2000. 84 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- AMORIM, D. A.; FAVERO, A. C.; REGINA, M. A. Produção extemporânea da videira, cv. Syrah, nas condições do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 327-331, ago. 2005.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA UVA E DO VINHO. **Paranorama**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2007. 136 f.
- ANZANELLO, R. **Comportamento produtivo e fisiológico de três cultivares de videira submetidas a duas safras por ciclo vegetativo pelo manejo da poda**. 2009. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.
- ANZANELLO, R.; SOUZA, P. V. D.; GONZATTO, M. P. Produção de videiras 'Niagara Branca' e 'Concord' submetidas a duas safras por ciclo vegetativo na depressão central do Rio Grande do Sul. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 311-316, 2008.
- BARDIN, L.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; MORAES, J.F.L. de. Risco climático de ocorrência de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada' na região do Polo Turístico do Circuito das Frutas do estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 1019-1026, dez. 2010.
- BERNARDES, L.R.M.; AGUILAR, A.P.; ABE, S. Freqüência de ocorrência de veranicos no Estado do Paraná. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 6, n. 1, p. 83-108, jun. 1988.
- BOLIANI, A.C.; PEREIRA, F.M. Avaliação fenológica de videiras (*Vitis vinifera* L.) cultivares Itália e Rubi, submetidas à poda de renovação na região oeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 193-200, 1996.
- BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M. Fertilidade de gemas em videiras: fisiologia e fatores envolvidos. **Ambiência**, Chapadinha, v. 2, n. 1, p. 129-144, jan./jun. 2006.
- BRAGA, H. J. **Previsão agrícola: uma nova abordagem - Uso de scanner aerotransportável e redes neurais**. 1995. 243 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- BRAGA, H. J., PANDOLFO, C., SILVA JÚNIOR, V. P., PEREIRA, E. S. **Cultura da videira americana e européia em Santa Catarina**. Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento - SAFRA 2001/2002. Brasília, 2001.

BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: classificação pelo sistema CCM geovitícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 2004. CDROM.

BRIXNER, G.F.; MARTINS, C.R.; AMARAL, U. do; KÖPP, L.M. Caracterização fenológica e exigência térmica de videiras *Vitis vinifera*, cultivadas no município de Uruguaiana, na região da fronteira oeste - RS. **Revista FZVA**, Uruguaiana, v. 17, n. 2, p. 221-233. 2010.

CAMARGO, U. A. Suco de uva: matéria-prima para produtos de qualidade e competitividade. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2005, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, p. 195-199. 2005.

AMARGO, U.A. **Porta-enxertos e cultivares de videira**. Capacitação Técnica em Viticultura. Bento Gonçalves-RS: EMBRAPA - Uva e Vinho. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/viticultura>>. Acesso em: 01 dez. 2011.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G. Cultivares de uvas rústicas para regiões tropicais e subtropicais. In: UVAS RÚSTICAS DE MESA, CULTIVO E PROCESSAMENTO EM REGIÕES TROPICAIS, Jales, 2008, p. 63.

CAMARGO, U.A.; MAIA, J.D.G.; RITSCHER, P. **Embrapa Uva e Vinho**: novas cultivares brasileiras de uva. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 64 p.

CAMARGO, U. A.; MANDELLI, F. **Vênus uva precoce para mesa**. Bento Gonçalves, RS, EMBRAPA - CNPUV, 4 p. 1993. (Comunicado Técnico, 13).

CAMARGO, A.P. de; MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C.; PICINI, A.G.; Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmidos, com base na amplitude térmica diária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 251-257, 1999.

CARAMORI, P. H. Escopo da bioclimatologia vegetal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4, 2006, Ribeirão Preto - SP. **Anais...** Ribeirão Preto: [s.n.], 1, 2006. CD-ROM.

CARAMORI, P H, ANDROCIOLI FILHO, A., MORAIS, H. Sistema de alerta para geadas na cafeicultura do Paraná. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, p. 66-71, nov./dez. 2007.

CARAMORI, P. H.; CAVIGLIONE, J. H.; WREGGE, M. S.; HERTER, F. G.; HAUAGGE, R.; GONÇALVES, S. L.; CITADIN, E.; RICCE, W. da S. Zoneamento agroclimático para o pessegueiro e a nectarineira no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1040-1044, dez. 2008.

CARAMORI, P.H., GONÇALVES, S.L., WREGGE, M.S. et al. Zoneamento de riscos climáticos e definição de datas de semeadura para o feijão no Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3 (n. Especial: Zoneamento Agrícola), p. 477-485, 2001.

CARAMORI, P. H., MANETTI FILHO, J. **Proteção dos cafeeiros contra geadas**. Londrina: IAPAR, 1993. 28 p. (Circular técnica, 79).

CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D.; FARIA, R. T. **Frequência de ocorrência de períodos com deficiência hídrica (veranicos) no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991. 40 p. (IAPAR. Boletim técnico, n. 36).

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, 2000. CD ROM.

CEASA. **Serviços - Informações sobre Produtos Hortigranjeiros**: Volumes Comercializados nas Unidades Atacadistas. Centrais de Abastecimento do Paraná S.A. - CEASA/PR. Disponível em: <<http://www.ceasa.pr.gov.br/>>. Acesso em: 23 dez. 2011.

CHAVARRÍA, G. SANTOS, H.P. dos; MANDELLI, F.; BETTIO, G.A.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar moscato giallo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 119-126, mar. 2009.

COLOMBO, L.A.; ASSIS, A.M. de; SATO, A.J.; TESSMANN, D.J.; GENTA, W.; ROBERTO, S.R. Produção fora de época da videira 'BRS Clara' sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 212-218, fev. 2011.

CONCEIÇÃO, M.A.F.; TONIETTO, J. Climatic potential for wine grape production in the tropical North region of Minas Gerais state, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 404-407, dez. 2005.

COSTACURTA, A.; ROSELLI, G. Fattari climatici ed edafici che condizionano gli impianti dei vigneti. **Rivista di Viticoltura e di Enologia**, v. 33, n. 10, p. 469-480, 1980.

CPTEC. **El Niño e La Niña**. Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. CPTEC-INPE. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 10 out. 2011.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Uvas Americanas e Híbridas para Processamento em Clima Temperado**. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 2, Versão Eletrônica, Jan/2003a. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado**. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 4, Versão Eletrônica, Jul/2003b. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Uvas Sem Sementes**: Cultivares BRS Morena, BRS Clara e BRS Linda. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 8, Versão Eletrônica, Dez/2005a. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Sistema de Produção de Uvas Rústicas para Processamento em Regiões Tropicais do Brasil**. Embrapa Uva e Vinho. Sistema

de Produção, 9, Versão Eletrônica, Dez/2005b. Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Sistema de Produção de Uva de Mesa no Norte do Paraná**. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 10, Versão Eletrônica, dez. 2005c. Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Sistema CCM Geovítica - Consulta online na base de dados mundial**. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/ccm/consulta.php>>. Acesso em: 19 fev. 2011.

EPAGRI. **Zoneamento agrícola considerando os riscos climáticos para a cultura da videira**. EPAGRI - CIRAM. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

FAO. **FAOSTAT**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

FAVERO, A.C.; AMORIM, D.A. de; MOTA, R.V. da; SOARES, A.M.; REGINA, M. de A. Viabilidade de produção da videira 'Syrah', em ciclo de outono inverno, na região sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 685-690, set. 2008.

FOCHESATO, M.L.; SOUZA, P.V.D. de; AGOSTINI, S. Obtenção de duas safras por ciclo vegetativo pelo manejo da poda. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 53-57, 2007.

FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina PR. **Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná**, IAPAR, Londrina, 41 p. 1978.

GENTA, W.; TESSMANN, D. J.; ROBERTO, S. R.; VIDA, J. B.; COLOMBO, L. A.; SCAPIN, C. R.; RICCE, W. da S.; CLOVIS, L. R. Manejo de míldio no cultivo protegido de videira de mesa 'BRS Clara'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1338-1395, dez. 2010.

GRODZKI, L.; CARAMORI, P.H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D.; GOMES, J. Riscos de ocorrência de geadas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 93-99, 1996.

HAMADA, E.; GHINI, R.; ROSSI, P.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; FERNANDES, J.L. Climatic risk of grape downy mildew (*Plasmopara viticola*) for the state of São Paulo, Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, edição especial, p. 60-64, dez. 2008.

HERNANDES, J.L.; PEDRO JUNIOR, M.J.; BLAIN, G.C. Fenologia e produção da videira 'Niagara Rosada' conduzida em manjedoura na forma de y sob telado plástico durante as safras de inverno e de verão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. esp. 1, out. 2011.

HIDALGO, L. **Caracterización macrofísica del ecosistema médio-planta em los viñedos españoles**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 255 p. 1980. (Serie Producción Vegetal, 29).

IAPAR. **Agrometeorologia**: Cartas Climáticas. Instituto Agrônomo do Paraná. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2011.

IBGE. **Quantidade produzida, Valor da produção, Área plantada e Área colhida da lavoura permanente: Uva; ano: 2010**. SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

IBRAVIN. **Regiões produtoras**. Instituto Brasileiro do Vinho. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/regioesprodutoras.php>>. Acesso em: 20 out. 2011.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**, Londrina-PR, 49 p. 1994. (IAPAR. Documento, 18).

IPARDES. **Base de Dados do Estado - BDEweb**. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

IPARDES. **Paraná em foco**. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/index.php>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

IPCC. **Glossary of Terms used in the IPCC Third Assessment Report**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/glossary/index.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2011.

JONES, G.V. Climate and Terroir: Impacts of Climate Variability and Change on Wine. In Fine Wine and Terroir - The Geoscience Perspective. Macqueen, R.W., and Meinert, L.D., (Org.). **Geoscience Canada**, Reprint Series, Number 9, Geological Association of Canada, St. John's, Newfoundland, 247 p. 2006.

JONES, G.V.; MORIONDO, M.; BOIS, B.; HALL, A.; DUFF, A. Analysis of the spatial climate structure in viticulture regions worldwide. **Le Bulletin de l'OIV**, v. 82, n. 944-945-946, p. 507-517, out./nov./dez. 2009.

JUBILEU, B. da S.; SATO, A.J.; ROBERTO, S.R. Caracterização fenológica e produtiva das videiras 'Cabernet Sauvignon' e 'Alicante' (*Vitis vinifera* L.) produzidas fora de época, no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, jun. 2010.

KISHINO, A. Y.; CARAMORI, P. H. Fatores climáticos e o desenvolvimento da videira. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C. de; ROBERTO, S.R. **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007. p. 59-86.

KISHINO, A.Y.; CARVALHO, S.L.C. de; ROBERTO, S.R. **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007. 366 p.

LALANCETTE, N.; ELLIS M.A.; MADDEN, L.V. Development of an infection efficiency model for *Plasmopara viticola* on american grape based on temperature and duration of leaf wetness. **Phytopathology**, v. 78, p. 794-800, 1988.

LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M.; RODRIGUES, B. L. Principais cultivares. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Org.). **A vitivinicultura no Semiárido**

brasileiro. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 756 p.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 440p.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na "Serra Gaúcha".** 2002. 196 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2002.

MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; CAMARGO, U.A.; CZERMAINSKI, A.B.C. Fenologia e necessidades térmicas da videira na Serra Gaúcha. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis, SC. **Anais...** CD-ROM.

MAPA. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

MARIN, F. R.; ASSAD, M. L. L.; PACHECO, L. R. F.; PILAU, F. G.; PINTO, H. S.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Potencial de clima e solo para a viticultura, no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 16, n. 2, p. 163-174, ago. 2008.

MIELE, A. Efeito da cianamida hidrogenada na quebra de dormência das gemas, produtividade do vinhedo e composição química do mosto da uva Cabernet Sauvignon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 315-354, 1991.

MIRANDA, E. E. de (Org.). **Brasil em Relevo.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 28 jan. 2012.

MOTA, R.V. da; SILVA, C. P. C.; FAVERO, A.C.4; PURGATTO, E.; SHIGA, T. M.; REGINA, M. de A. Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, dez. 2010.

MULLINS, M.G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L.E. **Biology of the grapevine.** Cambridge: University Press, 1992. 239 p.

MURAKAMI, K.R.N; CARVALHO, A.J.C. de; CEREJA, B.S.; BARROS, J.C. da S.M. de; MARINHO, C.S. Caracterização fenológica da videira cv. Itália (*Vitis vinifera* L.) sob diferentes épocas de poda na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, dez. 2002.

NACHTIGAL, J.C. Avanços tecnológicos na produção de uvas de mesa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p. 167-170.

NAGATA, R. K.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A.; VILLA NOVA, N. A. Temperatura-base e soma térmica (graus-dia) para videiras 'Brasil' e 'Benitaka'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 22, n. 3, p. 329-333, 2000.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C.; POMMER, C. V.; MARTINS, F. P. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para a videira Niagara Rosada. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 51-56, 1994.

PELINSKI, A.; MALGARIM, M.B.; AHRENS, D.C.; MENDES, P.C.D.M. A agroindustrialização da uva como alternativa para a agricultura familiar. **Acta Scientiarum**, Human and Social Sciences, Maringá, v. 31, n. 1, p. 27-32, 2009.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, L.M.P.; CARAMORI, P.H.; RICCE, W. da S.; SILVA, D.A.B. da; CAVIGLIONE, J.H. Determinação do início e fim da estação chuvosa no estado do Paraná. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 01-12, jul./dez. 2008.

POMMER, C.V. **Uva: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003, 778 p.

POMMER, C.V.; MENDES, L.S.; HESPANHOL-VIANA, L.; BRESSAN-SMITH, R. Potencial climático para a produção de uvas em Campos dos Goytacazes, região norte fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1076-1083, dez. 2009.

POMMER, C.V.; TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P.; PASSOS, I.R. da S.; MARTINS, F.P. Introdução dos cultivares de uva de mesa 'Fantasia' e 'Ruiva' no Brasil. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 247-253, 1999.

PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A.; MELLO, L. M. R. de. Vitivinicultura brasileira: regiões tradicionais e pólos emergentes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 7-15, 2006.

RIBEIRO, D.P.; CORSATO, C.E.; FRANCO, A.A.N.; LEMOS, J.P.; PIMENTEL, R.M. de A. Fenologia e exigência térmica da videira 'Benitaka' cultivada no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 296-302, 2010.

ROBERTO, S.R.; SATO, A.J.; BRENNER, E.A.; SANTOS, C.E. dos; GENTA, W. Fenologia e soma térmica (graus-dia) para a videira 'Isabel' (*Vitis labrusca*) cultivada no Noroeste do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 4, p. 273-280, out./dez. 2004.

ROBERTO, S.R.; SATO, A.J.; BRENNER, E.A.; JUBILEU; B.S.; SANTOS, E.S.; GENTA, W. Caracterização da fenologia e exigência térmica (graus-dia) para a uva 'Cabernet Sauvignon' em zona subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 183-187, jan./mar. 2005.

ROBERTO, S.R.; YAMASHITA, F.; KANAI, H.T.; YANO, M.Y.; PAIOLO, P.A.C.; SASANO, E.M.; GENTA, W. Efeito da época do anelamento de tronco na

antecipação da maturação da uva 'Rubi'. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1307-1312, 2002.

ROBINSON, J. **The Oxford Companion to Wine**. Oxford University Press, 3. ed. 2006, 840 p.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI V. Planilhas no ambiente Exceltm para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SAMPAIO, S. C.; QUEIROZ, M. M. F. de; FRIGO, E.P.; LONGO, A. J.; SUSZEK, M. Estimativa e distribuição de precipitações decendiais para o Estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 38-53, jan./mar. 2007.

SANTOS, C.E.; ROBERTO, S.R.; SATO, A. J.; JUBILEU, B. S. Caracterização da fenologia e da demanda térmica das videiras 'Cabernet Sauvignon' e 'Tannat' para a região norte do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 361-366, 2007.

SATO, A.J.; ASSIS, A.M. de; YAMAMOTO, L.Y.; MIOTTO, L.C.V.; CLEMENTE, E.; ROBERTO, S.R. Fenologia e produção das videiras 'Alicante' e 'Syrah' em safra fora de época. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1337-1340, ago. 2011.

SATO, A.J.; ROBERTO, S. R. A viticultura no Paraná. In: I Encontro de Fruticultura dos Campos Gerais, 2008, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa : UEPG, 2008. v. 1. p. 22-31.

SATO, A.J.; SILVA, B.J. da; SANTOS, C.E. dos; BERTOLUCCI, R.; SANTOS, R. dos; CARIELO, M. GUIRAUD, M.C.; FONSECA, I.C. de B.; ROBERTO, S.R. Fenologia e demanda térmica das videiras 'Isabel' e 'Rubea' sobre diferentes porta-enxertos na Região Norte do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 283-292, abr./jun. 2008.

SEAB. **Produção Agropecuária - DERAL**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/>>. Acesso em: 10 set. 2011.

SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para a viticultura tropical. In: Viticultura tropical. EPAMIG, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194. p. 9-14, 1998.

SENTELHAS, P.C.; ORTOLANI, A.A.; PEZZOPANE, J.R.M. Diferença de temperatura entre o abrigo meteorológico e a relva, em noites de geada, no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9, 1995, Campina Grande. **Resumos...** Campina Grande, 1995. p. 275-277.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. 530 p.

SMART, R. E.; COOMBE, B. G. Water relations of grapevines. In: KOLLOWSKI, T. T. (Org.). **Water deficits and plant growth**. v. VII, New York: Academic Press, 1983. p. 137-196.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F. da. Irrigação. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 756 p.

SOZIM, M.; FERREIRA, F. P.; AYUB, R. A.; BOTELHO, R. V. Época de poda e quebra de dormência em videiras cv. Niagara Rosada. **Semina**, Londrina, v. 28, p. 201-206, 2007.

TEIXEIRA, A.H. de; AZEVEDO, P.V. de. Zoneamento agroclimático para a videira européia no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria**, v. 4, n. 1, p. 137-141, 1996.

TEIXEIRA, A. H. de C.; SOUZA, R. A. de; RIBEIRO, P. H. B.; REIS, V. C. da S.; SANTOS, M. das G. L. dos. Aptidão agroclimática da cultura da videira no Estado da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, abr. 2002.

TESSMANN, D.J.; VIDA, J.B; GENTA, W. KISHINO, A.Y. Doenças e seu manejo: doenças fúngicas. In: KISHINO, A.Y. et al. **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: Iapar, 2007. p. 255-287.

THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H. J.; PANDOLFO, C.; SILVA JUNIOR, V. P.; BACIC, I. L. Z.; LAUS NETO, J. A.; SOLDATELI, D.; GEBLER, E. F.; DALLE ORE, J. D. A.; ECHEVERRIA, L. C. R.; RAMOS, M. G.; CAVALHEIRO, C. N. R.; DEEKE, M.; MATTOS, J.F.D.; SUSKI, P.P. **Zoneamento agroecológico e sócio-econômico do Estado de Santa Catarina**. Epagri, Florianópolis, 1999. CD-ROM.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. The water balance. Centerton: Laboratory of Climatology. **Publications in Climatology**, v.8, n.1. 104 p, 1955.

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) - École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier - ENSA-M. 1999.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, 124, p 81-97, 2004.

TONIETTO, J.; FACALDE, I. **Regiões vitivinícolas brasileiras**: uvas para processamento. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 134p. (Frutas do Brasil, 34).

URQUIZA, R.P.; CARAMORI, P.H.; RICCE, W. da S.; ELY, D.F.; PEREIRA, L.M.P.; COSTA, A.B.F. Ocorrência de granizo e saraiva no estado do Paraná. XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. **Anais**. Belo Horizonte, MG. 2009.

VILLA NOVA, N. A.; PEDRO JUNIOR, M. J.; PEREIRA, A. R.; OMETTO, J. C. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base em função das temperaturas máxima e mínima. **Ciência da Terra**, São Paulo, n.30, p.1-8, 1972.

WESTPHALEN, S.L.; MALUF, J.R.T. **Caracterização das áreas bioclimáticas para o cultivo de *Vitis vinifera* L. nas regiões da Serra do Noroeste e Planalto do Estado do Rio Grande do Sul.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000. 99p.

WESTWOOD, M. N. **Fruticultura de zonas templadas.** Madrid: Mundi-Prensa, 1982. 461p.

WIKIPEDIA. **Climate categories in viticulture.** Disponível em:<http://en.wikipedia.org/wiki/Climate_categories_in_viticulture>. Acesso em 10 set. 2011,

WINKLER, A. J. **Viticultura.** México: Continental, 1976. 792p.

YAMAMOTO, L.Y.; ASSIS, A.M. de; MORAIS, H.; SOUZA, F.S. de; MIOTTO, L.C.V.; SATO, A.J.; SOUZA, R.T. de; ROBERTO, S.R. Evolução da maturação da uva 'BRS Clara' sob cultivo protegido durante a safra fora de época. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.825-831, 2011.

ZARTH, N.A.; CITADIN, I.; PERONDI, M.A.; DONAZZOLO, J. Perfil Sócio-econômico da Vitivinicultura na Região Sudoeste do Paraná. **Synergismus scyentifica**, UTFPR, Pato Branco, v. 6, n.1, 2011.