

# Impactos das mudanças climáticas sobre a viticultura no estado de Santa Catarina

Cristina Pandolfo<sup>1</sup>, Angelo Mendes Massignam<sup>2</sup>, Aparecido Lima da Silva<sup>3</sup>,

Ludmila Nascimento Machado<sup>4</sup> e Emanuela Salum Pereira Pinto<sup>5</sup>

**Resumo** – No estado de Santa Catarina as áreas de produção de *Vitis vinifera* L. concentram-se nas regiões mais altas dos municípios de Bom Retiro, São Joaquim, Campos Novos, Tangará, Videira, Iomerê, Caçador e Água Doce. A viticultura é importante atividade econômica para o desenvolvimento dessas regiões, e o Estado é um dos principais produtores de uva e vinho do país. O objetivo deste trabalho foi estimar o impacto das mudanças climáticas sobre a área potencial de cultivo de variedades de *Vitis vinifera* L. em Santa Catarina. Foram elaborados três cenários de zoneamento agrícola (o cenário atual, cenário 2050 e cenário 2070) utilizando-se as saídas do modelo climático regional PreciS. Para elaboração do zoneamento agrícola foram utilizados os critérios: total anual de horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  e data de ocorrência de última geada. As projeções de aumento de temperatura para os cenários 2050 e 2070 indicam drástica redução da área potencial de cultivo da *Vitis vinifera* L. para o estado de Santa Catarina. Além disso, há uma mudança na distribuição espacial da área potencial de cultivo para regiões mais frias do Estado.

**Termos para indexação:** Zoneamento; viticultura; temperatura; horas de frio; PreciS.

## Climate change impact on *Vitis vinifera* I. In Santa Catarina state based on chilling hours

**Abstract** - In Santa Catarina State, southern Brazil, the production areas of *Vitis vinifera* L., a species of grape that requires more chilling hours, concentrates in the higher regions of Água Doce, Bom Retiro, Campos Novos, Iomerê, Tangará, Videira, Caçador e São Joaquim. Viticulture is an important economic activity for the development of these regions and the state is one of the major producers of grape and wine in Brazil. The objective of this study was to estimate the impact of climate changes in the potential area of varieties of *Vitis vinifera* L. in Santa Catarina. Three scenarios of the agriculture climatological zoning were elaborated (the current scenario, the scenario for 2050 and the scenario for 2070) using the output of regional climate modeling PRECIS. The following criteria were used to elaborate the agriculture climatological zoning: total annual chilling hours  $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$  and date of occurrence of the last frost. The projected temperature increase for the scenarios in 2050 and 2070 indicate reduction in the potential area of cultivation of *Vitis vinifera* L. for the state of Santa Catarina. Furthermore, there are a spatial change on the potential area for cultivation of varieties of *Vitis vinifera* L. and the potential area tend to move for cooler regions in Santa Catarina.

**Index terms:** agro-climatological zoning; viticulture, air temperature, chilling hours, PRECIS.

## Introdução

Santa Catarina tradicionalmente produz vinhos de consumo corrente, elaborados com uvas americanas e híbridas. Entretanto, nos últimos anos, tem investido em tecnologia de ponta nos vinhedos e vinícolas, importando mudas de variedades de *Vitis vinifera* L., visando à melhoria da qualidade dos vinhos. Devido às características climáti-

cas peculiares das regiões mais altas do Estado e à adoção das tecnologias preconizadas pela pesquisa, a expectativa é de que Santa Catarina possa ser produtor de vinhos de alta qualidade, entre os melhores do Brasil, nivelando-se aos melhores vinhos chilenos e argentinos (Tagliari, 2003). No estado de Santa Catarina as áreas de produção de variedades de *Vitis vinifera* L., espécie de uva mais exigente em frio, concentram-se

nas regiões mais altas, nos municípios de Bom Retiro, São Joaquim, Campos Novos, Tangará, Videira, Iomerê, Caçador e Água Doce. Segundo IBGE (2012), a produção catarinense com a cultura da videira (incluindo variedades de *Vitis vinifera* e *Vitis labrusca*) em 2012 foi de 70.909t ano<sup>-1</sup>, cultivados em 5.200 hectares aproximadamente. A Figura 1 apresenta a distribuição da área plantada com a cultura da videira no Estado. ►

Recebido em 7/8/2013. Aprovado para publicação em 1/4/2014.

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri / Ciram, Rod. Amar Gonzaga, 1347, Itacorubi, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, e-mail: cristina@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Ciram, e-mail: massigna@epagri.sc.gov.br.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., UFSC, e-mail: alsilva@cca.ufsc.br.

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, Bolsista Finep, Epagri / Ciram, e-mail: luddmachado@hotmail.com.

<sup>5</sup> Analista de Sistemas, Epagri / Ciram, e-mail: manu@epagri.sc.gov.br.

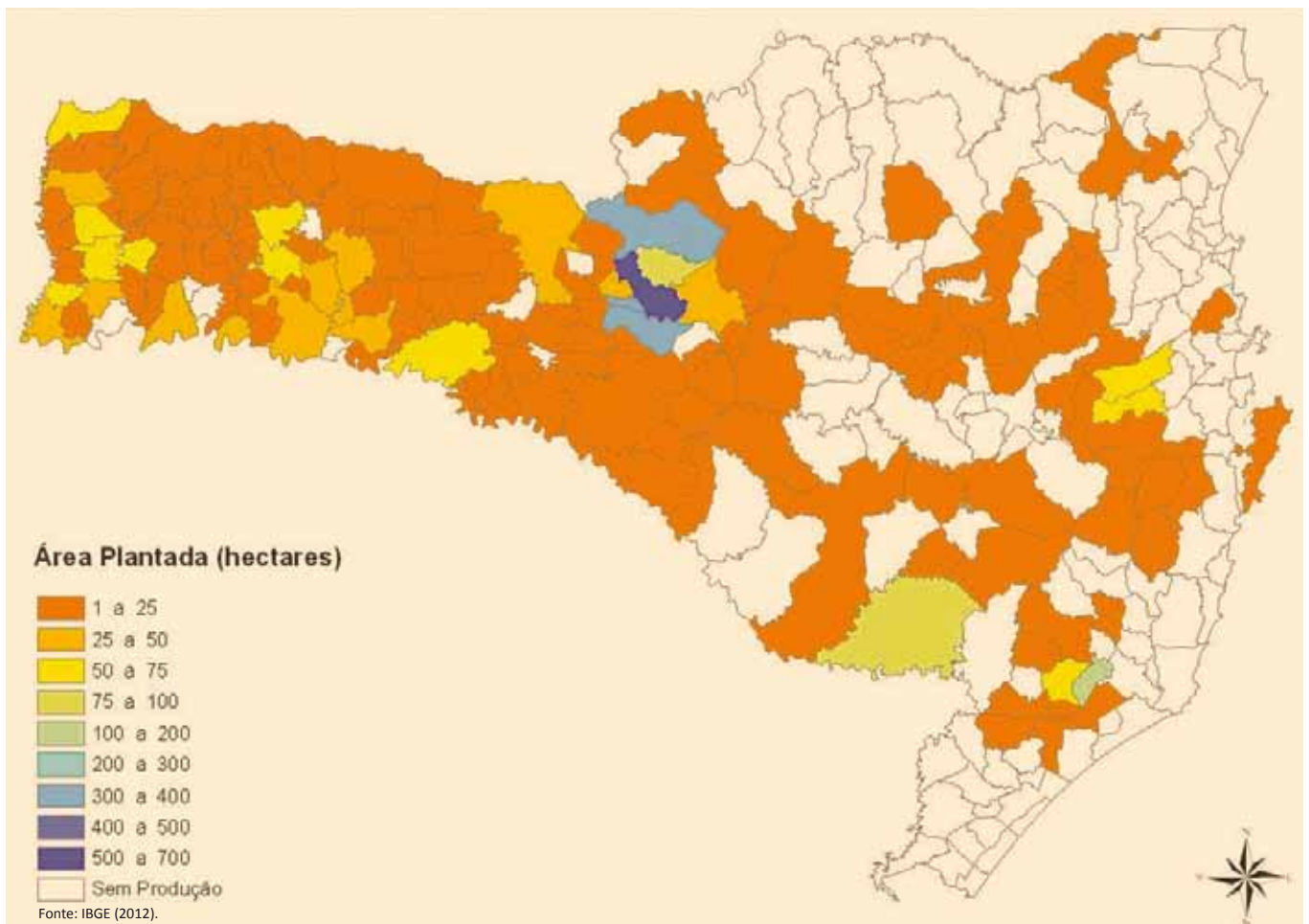


Figura 1. Distribuição das áreas plantadas (ha) com a cultura da videira (*Vitis vinifera* e *Vitis labrusca*) por município no estado de Santa Catarina

Estudar as mudanças climáticas tem sido um grande desafio, pois seus impactos são complexos e podem tornar-se um grande problema, não só em âmbito global mas também em níveis regional e local. O uso de cenários agrícolas simulando mudanças climáticas permite estimar os impactos dessas mudanças na agricultura e propor estratégias de atuação por parte dos envolvidos no setor agrícola, desde o Governo até o setor privado, para desenvolver pesquisa em melhoramento genético, manejo agrícola e escolha de espécies promissoras adaptadas aos novos panoramas climáticos (Pandolfo et al., 2007).

Jones (2000), utilizando modelos de escala global, mostrou que as melhores regiões produtoras de uva terão aquecimento médio de 1,3°C nos próximos 50 anos. Entretanto, esse aquecimento

não será uniforme; os maiores aumentos de temperatura serão no oeste dos Estados Unidos e na Europa, e os menores aquecimentos no Chile, na África do Sul e na Austrália. O maior aquecimento previsto deverá ocorrer na Península Ibérica, no sul da França e em partes de Washington e Califórnia, chegando a valores maiores que 2,5°C.

Camargo et al. (2006) mostraram forte aquecimento da temperatura do ar ao longo dos anos em Santa Catarina, com destaque para a década de 90. Em média, em Santa Catarina o aumento foi de 2 a 5°C nos últimos 100 anos. O impacto desse aquecimento tem sido estudado em algumas culturas para o Estado.

Estimativas dos impactos do aumento linear de 2°C nas temperaturas médias, máximas e mínimas do ar, mantendo o total de precipitação nos valores ob-

servados na atualidade para as culturas da maçã e da banana no estado de Santa Catarina, mostraram redução da área potencial de indicação para plantio de maçã de todos os grupos (diferentes exigências em frio) e ampliação da área potencial de plantio para banana (Pandolfo et al., 2007).

Muitos estudos têm sido realizados através de simulações, e a geração de cenários meteorológicos futuros está baseada em modelos regionalizados, considerados como a opção mais adequada de simuladores. As simulações regionais reproduzem razoavelmente os padrões espaciais e temporais da precipitação e temperatura e as principais características de circulação de grande escala (Alves & Marengo, 2010).

A avaliação global da produção de vinho e os impactos das mudanças climáticas apresentadas por Jones & Alves

(2012) mostraram a grande vulnerabilidade da vinicultura ao clima e às faixas estreitas de variabilidade climática nas quais são cultivadas as videiras atualmente. Portanto, pequenas alterações no clima têm grande potencial para provocar significativos impactos no manejo dos vinhedos existentes e estimular a troca das cultivares plantados em regiões produtoras de vinho em todo o mundo. Além disso, pequenas alterações no clima podem provocar mudanças na distribuição espacial das áreas potenciais de cultivo da espécie.

O objetivo deste trabalho foi estimar o impacto das mudanças climáticas na distribuição espacial da área potencial de cultivo de variedades de *Vitis vinifera* L. no estado de Santa Catarina.

## Material e métodos

Foram gerados três cenários de dados climáticos para o zoneamento agrícola para variedades de *Vitis vinifera* L. no estado de Santa Catarina: o cenário atual, cenário 2050 e cenário 2070. O cenário atual foi gerado com base na climatologia do Atlas Digital do Estado de Santa Catarina (Pandolfo et al., 2007), o qual forneceu dados de temperaturas mínima, máxima e média estimadas, e nas equações de estimativa do total anual de horas frio – HF  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  (Masignam et al., 2006).

Para a geração dos cenários 2050 e 2070 foram utilizadas as saídas dos dados diários de temperatura do modelo Precip (Providing Regional Climates for Impacts Studies), desenvolvido no Hadley Centre, Inglaterra, com as condições de contorno do modelo climático regional HadRM3P. Esse modelo foi implementado no Brasil pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) (Johns et al., 2003). Foram adotadas projeções climáticas regionais pelo modelo Precip para o cenário B2 (otimista) utilizando a temperatura do ar (média, máxima e mínima) de acordo com a classificação de Nakicenovic et al. (2013). Esse modelo

tem resolução horizontal de 50km com 19 níveis na vertical (da superfície até 30km na estratosfera) e 4 níveis no solo. Nakicenovic et al. (2000) descrevem o cenário A2 com alto crescimento populacional, médio crescimento do PIB, elevado consumo de energia, média a alta mudança no uso da terra, baixa disponibilidade de recursos, lento desenvolvimento tecnológico, energia regional. O cenário B2 apresenta médio crescimento populacional, médio crescimento do PIB, médio consumo de energia, média mudança no uso da terra, média disponibilidade de recursos, médio desenvolvimento tecnológico, dinâmica energética como a usual.

O zoneamento agrícola para os três cenários foi elaborado utilizando o ZonExpert 1.0 (Pandolfo et al., 1999) como ferramenta auxiliar para cálculo e estimativa das variáveis climatológicas e cruzamento com os critérios da cultura. O ZonExpert 1.0 tem como princípio simular o crescimento e o desenvolvimento de determinada cultura em decêndios, que são períodos de dez dias, de acordo com as condições climáticas observadas ou estimadas de uma determinada região e as necessidades climáticas da cultura a ser zoneada. Foi gerada uma grade de pontos para todo o estado de Santa Catarina, sendo cada faixa altimétrica (100 em 100m) de cada município representada por um ponto georreferenciado. Essa grade de pontos foi cruzada com o modelo numérico do terreno obtido a partir do mapa hipsométrico do Estado, obtendo-se uma grade de pontos georreferenciada com

suas altitudes correspondentes. Para cada ponto da grade foram estimados os valores das variáveis, probabilidade de geada e horas de frio para a condição atual e para as projeções futuras. Os resultados finais do zoneamento foram organizados em tabelas para melhor entendimento das informações. Foi utilizando o *software* Ilwis 3.2 Academic para a interpolação de variáveis, a espacialização dos resultados e a geração dos mapas finais.

O total anual de horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  acumuladas para o período de abril a setembro foi estimado para os cenários 2050 e 2070 em função das temperaturas mínimas provenientes do Precip, através da equação publicada por Masignam et al. (2006). A probabilidade de ocorrência da última geada foi calculada por equações de estimativa em função de coordenadas geográficas.

O zoneamento agrícola para os três cenários foi elaborado com base nas seguintes classes: cultivo recomendado, cultivo tolerado e cultivo não recomendado (CNR). O cultivo recomendado e o cultivo tolerado foram considerados em função do enquadramento nos critérios das variáveis climáticas que possuem grandezas diferentes e também da altimetria do local em questão. O cultivo não recomendado foi considerado quando pelo menos um dos critérios das variáveis climáticas não foi satisfeito (Tabela 1). Os critérios utilizados foram baseados na metodologia proposta pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a videira europeia (Brasil, 2011). ►

Tabela 1. Classes de aptidões climáticas para o zoneamento da videira em função do total anual de horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  (abril a setembro), data-limite de ocorrência de última geada (a 0,8 de probabilidade) e porcentagem de área do município com indicação para plantio

Classe	Total anual de horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ (abril a setembro)	Data-limite de ocorrência da última geada (a 0,8 de probabilidade)	Porcentagem mínima de área do município com indicação para plantio
Cultivo recomendado	> 600	< 26/10	> 30%
Cultivo tolerado	500 a 600	$\leq 26/10$	> 30%
Cultivo não recomendado	< 500	> 26/10	< 30%



## Resultados e discussão

O zoneamento agrícola para variedades de *Vitis vinifera* L. em Santa Catarina para o cenário atual (Figura 2) mostrou que existem 32 municípios na classe ‘recomendado’ e 48 municípios na classe ‘tolerada de cultivo’. No zoneamento agrícola para o cenário 2050, observa-se que um grande número de municípios, que eram classificados como cultivo recomendado e tolerado no cenário atual (Figura 2), passaram a ser classificados como cultivo não recomendado (Figura 3). Houve redução da área potencial de cultivo recomendado e tolerado de 75% e 97% respectivamente (Tabela 2). Essa redução de área foi devida, principalmente, à redução do número do total anual de horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ , causada pelo aumento das temperaturas mínimas. Por outro lado, o aumento das temperaturas mínimas diminuiu a probabilidade de ocorrência de geada, e alguns municípios que apresentavam restrição ao cultivo no cenário atual devido à geada passaram a ser recomendados. Os municípios de Bom Jardim da Serra e Urubici, que no zoneamento agrícola do cenário atual são enquadrados como ‘cultivo não recomendado’, no cenário de 2050, passaram a ter menor risco de geada na brotação e foram enquadrados na classe ‘cultivo tolerado’.

No zoneamento agrícola para o cenário 2070 houve uma redução maior de municípios classificados como ‘cultivo preferencial’ ou ‘cultivo tolerado’ (Figura 4) (95% e 99% respectivamente). Entretanto, essa redução foi maior na classe de cultivo tolerado em relação ao zoneamento agrícola do cenário de 2050 (Figura 2). Somente os municípios de Urubici, Urupema, São Joaquim e Bom Jardim da Serra foram classificados como ‘cultivo não preferencial’, enquanto Painel e Rio Rufino foram classificados como ‘cultivo tolerado’.

Com o aumento das temperaturas mínimas (cenários 2050 e 2070), o período vegetativo tenderá a diminuir, pois o total das somas térmicas tende

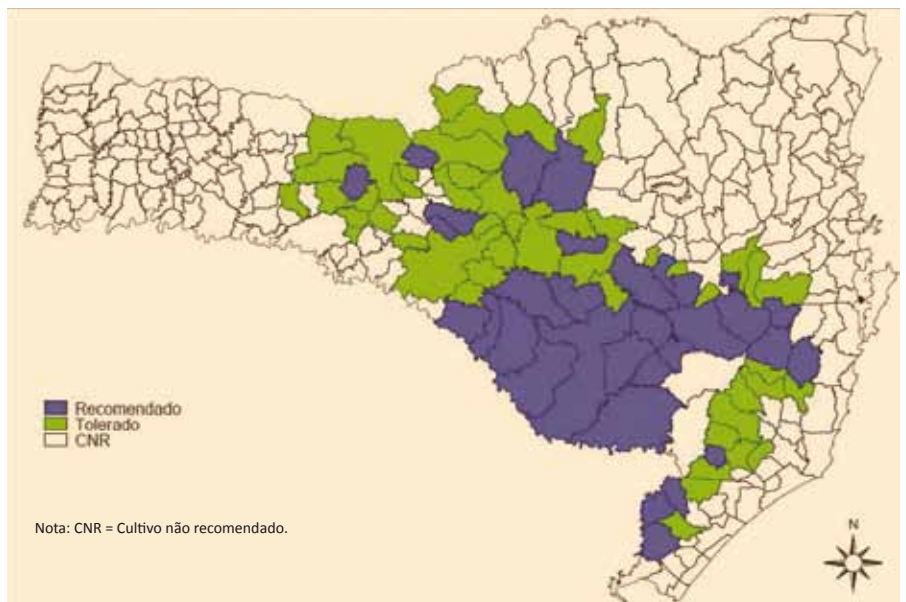


Figura 2. Zoneamento agrícola para variedades de *Vitis vinifera* L. em Santa Catarina para o cenário atual.

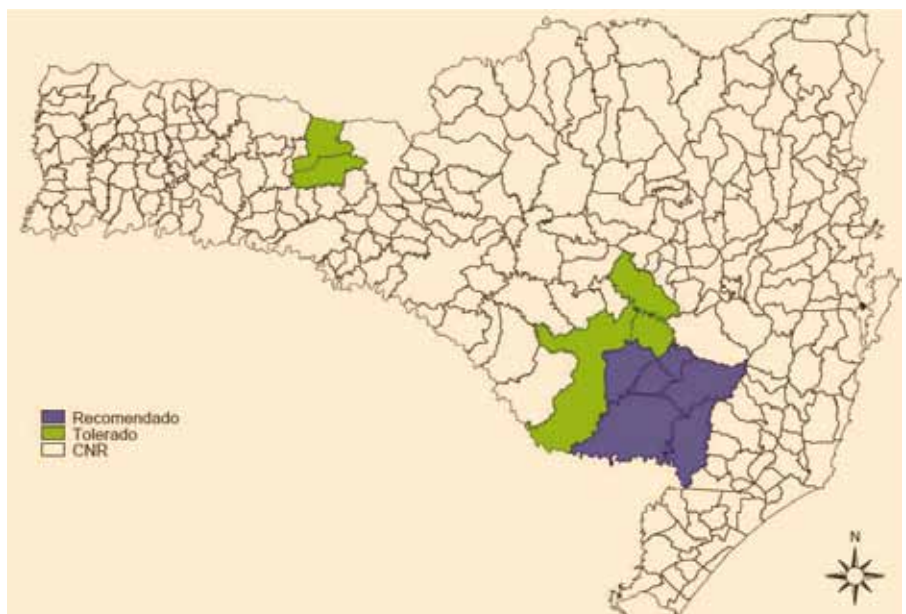


Figura 3. Zoneamento agrícola para variedades de *Vitis vinifera* L. em Santa Catarina para o cenário 2050

Tabela 2. Área total (km<sup>2</sup>) dos municípios classificados como ‘cultivo recomendado’ e como ‘cultivo tolerado’ nos cenários atual, 2050 e 2070 em Santa Catarina

Cenário	Recomendado (km <sup>2</sup> )	Tolerado (km <sup>2</sup> )	Total (km <sup>2</sup> )
Atual	20.695,7	188.002,7	208.698,4
2050	5.224,3	5.170,6	10.394,9
2070	1.098,1	2.237,1	3.335,2

a ser alcançado em menor período. O conceito de soma térmica ou graus-dia baseia-se no fato de que a taxa de desenvolvimento de uma espécie vegetal está relacionada à temperatura do meio

(Pereira et al., 2007). Como consequência dessa redução, ocorrerá uma antecipação do subperíodo entre a maturação e a colheita em decréscimo do total de radiação solar absorvida. Essa antecipa-

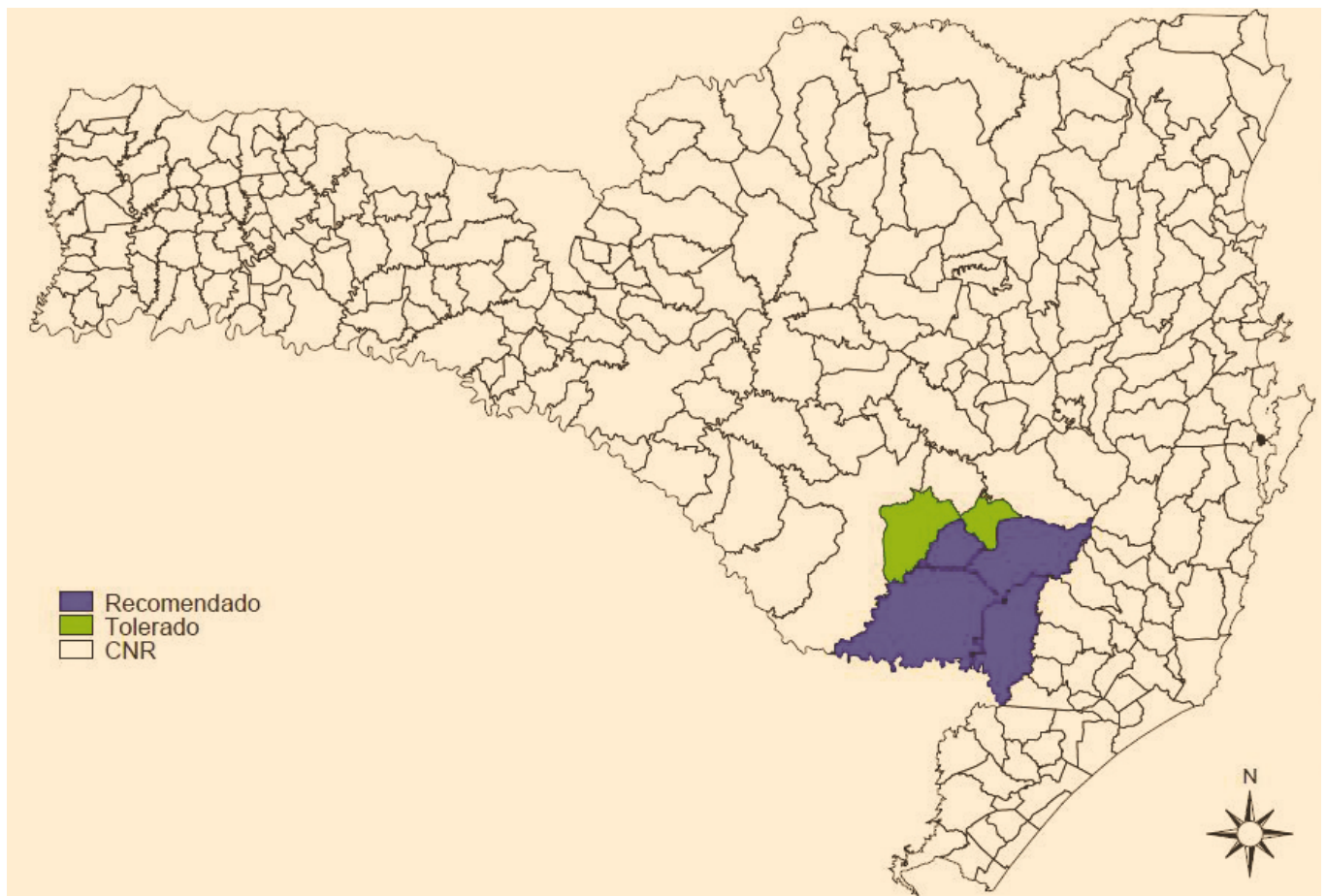


Figura 4. Zoneamento agrícola para variedades de *Vitis vinifera* L. em Santa Catarina para o cenário 2070

ção da data de colheita já foi observada em Bordeaux, França. Jones (2000) mostrou um efeito na antecipação da data de colheita, no período de 1952 a 1997, de registros de fenologia da cultura da videira, variedades *Cabernet Sauvignon* e *Merlot*.

O acúmulo de soma térmica tem efeito sobre o metabolismo fenólico. Os compostos fenólicos de uvas e vinhos têm relação direta com as características intrínsecas dos vinhos e afetam, entre outros aspectos, o amargor, a adstringência e a cor, especialmente no vinho tinto. Além disso, os compostos fenólicos são os conservantes do vinho ao longo do envelhecimento (Waterhouse, 2002). Portanto, sendo os compostos fenólicos importantes para os vinhos tintos e de guarda, supõe-se que algum efeito das mudanças climáticas, referindo-se especificamente ao aquecimento global, seria observado com mais propriedade nos vinhos tintos do que nos vinhos brancos, os quais possuem valores menores (Komes et al., 2007)

e poderiam ser beneficiados com uma maturação tecnológica mais rápida.

Para regiões produtoras que estejam nos limites superiores do clima ideal, as mudanças climáticas podem provocar a extrapolação desses limites, provocando maturação dos frutos de forma inadequada à produção de uva e vinhos de alta qualidade. As mudanças climáticas poderiam determinar o avanço do plantio de variedades provenientes de outras regiões desde que apresentassem regimes climáticos mais eficientes que os atuais (Jones et al., 2005). Os autores ressaltam, ainda, que as pesquisas sugerem que os impactos futuros das mudanças climáticas serão altamente heterogêneas para variedades e regiões. Essas mudanças podem modificar o padrão atual dos vinhos de forma que diminuam as diferenças de tipicidade entre os vinhos produzidos em regiões de altitude mais elevada e aqueles cultivados em regiões de baixa altitude.

Quanto às áreas potenciais para as variedades que necessitam de mais

horas de frio para brotação, houve uma drástica redução, em torno de 70% e 89% para o cenário de 2050 e 2070 em relação ao cenário atual respectivamente. Os municípios da região produtora no cenário atual (Figura 1) passaram a ser classificados como 'cultivo não recomendado' em ambos os cenários futuros (2050 e 2070). Em função da redução da área potencial projetada pelo zoneamento agrícola dos cenários 2050 (Figura 3) e 2070 (Figura 4), sugere-se que medidas preventivas e propostas estratégicas sejam construídas para garantir a produção de uvas de variedades de *Vitis vinifera* L. em Santa Catarina, prevendo a adequação dos materiais genéticos existentes às diferentes regiões do Estado. Portanto, o planejamento dessa cultura no Estado deve ponderar o estabelecimento de novos pomares em função da previsão de aumento das temperaturas em Santa Catarina, combinando os locais com os materiais genéticos existentes e as diferentes características do fruto e do ►

vinho que se deseja obter.

## Conclusões

Os impactos das mudanças climáticas projetadas para 2050 e 2070 para o estado de Santa Catarina mostraram redução da área potencial de cultivo de variedades de *Vitis vinifera* L. de maior exigência em frio e mudança na distribuição espacial da área potencial de cultivo para regiões mais frias do cenário atual. Sendo o zoneamento uma metodologia que modela a potencialidade climática em função de demandas de espécie, ressalta-se que se pode cultivar a videira mesmo em áreas de cultivo tolerado, ajustando-se o manejo da cultura e aceitando-se como possível a alteração do padrão do vinho a ser produzido.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe/CCST), em especial ao Dr. José Antônio Marengo, pelo fornecimento dos dados do Modelo Climático Regional.

## Contribuição dos autores no trabalho

**Cristina Pandolfo:** revisão bibliográfica, estruturação dos dados climatológicos, análise dos resultados e elaboração de gráficos e tabelas. **Angelo Mendes Massignam:** análise de resultados e revisão científica do texto. **Aparecido Lima da Silva:** análise de resultados. **Ludmila Nascimento Machado:** organização de dados das saídas dos cenários meteorológicos. **Emanuela Salum Pereira Pinto:** manuseio do sistema ZonExpert.

## Referências

ALVES, L.M.; MARENGO, J. Assessment of regional seasonal predictability using the PRECIS regional climate modeling system-over South America. **Theor. Appl. Climatol.**, v.100, p.337-350, 2010.

BRASIL. Portaria nº 67 de 17 de fevereiro de

2011. Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da uva no Estado de Santa Catarina, ano-safra 2011. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 fevereiro. 2011.

CAMARGO, C.G.C.; BRAGA, H.; ALVES, R. Mudanças climáticas atuais e seus impactos no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.19, n.3, p.31-35, nov. 2006.

ESRI. ArcGis desktop. Versão 10.0: Environmental Systems Research Institute, 2010. New York. DVD-ROM.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Prognóstico da Produção Agrícola - Culturas Permanentes. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 fev. 2012.

JOHNS, T.C.; GREGORY, J.M.; IGRAM, W.J. et al. Anthropogenic climate change for 1860 to 2100 simulated with the HadCM3 model under updated emissions scenarios. **Climate Dynamics**, v.20, p.583-612, 2003.

JONES, G.V.; ALVES, F. Impact of climate change on wine production: a global overview and regional assessment in the Douro Valley of Portugal. **Int. J. Global Warming**, v.4, n.3/4, p.383-406, 2012.

JONES, G.V. Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France. **Am. J. Enol. Vitic.** v.51, n.3, p.249-261, 2000.

JONES, G.V.; WHITE, M.A.; COOPER, O.R. et al. Climate change and global wine quality. **Climate Change**, v.73, p.319-343, 2005.

KOMES, D.; ULRICH, D.; GANIC, K. et al. Study of phenolic and volatile composition of white wine during fermentation and a short time of storage. **Vitis**, v.46, n.2, p.77-84, 2007.

KENTARO, M.; SUGAYA, S.; GEMMA, H. Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. **Scientia Horticulturae**, v.105, n.3/4, p.319-330, jul. 2005.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva**

na 'Serra Gaúcha'. 2002. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MASSIGNAM, A.M.; PANDOLFO, C.; HAMMES, L.A. et al. Probabilidade de ocorrência do total anual de horas frio ( $HF \leq 7,2^\circ\text{C}$ ) em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, SP, v.14, p.301-308, 2006.

NAKICENOVIC, N.; ALCAMO, J.; DAVIS, G. et al. **Special report on emission scenarios**. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000. 2010, Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.htm>>. Acesso em: 03 abr. 2013.

PANDOLFO, C.; PEREIRA, E.S.; RAMOS, A.M. et al. Sistema computacional para elaborar o Zoneamento Agrícola de Santa Catarina. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: Epagri; Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. CD-ROM.

PANDOLFO, C.; HAMMES, L.A.; CAMARGO, C. et al. Estimativas dos impactos das mudanças climáticas nos zoneamentos da cultura da banana e da maçã no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.20, n.2, p.36-40, jul. 2007.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA, J.R.V.P. da. et al. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2007. Versão 2 CD-ROM.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba: USP, 2007. 192p.

ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K.A.; KLIEWER, W.M. Effects of exogenous factors on phenylalanine ammonia-lyase activity and accumulation of anthocyanins and total phenolics in grape berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.37, n.4, p.275-280, 1986.

TAGLIARI, P.S. Potencial para produção de vinhos finos nas regiões mais altas de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.16, n.2, p.26-32, jul. 2003.

WATERHOUSE, A. Wine phenolics. **Ann. N.Y. Acad. Sci.**, v.957, p.21-36, 2002. ■