



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia

Estimativa dos impactos gerados pelas mudanças climáticas na
potencialidade da cultura da videira europeia (*Vitis vinifera* L.) no
Estado de Santa Catarina

Ludmila Nascimento Machado

Florianópolis/SC
2009/1

Estimativa dos impactos gerados pelas mudanças climáticas na
potencialidade da cultura da videira europeia (*Vitis vinifera* L.) no
Estado de Santa Catarina

Relatório de Estágio do Curso de Agronomia

Relatório de estágio curricular
apresentado ao Curso de
Graduação em Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal de
Santa Catarina, como
requisito parcial para a
obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Acadêmica: Ludmila Nascimento Machado

Professor Orientador: Aparecido Lima da Silva, Dr. Ciências Biológicas

Supervisora: Cristina Pandolfo, M. Sc. Agrometeorologia

Florianópolis/ SC

2009/1

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me ensinar o caminho que necessitamos palmilhar por nós mesmos.

Aos meus familiares, principalmente minha mãe Jane Almeida e minha avó Alvarina Almeida, que apesar da distância, sempre me apoiaram com palavras sábias nos momentos mais tumultuosos no qual passei.

À equipe de pesquisa do Ciram, em especial Cristina Pandolfo, Cláudia Camargo, Luiz Albano Hammes e Ângelo Massignam, por me ajudarem muito durante o período de estágio com seus amplos conhecimentos.

Ao Professor Orientador Aparecido Lima da Silva.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito” (*Chico Xavier*).

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| AGRADECIMENTOS..... | iii |
| LISTA DE FIGURAS..... | vi |
| LISTA DE TABELAS..... | vii |
| RESUMO..... | viii |
| 1. APRESENTAÇÃO..... | 1 |
| 2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA..... | 1 |
| 2.1 Epagri..... | 1 |
| 2.2 Ciram..... | 2 |
| 3. INTRODUÇÃO..... | 4 |
| 4. OBJETIVO..... | 7 |
| 4.1 Objetivo geral..... | 7 |
| 4.2 Objetivos específicos..... | 8 |
| 5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 8 |
| 5.1 Tendências de Mudanças Climáticas..... | 8 |
| 5.1.1 No mundo..... | 8 |
| 5.1.2 No Brasil..... | 10 |
| 5.1.3 Em Santa Catarina..... | 11 |
| 5.2 A cultura da videira..... | 13 |
| 5.2.1 Exigências bioclimáticas..... | 15 |
| 5.2.2 Horas de frio..... | 18 |
| 5.3 Zoneamento agrícola..... | 20 |
| 5.3.1 Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico..... | 21 |
| 5.3.2 Zoneamento Agrícola Redução de Riscos Climáticos..... | 21 |
| 6. METODOLOGIA..... | 24 |
| 6.1 Tendências Climáticas em Santa Catarina..... | 24 |

| | |
|--|----|
| 6.1.1 Coleta de Informações..... | 25 |
| 6.1.2 Análise dos dados meteorológicos..... | 26 |
| 6.1.3 Análise estatística..... | 30 |
| 6.2 Zoneamento Agrícola em função das mudanças climáticas..... | 31 |
| 6.2.1 Cruzamentos de informações bioclimáticas das culturas..... | 31 |
| 6.2.2 Espacialização dos resultados..... | 32 |
| 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 33 |
| 7.1 Alterações climáticas de temperatura do ar..... | 33 |
| 7.2 Alterações no número de horas de frio em Santa Catarina..... | 40 |
| 7.3 Impactos das Mudanças Climáticas no Zoneamento..... | 46 |
| 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 50 |
| 9. Referências Bibliográficas..... | 51 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Média do total anual de horas de frio abaixo de 7,2°C no Estado de Santa Catarina..... | 20 |
| Figura 2 - Zoneamento de Riscos Climáticos da Cultura da Videira Européia, no Estado de Santa Catarina, referente ao ano Agrícola de 2008/2009..... | 24 |
| Figura 3 - Localização das estações meteorológicas monitoradas pela Epagri/Ciram..... | 26 |
| Figura 4 - Tendências anuais da temperatura mínima do ar no Estado catarinense, considerando a série histórica de cada localidade..... | 34 |
| Figura 5 - Tendências anuais da temperatura mínima do ar para as localidades de Videira (a) e Caçador (b), em Santa Catarina..... | 35 |
| Figura 6 - Tendências anuais da temperatura máxima do ar no Estado catarinense, considerando a série histórica de cada localidade..... | 37 |
| Figura 7 - Tendências anuais da temperatura máxima do ar para as localidades de Florianópolis (a) e São Miguel do Oeste (b), em Santa Catarina..... | 38 |
| Figura 8 - Tendências anuais da temperatura máxima do ar para as localidades de Chapecó (a) e Videira (b), em Santa Catarina..... | 39 |
| Figura 9 - Espacialização do coeficientes angulares da regressão linear entre a estimativa do total de horas de frio abaixo de 7,2 °C e ano para o Estado de Santa Catarina..... | 41 |
| Figura 10 – Total anual médio de horas de frio abaixo de 7,2 °C para o Estado de Santa Catarina..... | 43 |
| Figura 11 - Total anual médio de horas de frio abaixo de 7,2 °C para o Estado de Santa Catarina - (Cenário 20 anos)..... | 44 |
| Figura 12 – Total anual médio de horas de frio abaixo de 7,2 °C anual para o Estado de Santa Catarina - (Cenário 50 anos)..... | 45 |
| Figura 13 - Áreas de produção de videira (ha) no Estado de Santa Catarina. Média municipal do período de 2003 a 2007..... | 46 |
| Figura 14 - Zoneamento agrícola para a cultura da videira em Santa Catarina..... | 47 |
| Figura 15 - Cenário de zoneamento agrícola para a cultura da videira européia – Cenário 20 anos..... | 48 |
| Figura 16 - Cenário de zoneamento agrícola para a cultura da videira européia – Cenário 50 anos..... | 49 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Estações meteorológicas, códigos e número de anos da série histórica..... | 25 |
| Tabela 2 – Número de anos das séries históricas, intercepto, coeficientes angulares e significância da regressão linear entre a estimativa do total de horas de frio abaixo de 7,2 °C e ano para diferentes estações meteorológicas..... | 40 |
| Tabela 3 - Total anual médio de horas de frio anual simulados para 10, 20, 30, 40 e 50 anos..... | 42 |

RESUMO

O trabalho foi realizado no Centro de Informações de Recursos Ambientais de Santa Catarina (CIRAM/Epagri) e teve como objetivo principal analisar tendência de variáveis meteorológicas para variáveis utilizadas no zoneamento agrícola da videira européia gerando uma estimativa dos impactos das mudanças climáticas no zoneamento desta cultura no Estado de Santa Catarina, elaborando cenários para 20 e 50 anos. Utilizaram-se dados provenientes de 16 estações meteorológicas de Santa Catarina e foram analisadas as tendências das seguintes variáveis: temperaturas mínima, máxima e 21 horas, bem como a variável agrometeorológica horas de frio, temperaturas abaixo de 7,2 °C. Para simular os cenários de zoneamento agrícola para a cultura da videira européia, foram utilizados os critérios de Zoneamento de Riscos Climáticos no Estado de Santa Catarina. Ao analisar-se a variável horas de frio, observou-se que somente 5 estações apresentaram tendências significativas, sendo que em quatro, as horas de frio diminuíram e em apenas uma, aumentou. Identificou-se que impactos importantes devido às mudanças climáticas irão ocorrer e que com isso medidas preventivas e elaboração de propostas estratégicas que possam atuar no setor agrícola, deverão ser tomadas. Ficou evidente que com o passar dos anos a região onde se concentra a maior produção de videira européia, será também a região mais afetada pelos impactos, no que se refere ao acúmulo de horas de frio, fator de extrema importância no desenvolvimento da cultura da videira.

Palavras-chave: mudanças climáticas, zoneamento agrícola, videira européia, horas de frio.

1. APRESENTAÇÃO

O presente estágio de conclusão do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, foi realizado na empresa CIRAM /Epagri, durante o período de 2 de março à 2 de junho de 2009, tendo como como supervisora, Cristina Pandolfo, M. Sc. Agrometeorologia. Foi designado como orientador o professor Aparecido Lima da Silva, Dr. Ciências Biológicas do Departamento de Fitotecnia do Centro de ciência Agrárias – CCA.

2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

2.1 Epagri

A Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A – foi criada em 1991, no bojo de uma profunda reforma administrativa promovida pelo governo estadual no Serviço Público Agrícola, que fundiu e incorporou numa só instituição os serviços de pesquisa agropecuária até então desenvolvidos pela Empasc – Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A., de extensão rural pela Acaresc – Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina, de extensão pesqueira pela Acarpesc - Associação de Crédito e Assistência Pesqueira de Santa Catarina, além do serviço de fomento apícola, à cargo do IASC – Instituto de Apicultura de Santa Catarina.

O objetivo da fusão-incorporação, apresentado à sociedade e ao Poder Legislativo, foi racionalizar os recursos e atividades, aproximando mais os trabalhos de pesquisadores e extensionistas, em busca de reflexos positivos para o produtor rural.

Em 22 de junho de 2005, a Epagri incorporou o Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina – Instituto Cepa/SC. Na mesma data, a Assembléia de Acionistas aprovou a transformação da Epagri em empresa pública.

A missão da Epagri é conhecimento, tecnologia e extensão para o desenvolvimento sustentável do meio rural, em benefício da sociedade. Os objetivos-fins: Promover a preservação, recuperação, conservação e utilização sustentável dos recursos naturais. Buscar a competitividade da agricultura catarinense frente a mercados globalizados, adequando os produtos às exigências dos consumidores. Promover a melhoria da qualidade de vida do meio rural e pesqueiro. A estrutura organizacional da Epagri compreende, no nível político-estratégico, a sede administrativa, integrada pelos órgãos deliberativos e de fiscalização, a diretoria executiva, as gerências estaduais e as assessorias, competindo-lhes a formulação de políticas, diretrizes, estratégias e o estabelecimento de prioridades; análise da gestão econômico-financeira; coordenação, avaliação, suporte institucional e articulação interinstitucional.

No nível tático-operacional, compete às gerências regionais – compostas por escritórios municipais, às unidades de pesquisa, com seus campos experimentais, e aos centros de treinamento – o cumprimento das políticas, diretrizes, estratégias e prioridades; formulação e execução de projetos; administração dos recursos humanos, materiais e financeiros; articulação e suporte intrarregional; participação nos planos municipais de desenvolvimento rural e na articulação local.

A Sede da Empresa está localizada à Rodovia Admar Gonzaga, 1.347 Bairro Itacorubi em Florianópolis, SC, Brasil (Epagri, 2009).

2.2 Ciram

O Ciram foi criado em 30 de março de 1998 para dotar o Estado de Santa Catarina de uma estrutura capaz de levantar e monitorar seus recursos naturais e o meio ambiente. Está localizado em Florianópolis, SC, juntamente com a Sede

Administrativa da Epagri, integrado a uma rede de estações experimentais e centros especializados, localizados estrategicamente nas diversas regiões agroecológicas do Estado de Santa Catarina. Tem como público alvo os profissionais da pesquisa, da extensão, centros de treinamento da Epagri, entidades ambientalistas, empresas privadas, universidades, autoridades catarinenses e, em especial, a família do agricultor e suas organizações.

Tem como objetivo, integrar dados e informações dos recursos ambientais de forma eficiente, estruturando um centro de referência com equipamentos, materiais e equipe multidisciplinar para o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias e para a prestação de serviços especializados. A Epagri/Ciram valoriza o intercâmbio com outras instituições estaduais, nacionais e internacionais, por meio de cooperação técnico-científica, inserindo-se no contexto global da administração de informações sobre recursos ambientais.

Sua missão é gerar, disponibilizar e difundir informações e tecnologias ambientais para o desenvolvimento sustentável da agricultura, ambientes marinhos e aquáticos e dos agroecossistemas catarinenses, proporcionando qualidade de vida aos cidadãos. O Centro é uma unidade de excelência e referência em pesquisa e difusão de informações ambientais em Santa Catarina e no Brasil, reconhecida por tratar os problemas ambientais com visão sistêmica, apresentar propostas de soluções adequadas ao setor produtivo e ao meio ambiente, estar comprometida com o bem-estar da sociedade e armazenar, organizar, gerar, disponibilizar e difundir informações ambientais.

3. INTRODUÇÃO

O clima mundial tem sempre variado de modo natural, no entanto, resultados de pesquisas e simulações numéricas ao longo dos últimos anos vêm mostrando que emissões excessivas de certos gases na atmosfera podem provocar mudanças irreversíveis no clima. Os níveis de CO₂ aumentaram de 280 ppm (partes por milhão) no período que antecede a revolução industrial (1860) para aproximadamente 360 ppm nos tempos atuais. Ao mesmo tempo, o aumento na temperatura global, observada no mesmo período, é incompatível com o tempo necessário a adaptação dos ecossistemas (FERRAZ E AMBRIZZI, 2004).

Muitas são as atividades agrícolas que dependem das variações de temperatura, tais como a fruticultura e o plantio de grãos (CRUZ et al., 2009). O atraso de chuvas, ocorrência de veranicos, aumento de temperatura média, ondas de calor no inverno, são alguns dos fatores que causam preocupação nos agricultores, podendo estes afetar a fase reprodutiva da planta e de desenvolvimento, sendo prejudicial à produção de determinada cultura.

Diante da problemática das mudanças climáticas globais, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a UNEP (*United Nations Environment Programme*), criaram o IPCC (*Intergovernmental Panel On Climate Change*), em 1988. O IPCC é uma entidade formada por cientistas de todo o mundo, com o objetivo de estudar e divulgar abertamente as informações técnicas e sócio-econômicas e os impactos relevantes aos riscos à humanidade visando criar mecanismos para a adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas globais.

O segundo e terceiro relatórios do IPCC sugerem que o aquecimento global tem alta probabilidade de ser causado pelas emissões antrópicas de gases que bloqueiam a saída da radiação solar, sendo mundialmente conhecido como “efeito estufa”. Não esquecendo que o efeito estufa se trata de um fenômeno natural, mas que vem sendo influenciado por atividades humanas. O processo ocorre da seguinte forma: alguns gases como o vapor d'água, dióxido de carbono (CO₂) e

metano (CH₄) são capazes de reter o calor do Sol na atmosfera e por isso receberam o nome de "gases do efeito estufa". Sem esses gases, a radiação solar se dissiparia no espaço e nosso planeta seria cerca de 30°C mais frio. Com eles, parte do calor do sol refletido na superfície terrestre fica "preso" na atmosfera, mantendo a temperatura necessária para a existência de grande parte da vida no planeta. O fenômeno é semelhante ao ocorrido em uma estufa, que mantém o calor preso dentro de um ambiente específico. Daí o nome de "efeito estufa". O aquecimento total depende da relação entre o aumento na concentração de cada um dos gases de efeito estufa, das suas concentrações atuais na atmosfera e de suas propriedades radiativas. Alguns efeitos desse aquecimento já são observados nos tempos atuais: a) aumento no nível do mar; b) mudança no regime de chuvas; c) aumento na intensidade e frequência de tempestades de chuva e neve; d) períodos secos mais intensos causando ressecamento do solo (MARENGO, 2001).

O Brasil com sua extensa dimensão continental possui uma considerável heterogeneidade climática, tipos de solo e topografia que imprimem condições favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento de determinadas culturas. Considerando-se os prognósticos futuros de aumento da temperatura do ar pode-se admitir que, nas regiões climatologicamente limítrofes àquelas de delimitação de cultivo adequado de plantas agrícolas, a anomalia positiva que venha a ocorrer será desfavorável ao desenvolvimento vegetal. Quanto maior a anomalia, menos apta se tornará à região, até o limite máximo de tolerância biológica ao calor. Por outro lado, outras culturas mais resistentes a altas temperaturas, provavelmente serão beneficiadas, até o seu limite próprio de tolerância ao estresse térmico. No caso de baixas temperaturas, regiões que atualmente sejam limitantes ao desenvolvimento de culturas susceptíveis a geadas, com o aumento do nível térmico devido ao aquecimento global, passarão a exibir condições favoráveis ao desenvolvimento da planta. Uma avaliação da variabilidade climática ao longo do tempo no Brasil mostra que, dependendo da região analisada, podem ocorrer alterações contínuas ou ciclos bem demarcados dos elementos meteorológicos, como a temperatura do ar (ASSAD et al., 2004).

Em especial, a economia da Região Sul é basicamente dependente da agricultura e deste modo existe uma estreita ligação entre as alterações climáticas e o ciclo de vida de determinadas culturas. O uso de cenários agrícolas, simulando-se as mudanças climáticas, permite estimar os impactos destas 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., 2007a).

No entanto, os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes podem ser positivos, negativos ou neutros, pois as mudanças climáticas podem diminuir aumentar ou não ter efeito sobre diferentes problemas fitossanitários (HAMADA et al., 2005).

Dados diários de temperatura do ar são de extrema importância quando se realizam pesquisas em escalas de tempo de um dia a meses, e em particular, em nível regional.

Existe um incremento na demanda destes dados, com um direcionamento cada vez mais multidisciplinar, abrangendo diferentes áreas de interesse, tais como em estudos de mudanças climáticas, e seus impactos aos recursos hídricos, a saúde, a agricultura, entre outros.

Estudos realizados por pesquisadores da Epagri/Ciram mostram a importância de se avaliar os impactos causados pelas alterações do clima, que interferem diretamente nas atividades agrícolas do Estado catarinense. Essas análises são feitas com a utilização de séries históricas de dados meteorológicos, perante isso, dados diários de temperatura do ar e precipitação são de extrema importância quando se realizam pesquisas em escalas de tempo de um dia a meses, e em particular, em nível regional (CAMARGO, et al., 2006)

O Zoneamento Agrícola é um artifício utilizado a fim de delimitar regiões, onde as condições de meio ambiente, solo e econômicas, caracterizem a maior probabilidade possível de sucesso em termos de produtividade e rentabilidade, a uma determinada cultura (OMETTO, 1981)

Partindo do zoneamento climático de 2007, foram simulados os cenários agrícolas do Brasil para os anos de 2010 (representação mais próxima das condições atuais), 2020, 2050 e 2070, diante das perspectivas de aquecimento global. Para isso foram consideradas as projeções de aumento de temperatura feitas pelo IPCC. O quarto relatório de avaliação (AR4) do painel, divulgado em 2007, propôs vários cenários que podem ocorrer até 2100 – a projeção fica mais sombria quanto menos forem empregadas medidas para conter as emissões de gases de efeito estufa. Neste estudo foram adotados os cenários A2 – o mais pessimista, que estima um aumento de temperatura entre 2°C e 5,4°C até 2100 - o B2, um pouco mais otimista, que prevê um aumento de temperatura entre 1,4°C e 3,8°C em 2100.

4. OBJETIVO

4.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi de analisar a linha de tendência de variação meteorológica para variáveis utilizadas no zoneamento agrícola da videira europeia e com o uso de cenários agrícola proposto neste estudo, possibilitou estimar e gerar uma estimativa dos impactos das mudanças climáticas no zoneamento desta cultura no Estado de Santa Catarina e de acordo com os resultados permitiu elaborar propostas estratégicas que possam atuar no setor agrícola, através de melhoramento genético, manejo agrícola mais adequado e seleção de espécies adaptadas aos novos panoramas climáticos.

4.2 Objetivos específicos

- Acessar banco de dados para extração de informações meteorológicas;
- Tabular, conferir e preencher falhas de dados meteorológicos;
- Analisar estatisticamente a tendência de variação meteorológica (temperaturas mínimas, máximas, 21 horas e horas de frio abaixo de 7,2 C);
- Aplicar os modelos de cenários climatológicos para simular o zoneamento agrícola para a videira europeia com os critérios utilizados atualmente e projetos para 20 e 50 anos.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 Tendências de Mudanças Climáticas

5.1.1. No mundo

A possível mudança do clima da Terra pode afetar os componentes do ciclo hidrológico de diferentes ecossistemas e conseqüentemente a disponibilidade de recursos hídricos e a duração dos períodos de estiagem e enchente. O conteúdo de água no solo é um dos componentes do ciclo hidrológico que influencia diretamente a quantidade de água disponível para as culturas agrícolas, o que por sua vez afeta o seu desenvolvimento, crescimento e rendimento, e a necessidade de irrigação (STRECK & ALBERTO, 2006).

Segundo Marengo (2006), o aquecimento global recente tem impactos ambientais intensos (como o derretimento das geleiras e calotas polares), assim como em processos biológicos (como os períodos de floração).

A perdurar o aquecimento global, como tudo está a indicar, conseqüências de grande intensidade e imprevisíveis serão uma constante para os próximos anos no mundo todo (PANDOLFO et al., 2007b).

A Terra sempre passou por ciclos naturais de aquecimento e resfriamento, da mesma forma que períodos de intensa atividade geológica lançaram à superfície quantidades colossais de gases que formaram de tempos em tempos uma espécie de bolha gasosa sobre o planeta, criando um efeito estufa natural. Ocorre que, atualmente, a atividade industrial está afetando o clima terrestre na sua variação natural, o que sugere que a atividade humana é um fator determinante no aquecimento (MARENGO, 2006).

As ferramentas comumente adotadas para obter e avaliar projeções climáticas passadas e futuras são os modelos de clima que podem ser: Modelos Globais Atmosféricos (GCMs) ou Modelos Globais Acoplados Oceano-Atmosfera (AOGCMs) (Marengo, 2006). Nesses modelos numéricos provêm de uma visão tridimensional do sistema climático, descrevendo os principais processos físicos e dinâmicos, assim como as interações entre as componentes do sistema climático e os mecanismos de retro-alimentação (*feedbacks*) entre os processos físicos. Estes modelos podem simular climas futuros em nível global e regional como resposta a mudanças na concentração de gases de efeito estufa tende a aquecer o planeta ao passo que aerossóis têm um efeito de esfriamento (MARENGO, 2006).

Ao passar de cada ano, em diferentes regiões do mundo, as características do clima não se apresentam da mesma forma. Invernos mais quentes, ainda com fortes incidências de eventos extremos de frio, assim como, períodos de estiagem mais prolongados e tempestades severas mais intensas são alguns exemplos de alterações climáticas que tem causado grandes impactos à sociedade (CAMARGO et al., 2006).

Outros fatores que respondem pelas mudanças do clima regional e global são o excessivo desmatamento e outras atividades associadas ao uso da terra, como agricultura, e construção de grandes cidades (MARENGO, 2006).

Com o aquecimento global, em um futuro próximo, espera-se cenário de clima mais extremo com secas, inundações e ondas de calor mais freqüentes (SALATI, 2004 apud ASSAD et al., 2004).

Segundo Marengo (2006), existem evidências de que eventos extremos como secas, enchentes, ondas de calor e de frio, furacões e tempestades, têm afetado diferentes partes do planeta e produzindo enormes perdas econômicas e de vidas.

5.1.2. No Brasil

De acordo com Nobre (1991), no Brasil, análises das observações de temperatura indicam pequeno aumento da temperatura do ar à superfície durante o Século XX, compatíveis com o aquecimento global experimentado pelo planeta.

Este aquecimento observado em todo o País tem sido detectado especialmente no inverno, cuja temperatura mínima tem apresentado uma taxa de aquecimento maior que a temperatura máxima (MARENGO, 2006).

A emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera resultantes de ações antrópicas, há altíssima probabilidade que haverá mudanças climáticas globais de grande magnitude ocorrendo nos próximos 100 anos. Entre elas, as mais significativas para o país são o aumento de temperatura, modificações nos padrões de chuvas e alterações na distribuição de extremos climáticos tais como secas, inundações, penetração de frentes frias, geadas, tempestades severas, vendavais, granizo, etc. (NOBRE, 1991).

Ainda que a contribuição do Brasil, para a concentração global de gases de efeito estufa seja menor que a dos países industrializados, a contribuição devido a queimadas (fumaça e aerossóis) é bastante elevada. O Brasil é o 4º maior emissor

do planeta, quando são levados em conta os gases lançados na atmosfera, por causa das queimadas feitas para desmatar (RODRIGUES , 2009).

A extensão de uma estação seca em algumas regiões do Brasil poderá afetar os balanços hidrológicos regional, comprometendo dessa maneira algumas atividades humanas relacionadas com a agricultura, ainda que haja alguma previsão de aumento de chuva no futuro. As elevadas temperaturas do ar simuladas pelos modelos poderão, de alguma forma, comprometer a disponibilidade de água para agricultura, consumo ou geração de energia devido a um acréscimo previsto na evaporação ou evapotranspiração.

Ainda que a queima de combustíveis fósseis seja a principal responsável pela alta concentração de gases-estufa, de acordo com o IPCC a agricultura é responsável por 13,5% das emissões anuais de gás carbônico (PINTO & ASSAD, 2008).

Nos últimos anos a produção agrícola cresceu para atender muito mais as oportunidades de exportação do que as necessidades do interno. Uma redução nos níveis de produção como reflexo das mudanças climáticas deve provocar, por consequência, uma diminuição das principais linhas de exportação (PINTO & ASSAD, 2008).

5.1.3. Em Santa Catarina

Diversos extremos de clima foram observados nos últimos cinco anos como seca no Sul em 2004-2006, ciclone Catarina em 2004, seca na Amazônia em 2005, chuvas intensas e enchentes ocorridas no Sudeste e Sul do Brasil, em especial os eventos recentes de chuvas intensas e inundações em Santa Catarina em 2008, que causaram a morte de muitas pessoas e perdas econômicas da ordem de centenas de milhões de dólares.

A questão das mudanças climáticas tem sido discutida em todos os setores da atividade humana e em diferentes regiões, onde relatórios de pesquisa têm evidenciado as alterações principalmente nos padrões de ocorrência de temperatura e precipitação (PANDOLFO et al., 2007b).

A região Sul, que hoje é mais restrita para culturas adaptadas ao clima tropical por causa do alto risco de geadas, deve experimentar uma redução desse evento extremo.

No Estado de Santa Catarina não poderia ser diferente. Um aspecto importante é estimar a influência das mudanças climáticas na agricultura, atividade direta e indiretamente responsável pela subsistência de um grande número de famílias catarinenses que vivem no campo. Assim, aumentar o grau de informações com relação a estas alterações é o grande desafio, pois suas conseqüências têm abrangência global (PANDOLFO et al., 2007b).

De acordo com estudos realizados por pesquisadores da Epagri/Ciram, utilizando séries históricas de dados meteorológicos, mostraram um forte aquecimento da temperatura do ar ao longo dos anos, com destaque a década de 90, tal como em nível global. Estas análises foram de fundamental importância para avaliar os impactos causados pelas alterações do clima nas atividades econômicas do Estado catarinense (CAMARGO et al., 2006)

Outra mudança também bastante discutida nos dias de hoje são as alterações em relação aos regimes de precipitação ao longo dos últimos anos, que está altamente relacionada a perdas agrícolas e a problemas de abastecimento de água em Santa Catarina. Na maioria das regiões no Estado catarinense, os totais anuais de precipitação apresentam uma tendência de aumento com o passar dos anos. Porém, destaca-se que embora os totais de precipitação estejam aumentando, o número de dias consecutivos sem chuva também tem aumentado nos últimos anos. Ou seja, a ocorrência de eventos extremos de chuva, tais como: chuvas acima de 100 mm tem aumentado, porém com períodos mais distanciados entre um evento e outro (CAMARGO et al., 2006).

Na esteira do aquecimento global, já constato em Santa Catarina, a perdurar o aquecimento global, como tudo está a indicar, conseqüências de grande intensidade e imprevisíveis serão uma constante para os próximos anos no mundo todo e inclusive no Estado catarinense. Mudanças nas épocas de plantio e de cultivos em regiões antes inimagináveis também serão presenciadas (CAMARGO et al., 2006).

5.2 A cultura da videira

Há dois milhões de anos já coexistiam as uvas e o homem que as podia colher. O cultivo da videira está ligado ao homem pela história, pelas religiões e, especialmente no ocidente, pela colonização das Américas, da África e da Austrália. É a frutífera que ocupa a segunda maior área cultivada, com mais de sete milhões de hectares distribuídos em todos os continentes (ICEPA, 2004).

Depois dos países europeus, Espanha, França e Itália, destacam-se também na produção de uvas a China e os Estados Unidos da América, ambos com mais de 5 milhões de toneladas, seguidos pela Turquia, Irã, Austrália, África do Sul, Índia, Grécia e Egito, todos com mais de 1 milhão de toneladas por safra. Além destes, Argentina e o Chile, países vizinhos, com grande potencial de concorrência na produção de uvas para consumo “in natura”, passas, especialmente transformadas em vinhos finos (BRITO, 2008).

A produção de uvas no Brasil se localiza nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Constitui-se em atividade consolidada, com importância sócio-econômica, nos Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Pernambuco, Bahia, e Minas Gerais, com participação de 57,10%; 17,44%; 9,63%; 5,04%; 4,93%; 3,74% e 1,34%, da área colhida em 2000, respectivamente. Além dos Estados tradicionalmente produtores de uva, Mato

Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás (Região Centro-oeste) e Ceará (Região Nordeste) despontam como potenciais produtores de uvas de mesa.

A produção brasileira cresce, desde a década de 90, em taxas anuais que se aproximam de 10%. Isso decorre da ampliação significativa das exportações de uvas “in natura” e de sucos e também da ampliação das fronteiras da viticultura brasileira, nomeadamente pela inclusão de áreas onde a produção permite menor sazonalidade de preços e onde se podem obter duas safras por ano ou mais, caso do Nordeste e do Centro-Oeste, a primeira responsável por mais de 90% das exportações desse produto “in natura” (BRITO, 2008).

Em Santa Catarina, a vitivinicultura apresenta expressão econômica, principalmente na Região do Vale do Rio do Peixe. Segundo o Cadastro Vinícola do Vale do Rio do Peixe - Santa Catarina, 2000, a viticultura daquela região ocupa uma área de 1.706,91 ha, apresentando grande similaridade com a da Região da Serra Gaúcha quanto à estrutura fundiária, topografia e tipo de exploração vinícola, baseada no uso da mão-de-obra familiar e voltada à produção de uvas destinadas, principalmente, à elaboração de vinhos de consumo corrente e suco de uva, sendo uma parte menor da produção destinada ao consumo “in natura”, com destaque para as cultivares Isabel com 859,27 ha, Niágara Branca com 324,52 ha, Seibel com 124,19 ha e Couderc (Seibel 1077) com 82,69 ha em 2000. A área média das propriedades desta região é de aproximadamente 30 ha, dos quais 2,14 ha com vinhedos. São propriedades com topografias acidentadas, nem sempre aproveitáveis integralmente para a agricultura.

Segundo Brito (2008), Santa Catarina é responsável por 4% da produção nacional de uva e ainda é o segundo produtor nacional de vinhos e mosto, patamar em que permanece estagnado. Apesar do avanço na área plantada o rendimento médio por hectare continua muito baixo em relação aos demais estados. Sua participação na produção de vinho se viabiliza, praticamente, pela importação de uvas do vizinho Estado do Rio Grande do Sul.

Na Região Serrana Catarinense, os principais municípios que produzem uvas para elaboração de vinhos finos são: Água Doce, Bom Retiro, Campos

Novos, Iomerê, Tangará, Caçador e São Joaquim. Atualmente, a variedade predominante é a Cabernet Sauvignon, mas cultivam-se também vinhedos com Merlot, Pinot Noir, Cabernet Franc, Sangiovese, Sauvignon Blanc, Chardonnay, Touriga Nacional e Malbec e outras.

5.2.1 Exigências bioclimáticas

A videira pertence à família *Vitaceae*. É muito difícil estabelecer com absoluta certeza sua região de origem. Entretanto é comum levantar-se que o gênero *Vitis* tem três grandes centros de biodiversidade, ou seja: o primeiro localizado na América Setentrional, o segundo situado na Ásia Oriental incluindo Nepal, China e Japão e o terceiro mais importante o euro-asiático, incluindo nestes grupos as videiras européias (*V. vinifera*) (FREGONI, 1985 apud THOMÉ et al., 1999).

Em relação ao clima, a videira prefere o subtropical, semi-árido, inverno úmido e frio e verão quente e seco. A videira 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. Em regiões de verões úmidos, devido à sua suscetibilidade a doenças causadas por fungos, deixa a desejar. As espécies americanas aclimatam-se bem em ambientes quentes e úmidos e de invernos rigorosos, porém não se adaptam bem aos climas semi-áridos (SIMÃO, 1971 apud THOMÉ et al., 1999).

A videira é sensível a frios abaixo de -1,1°C, devendo-se evitar áreas nas quais apresentem geadas tardias primaveris e precoces de outono. A chuva e o tempo nublado no período de floração podem produzir uma má formação das bagas e abortamento das flores. Além disso, a chuva durante a maturação facilita danos aos cachos através do ataque de podridões (WINKLER, 1976 apud THOMÉ et al., 1999).

A fisiologia da planta é influenciada pela temperatura, como por exemplo: toda a atividade fisiológica é realizada acima de 0°C, sendo que de 0 a 5°C os meristemas mostram uma 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 (pela indução de déficit hídrico; temperatura maior que 40°C causa o secamento das plantas pela desidratação severa. As espécies de videiras vão desde as resistentes ao frio (*V. labrusca*) - Americanas, às sensíveis *V. rotundifolia*, passando pelas parcialmente resistentes (*V. vinifera*). Todas elas requerem um período de crescimento relativamente quente e longo para a maturação dos seus frutos (WESTWOOD, 1982 apud THOMÉ et al., 1999).

Em relação à seca, a videira é considerada uma planta muito resistente em função do seu sistema radicular, que pode alcançar grandes profundidades (COSTACURTA & ROSSELLI 1980 apud THOMÉ et al., 1999).

Uma seca moderada na maturação favorece a qualidade dos frutos da videira. A Videira pode ser cultivada sem irrigação a partir de uma precipitação anual de 500 a 600 mm por ano. Precipitação durante o período de florescimento causa falhas na frutificação durante a maturação, causa apodrecimento dos frutos e perda de qualidade (SIMÃO, 1971 apud THOMÉ et al. 1999).

Nas geadas durante a primavera, os brotos ou a parte verde da videira podem ser danificados por temperaturas de -1 a -3°C; entretanto, a intensidade dos danos varia com a duração da geada. Temperaturas inferiores a -3°C por poucas horas causam a morte de todos os brotos (GUIA, 1983 apud THOMÉ et al., 1999).

A videira, como toda a espécie de clima temperado, apresenta um período de repouso vegetativo, quando ocorre a queda gradativa das folhas até o inchamento das gemas e um período de intensa atividade vegetativa caracterizada por brotação, floração, frutificação e maturação.

A videira não cessa seu crescimento completamente pela não formação de gemas terminais. Os brotos podem aumentar sua velocidade de crescimento em qualquer época, desde que haja calor suficiente e abundância de umidade no solo. Temperatura abaixo de 10°C limita o crescimento dos brotos, induzindo desta forma a videira a entrar num período de repouso vegetativo. 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 ocorra após o término da fase vegetativa. A brotação, a floração, a frutificação e a maturação são fases seguintes do ciclo anual da videira conhecida como grande fase vegetativa onde a temperatura exerce um papel preponderante. Uma boa correlação tem sido obtida entre a qualidade de produção e as somas de horas nas quais a temperaturas permanecem acima de 10°C, durante a fase vegetativa da videira, principalmente para as uvas de mesa, em que alto teor de açúcar é desejável (WINKLER, 1976 apud THOMÉ et al., 1999).

Um fator que possui uma influência forte sobre a videira é o clima, interagindo com os demais componentes do meio natural, em especial com o solo, assim como com a cultivar e com as técnicas agronômicas de manejo da videira.

Em regiões de clima ameno são freqüentes a interrupção do inverno com temperaturas mais elevadas, que resultam em efeito negativo sobre o frio acumulado (BOTELHO et al., 2006).

A temperatura do ar exerce influência sobre vários aspectos da produtividade vegetal, estando relacionada com o crescimento e desenvolvimento das plantas, devido ao seu efeito na velocidade das reações químicas e dos processos internos de transporte (PEREIRA et al., 2002).

As baixas temperaturas do outono e inverno constituem o fator ambiental mais importante que induz a planta a entrar em dormência (PETRI et al., 2006).

As fruteiras de clima temperado, por exemplo, caracterizam-se pela entrada em dormência no inverno, com drástica redução de suas atividades metabólicas (CRUZ et al., 2009).

A dormência é um fenômeno biológico que ocorre em sementes, tubérculos, bulbos e gemas, principalmente de fruteiras de clima temperado. Durante o período de dormência, quando as condições não são favoráveis ao crescimento, esta ainda apresenta atividades fisiológicas, embora em níveis mínimos. Durante esse período, reações bioquímicas ocorrem no interior da planta que são essenciais para iniciar um novo ciclo de crescimento.

Sob condições naturais, o efeito do frio é muito importante na delimitação das áreas propícias para o plantio de videira, pois é uma característica varietal que influencia fortemente na quebra de dormência. Todavia, em função da tecnologia atualmente disponível, este fator torna-se menos importante, pois o uso de produtos para quebra de dormência é hoje largamente utilizado no Estado de Santa Catarina (THOMÉ et al., 1999).

5.2.2 Horas de frio

A regularidade e a intensidade de baixas temperaturas são fundamentais, pois oscilações durante o período de dormência podem fazer com que a planta permaneça por um maior período em dormência ou que ocorram brotação e floração desuniformes, podendo grande parte das gemas permanecer dormente (PETRI, et al., 2006).

As dificuldades para a determinação de uma temperatura padrão para estimar o frio acumulado e a simplicidade do conceito de horas frio (HF) abaixo de 7,2 °C fez com que modelos matemáticos fossem desenvolvidos para o estudo da acumulação de frio. O cálculo de HF consiste na soma diária das temperaturas iguais ou abaixo de 7,2 °C durante o período de outono e inverno (maio a setembro). Este método, conhecido como horas de frio (HF), é determinado por um termógrafo, onde é feita a leitura do tempo em que a temperatura ficou igual

ou abaixo de 7,2 °C. Vários modelos foram desenvolvidos, destacando-se os de horas de frio ponderadas, modelo de UTAH e Carolina do Norte (PETRI et al., 2006).

O número de horas que a temperatura do ar permanece abaixo de determinado valor é um índice bioclimático bastante utilizado nos estudos do efeito do nível térmico sobre o desenvolvimento vegetal (POLA & ANGELOCCI, 1993).

As estimativas em base diária, por sua vez, permitem determinações de horas de frio ocorrentes em qualquer época ou período de interesse, o que auxilia estudos agroclimáticos envolvendo a ação do frio sobre as plantas (POLA, 1987).

Os estudos de probabilidade de horas de frio são importantes para a definição da área e do risco de produção das fruteiras de clima temperado, bem como das cultivares adequadas para cada região de acordo com a variabilidade climática nesta região, permitindo a adequação dos períodos de brotação com épocas de menor probabilidade de ocorrência de geadas e temperaturas prejudiciais à cultura, dando também suporte à tomada de decisão quanto ao uso de produtos químicos para quebra de dormência (MASSIGNAM et al., 2007). Estes mesmos autores apresentaram a média do total anual das horas de frio abaixo de 7,2 C no Estado de Santa Catarina (Figura 1).

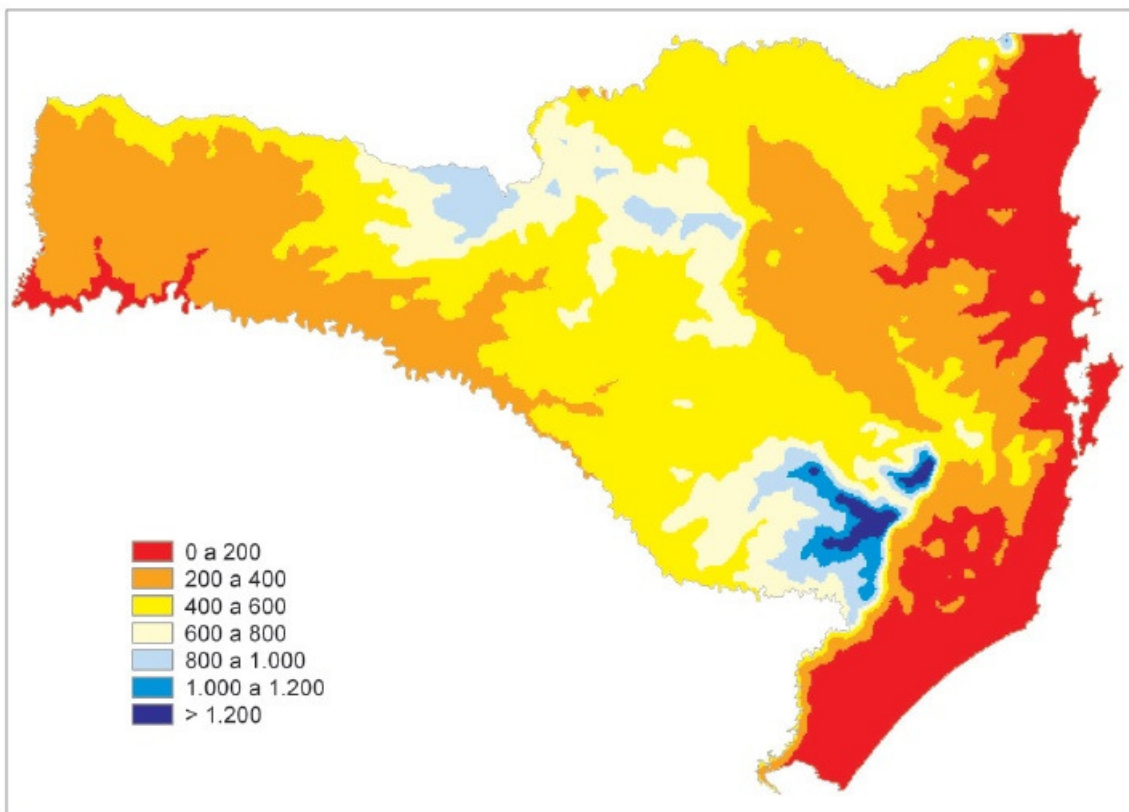


Figura 1 - Média do total anual das horas de frio abaixo de 7,2^o C no Estado de Santa Catarina.

5.3 Zoneamento agrícola

Nas últimas duas décadas, vêm se construindo um novo paradigma científico, entendendo-se que os recursos naturais do planeta são finitos e sujeitos a sérias degradações, o que estabelece os limites dentro dos quais é importante planejar o crescimento econômico e o bem-estar dos seres humanos (GUIVANT, 1995 apud THOMÉ et al., 1999).

Os trabalhos realizados no Estado catarinense relacionados com o Zoneamento podem ser conceituados em dois tipos principais: O Zoneamento

Agroecológico e Sócio econômico do Estado de Santa Catarina e o Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos.

5.3.1 Zoneamento Agroecológico e Sócio-econômico

O Zoneamento Agroecológico é o processo de identificação de áreas relativamente homogêneas, caracterizadas em função de fatores físicos (clima, solo, formas da terra), biologia (vegetação, fauna) e socioeconômicos (presença do homem e suas atividades), além da avaliação destas mesmas áreas com relação a seu potencial de sustentabilidade para usos específicos (AGO, 1997; PRIETO, 1992 apud THOMÉ et al., 1999).

A principal função do Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico é fornecer subsídios técnico-científicos para a elaboração de planos de Ordenação do Território Nacional (UNCED 92 1991). É um processo dinâmico e deve ser repetido a cada 10 a 20 anos, de acordo com as novas condições socioeconômicas, políticas, tecnológicas, preço de oferta e demanda do mercado (AGO, 1997 apud THOME et al., 1999).

5.3.2. Zoneamento Agrícola Redução Riscos Climáticos

A regionalização para o plantio da videira no Estado de Santa Catarina tem como objetivo principal à redução dos riscos associados a fatores climáticos.

O programa de Zoneamento Agrícola no Ministério da Agricultura e Abastecimento têm contribuído, desde o seu início há dez anos, para uma redução substancial das perdas agrícolas devidas a fatores climáticos (tais como chuva excessiva, geada e seca) que representavam 95% dos prejuízos registrados até

1995. O gerenciamento de riscos em agricultura é indispensável para produzir sob a força de mercados competitivos. Reduzir riscos é a base para otimizar o desempenho do negócio agrícola visando melhorar o controle dos processos de produção. A ocorrência de eventos adversos é bastante freqüente no Estado de Santa Catarina e é possível com o uso de estudos climatológicos quantificar a probabilidade de ocorrência destes eventos para áreas de interesse agrônomo (AGROCONSULT, 2009).

O zoneamento agrícola visa viabilizar soluções tecnológicas para um agronegócio competitivo, na medida em que seu foco central é de procurar reduzir os riscos climáticos na agricultura brasileira e orientar o crédito e o seguro agrícola para tomada de decisão referente ao calendário de plantio. Em outras palavras, decidir o que plantar, quando plantar e onde plantar, com menor risco de perda, em função das adversidades climáticas, de ordem local e regional. Para que o zoneamento agrícola seja definido adequadamente, devem-se levar em consideração as exigências climáticas das culturas, bem como avaliar a fenologia de cada espécie. É de fundamental importância estabelecer a relação de causa e efeito entre disponibilidade climática e cultura (AGROCONSULT, 2009).

Quando se trabalha com o Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos, o objetivo principal, através de uma análise mais criteriosa, é a redução dos riscos associados aos fatores climáticos. Relacionando este zoneamento com o plantio da videira, o estudo existente foi feito separadamente para as cultivares americanas e européias.

No que se refere a videira européia, os critérios utilizados para o zoneamento no ano agrícola de 2007/2008 foram os seguintes (AGROCONSULT, 2008):

- A probabilidade da soma de horas frio anual (abaixo de 7,2 °C) , maiores ou igual a 600 h, deve ser superior a 0,8 (ou 80%). Regiões com disponibilidade superiores a 300 horas de frio podem ser recomendadas; podendo ocorrer desuniformidade na brotação em alguns anos.

- Probabilidade de ocorrência de geada mensal, no mês de setembro deve ser inferior a 0,7. Considerando-se esta probabilidade, o plantio fica limitado a

altitudes inferiores a 1200m. Nos municípios recomendados, o plantio em locais com altitude superiores a 1200 devem ficar restritos à áreas mais protegidas da geada,

- A precipitação à 0,75 de probabilidade, deve ser inferior à 120 mm nos decêndios 5 a 8; os quais correspondem ao período de maturação do fruto.

- Área de representatividade apta do município deve ser superior a 30% da área total.

Com base nos critérios acima os municípios com condições favoráveis foram classificados em duas categorias:

Preferencial 1 – Áreas onde o número de horas de frio invernal é igual ou superior a 600 horas, sendo estas as que propiciam condições adequadas ao cultivo das variedades viníferas.

Preferencial 2 – Áreas onde o número de horas de frio invernal é inferior a 600 horas, mas superior a 300 horas, o que pode acarretar em brotação desigual e pouco intensa em alguns anos, sendo assim, se necessário, pode-se fazer o uso da indução artificial da brotação. Nestes municípios, o plantio é recomendado em locais com altitudes superiores a 600m.

A espacialização dos critérios e índices utilizados no zoneamento definiu áreas com caracterização mesoclimática diferenciada em relação ao frio invernal. Áreas com número de horas frio acima de 600 h foram consideradas com maior aptidão vinícola. Abaixo de 600h de frio as restrições ocorrem pela insuficiência do frio invernal para atendimento das exigências em frio nas fases de quebra de dormência, pós-dormência e pré-brotção em alguns anos. Os municípios recomendados para o plantio podem ser observados na Figura 1.

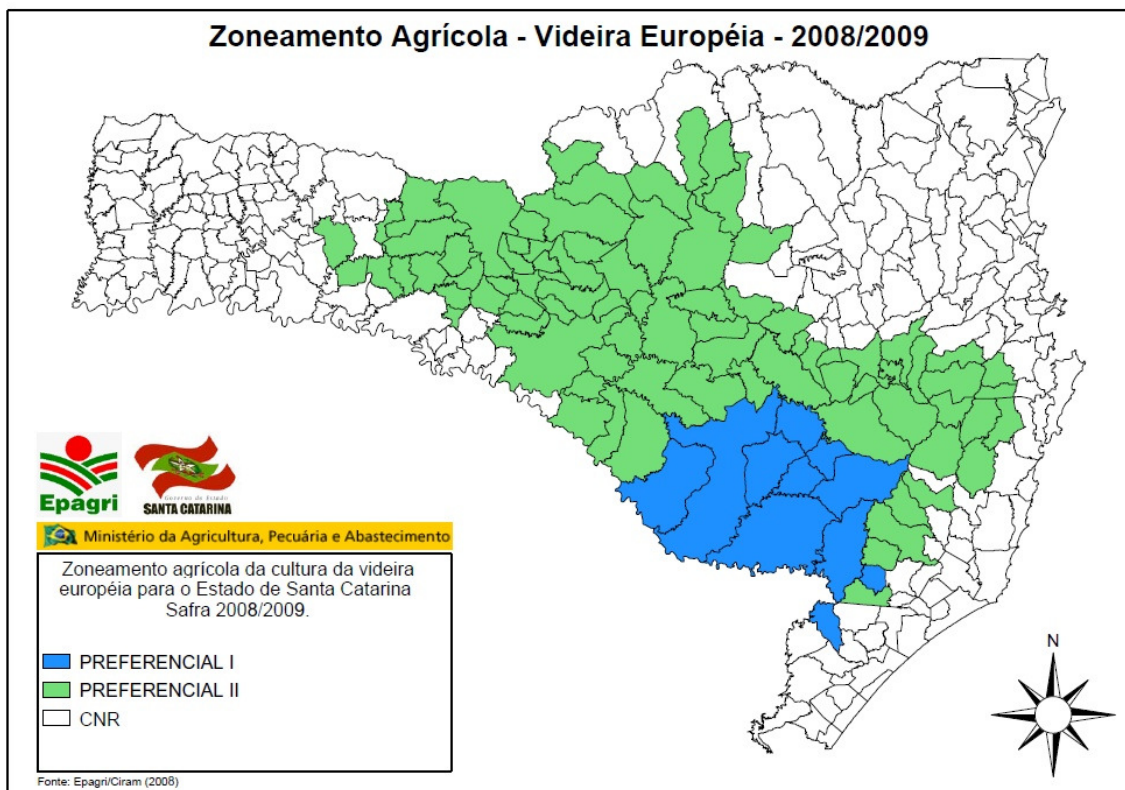


Figura 2 - Zoneamento de Riscos Climáticos da Cultura da Videira Européia, no Estado de Santa Catarina, referente ao ano Agrícola de 2008/2009.

Fonte: AGROCONSULT (2008).

Este zoneamento agrícola associado ao risco climático é o principal instrumento de planejamento que dá suporte ao Seguro Agrícola (PROAGRO).

6. METODOLOGIA

6.1 Tendências Climáticas em Santa Catarina

6.1.1 Coleta de Informações

Foram utilizados dados diários de temperatura do ar mínima e máxima provenientes de 16 estações meteorológicas localizadas no Estado de Santa Catarina, localizadas entre as latitudes 22°S a 34°S e as longitudes 58°W e 48°W, cujo os critérios utilizados para a escolha dessas estações, foram a homogeneidade de dados, ou seja, estações com uma série de dados meteorológicos mais completos. A lista das 16 estações meteorológicas utilizadas pode ser observada na Tabela 1. Esses dados foram fornecidos pela Epagri/CIRAM.

Tabela 1 - Estações meteorológicas, códigos e número de anos da série histórica.

| Código da estação | Nome Estação | Série (anos) |
|-------------------|---------------------|--------------|
| 60 | Caçador | 48 |
| 108 | Chapecó | 36 |
| 124 | Florianópolis | 41 |
| 167 | Indaial | 39 |
| 191 | Ituporanga | 24 |
| 230 | Lages | 54 |
| 361 | São Miguel do Oeste | 21 |
| 434 | Urussanga | 54 |
| 442 | Videira | 31 |
| 469 | Campos Novos | 24 |
| 477 | Itapiranga | 23 |
| 485 | Ponte Serrada | 23 |
| 515 | Major Vieira | 22 |
| 523 | São Joaquim | 54 |
| 574 | Rio Negrinho | 19 |
| 582 | Matos Costa | 18 |

Fonte: Epagri/CIRAM, (2009).

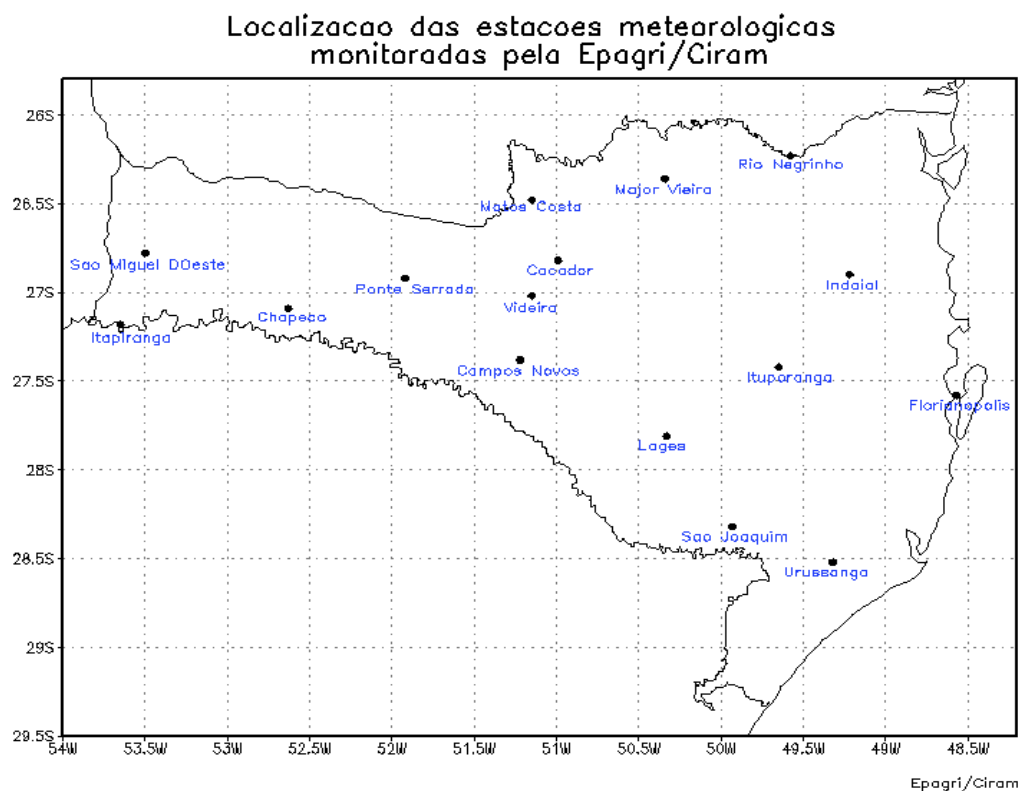


Figura 3 - Localização das estações meteorológicas monitoradas pela Epagri/Ciram.

Fonte: Epagri/CIRAM (2008)

6.1.2 Análise dos dados meteorológicos

a) Homogeneidade de dados

A primeira etapa de tratamento dos dados diz respeito à homogeneidade de dados. Para cada estação foram verificados os períodos disponíveis de dados meteorológicos e suas respectivas falhas. Somente consideraram-se, para este estudo, as estações com 75% de dados sobre o período total. É importante ressaltar que a maioria das estações que foram selecionadas possui um período quase que integral de dados. Considerando, que neste estudo referenciam-se os extremos de temperatura do ar, foi mantido o período integral de dados de cada estação, tendo a maior extensão o período de 1955 a 2008. Devido à grande

dificuldade de encontrar séries bastante complexas, considerou-se também algumas estações com períodos menores de dados, com início em 1973.

b) Análise de Consistência

Devido à grande quantidade de valores diários de temperaturas máximas e mínimas e principalmente por estar analisando temperaturas extremas, uma detalhada e cuidadosa análise de consistência é de fundamental importância. A análise de consistência utilizada neste trabalho está de acordo com os critérios aplicados por Camargo e Marengo (2004) e Rusticucci e Barrucand (2001); sendo realizada segundo as normas estabelecidas pelo guia de controle de qualidades de dados climatológicos publicados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) no programa de dados climatológicos e por uma cuidadosa análise das distribuições dos valores diários de temperatura do ar.

A organização desses dados se baseia em datar os valores de temperatura do ar, indicar os nomes das estações meteorológicas, informarem latitude, longitude e altitude em que se encontram essas estações, identificar se houve desativação ou mudança de local de alguma estação, informar a data em que iniciam os dados e identificar os períodos de dados faltantes.

A análise de consistência foi dividida em duas etapas diferentes descritas a seguir juntamente com os principais erros encontrados:

- **Primeira etapa**

Inicialmente foi feita uma leitura dos dados, onde foram organizados com um mesmo formato de apresentação; deste modo, verificou-se todos os caracteres existentes e o comportamento de cada dado registrado. Foi possível detectar a existência ou não dos seguintes itens:

- Registros inexistentes ou repetidos.

- Registros desordenados (seqüência diária em ordem inversa ou misturada).
- Registros com códigos inexistentes (letra ou símbolo no lugar dos números).
- Identificação dos valores utilizados para substituir dados faltantes (ex: 777.70; 77,70; 999.9).
- Erros na identificação dos dados faltantes.

Nesta etapa, todos os itens foram identificados entre os valores diários da temperatura, porém, em pequenas proporções; assim alguns foram corrigidos e outros eliminados.

- **Segunda etapa:**

Foram identificados os chamados erros indiscutíveis: casos em que a temperatura máxima é inferior à temperatura mínima; o valor da temperatura média ou da amplitude térmica é irreal pela inexistência do valor da temperatura mínima ou da máxima (em planilhas com as fórmulas anexadas); falsas seqüências de 0°C (zero) e na ocorrência de valores extremos inaceitáveis (valores que extrapolam os limites históricos das temperaturas extremas).

- *Temperatura máxima menor que a temperatura mínima*

Em uma situação isolada, devido à dificuldade de identificar se houve ou não troca entre a máxima e a mínima, estes dados foram considerados como dados faltantes. No caso de uma seqüência mais prolongada (principalmente ocorrendo várias vezes em um mesmo conjunto de dados), primeiro tentou-se identificar junto a quem forneceu os dados se houve ou não permutação entre os valores; não sendo possível esta identificação, estes dados foram considerados como errôneos e portanto eliminados. Em nenhuma das estações esta situação foi encontrada com contínuas repetições, apresentando-se apenas um caso ou outro.

- *Valor irreal da temperatura média ou da amplitude térmica.*

Este caso é válido quando os dados são inseridos em planilhas com fórmulas anexadas. Se um dos valores da temperatura máxima ou da temperatura mínima não existir ou estiver substituído por valores representando dados faltantes, os resultados da temperatura média ou da amplitude terão um valor irreal. Isto foi bastante observado em todas as estações em que os dados foram transformados e anexados em planilhas de cálculos. Deste modo, todas as possibilidades de ocorrer esta situação foram observadas cuidadosamente.

- *Falsas seqüências de 0 °C*

Cada seqüência de três ou mais zeros encontrados consecutivamente foram consideradas como dados irreais e eliminados. Esta situação foi encontrada em apenas uma das estações.

- *Ocorrência de valores extremos inaceitáveis*

Este foi um dos pontos mais delicados a ser analisado, pelo fato deste estudo tratar principalmente da análise de temperaturas extremas. Para cada estação meteorológica (de acordo com sua latitude, altitude e época do ano) foram estipulados valores históricos (valores absolutos) das temperaturas extremas de cada mês. Deste modo, observou-se a existência de valores que estavam acima (ou abaixo no caso da mínima) destes valores históricos. Porém, em todos os casos encontrados os valores apresentavam um erro muito nítido, muitas vezes por falhas de digitação (ex.: uma temperatura máxima igual a -1 °C, ao meio de uma série de valores consecutivos variando em torno de 32 e 35 °C; valores de temperaturas máximas iguais a 56, 77, 86... ou mínimos iguais a - 22, -45, - 63).

6.1.3 Análise estatística

Após a realização da conferência dos dados e considerando-os consistentes, sendo os seus possíveis erros corrigidos, foi feita uma análise estatística nas séries de temperatura máxima e mínima, temperatura das 21h e horas de frio abaixo de 7,2 °C.

- Foram identificados os valores médios de temperatura máxima e mínima, assim como os valores absolutos de temperatura máxima e mínima, em nível mensal e anual para o período integral de cada uma das estações meteorológicas.

- Cálculo de horas de frio (HF) abaixo de 7,2 °C

As horas de frio abaixo de 7,2 °C foram calculadas pelo sistema agrometeorológico SISAGRO 2 (PEREIRA et al., 2004). O método utilizado foi o proposto por Angelocci et al. (1979).

- Foram identificadas as variabilidades das temperaturas extremas, máxima e mínima, e de horas de frio em nível anual. As tendências foram analisadas juntamente com análise estatística para significância das tendências lineares, através de ajuste linear. Sendo que, uma linha de tendência linear é uma linha reta de melhor ajuste usado com conjuntos de dados lineares simples. Sua informação é linear se o padrão dos pontos de informação parecer com uma linha. Uma linha de tendência linear geralmente mostra que algo está aumentando ou diminuindo com uma taxa fixa.

O tipo de informação determina o tipo de linha de tendência que você deverá usar. Deverá ser usada uma linha de tendência que seja confiável. Uma linha de

tendência é mais confiável quando seu valor seja igual a 1 ou que esteja próximo de 1.

6.2 Zoneamento Agrícola em função das mudanças climáticas

Para o zoneamento foram utilizados dados climáticos provenientes da rede de estações meteorológicas pertencentes à Epagri com períodos variáveis de 10 a 30 anos, entre as variáveis consideradas estão: temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima. A metodologia utilizada é semelhante àquela aplicada ao zoneamento de riscos climáticos.

Trabalhos em climatologia foram desenvolvidos para atender a demanda de informações georreferenciadas e alimentar o banco de dados decenciais que dá suporte à metodologia do Zoneamento.

A área de representatividade no município significa que, para o município ser considerado apto ao plantio, deve apresentar condições favoráveis em mais de 30% de sua área.

O levantamento das exigências climáticas da espécie foi obtido através de revisão bibliográfica, principalmente os zoneamentos já realizados anteriormente para a cultura junto à Epagri/CIRAM e Agroconsult Ltda.

6.2.1 Cruzamentos de informações bioclimáticas das culturas com disponibilidade climática atual e nos cenários futuros

Para se chegar aos períodos favoráveis de semeadura os índices adotados foram calculados decencialmente. Utilizou-se o software ZonExpert 1.0 desenvolvido por PANDOLFO et al. (1999) , como ferramenta auxiliar para o cálculo e estimativa das variáveis climatológicas e cruzamento com os critérios da cultura.

O ZonExpert 1.0 tem como princípio simular o crescimento e desenvolvimento de uma determinada cultura em decênios, que são períodos de dez dias, de acordo com as condições climáticas observadas e/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 que, cada faixa altimétrica (100 em 100 m) de cada município está representado por um ponto georreferenciado. Esta grade de pontos foi cruzada com o modelo numérico do terreno obtido à 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 projeções de 20 e 50 anos.

6.2.2. Espacialização dos resultados

Os resultados finais do zoneamento foram organizados em tabelas para melhor entendimento da informação.

Foi utilizando o software ILWIS 3.2 Academic para a espacialização dos resultados (aptidão de plantio). O mapa final do zoneamento foi exportado para formato shape para a criação do layout do mapa utilizando o software ArcGis 9.0.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Alterações climáticas de temperatura do ar

De acordo com os resultados encontrados neste estudo, observou-se que alterações do clima, continuam sendo observadas nas diferentes regiões do Estado Catarinense. Nesta seção, serão discutidas as variações de temperatura do ar detectadas com o passar dos anos.

Temperatura do ar – Mínima e Máxima

Com relação à temperatura mínima do ar verificou-se que nas diferentes regiões do Estado catarinense, há uma tendência de aumento ao longo dos últimos anos. Não descartando que em algumas localidades, em específico, os resultados mostraram um pequeno sinal de diminuição, porém na maioria pouco expressivo. Dentre as localidades estudadas, o maior aumento de temperatura mínima do ar, ao longo da série histórica de cada localidade, foi verificado em Videira (2,2°C), Caçador (1,8°C), Chapecó (1,4°C), Urussanga (1,3°C), São Joaquim (1,2°C), conforme pode ser observado nas Figuras 4 e 5 (Videira e Caçador).

Das 16 localidades analisadas neste estudo, distribuídas nas diferentes regiões catarinenses, apenas 18,7% apresentaram tendência negativa (em 3 localidades), ou seja, tendência de diminuição da temperatura mínima do ar com o passar dos anos: Indaial, Itapiranga e Major Vieira (Figura 4). É importante destacar, que as tendências positivas foram muito mais expressivas que as negativas. Campos Novos e Ponte Serrada não apresentaram variabilidades expressivas com o passar dos anos.

No entanto, de modo geral, os extremos de temperatura mínima do ar apresentam uma forte tendência de aumento, ou seja, aquecimento de temperatura do ar com o passar dos anos.

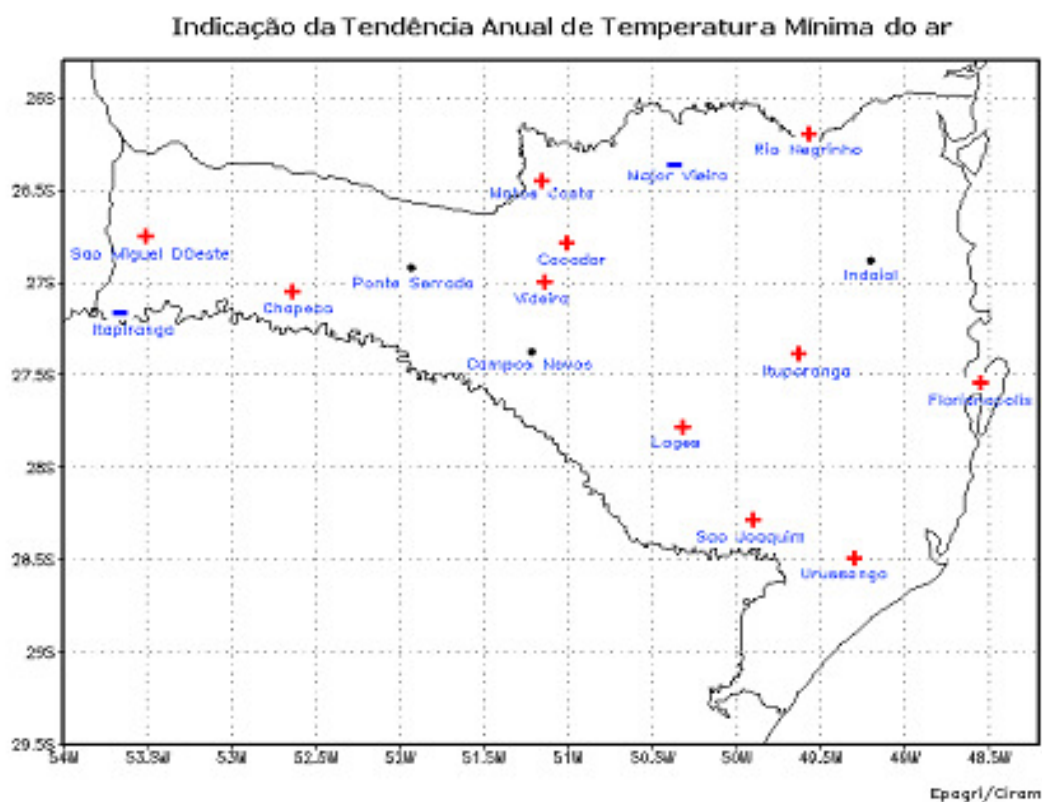
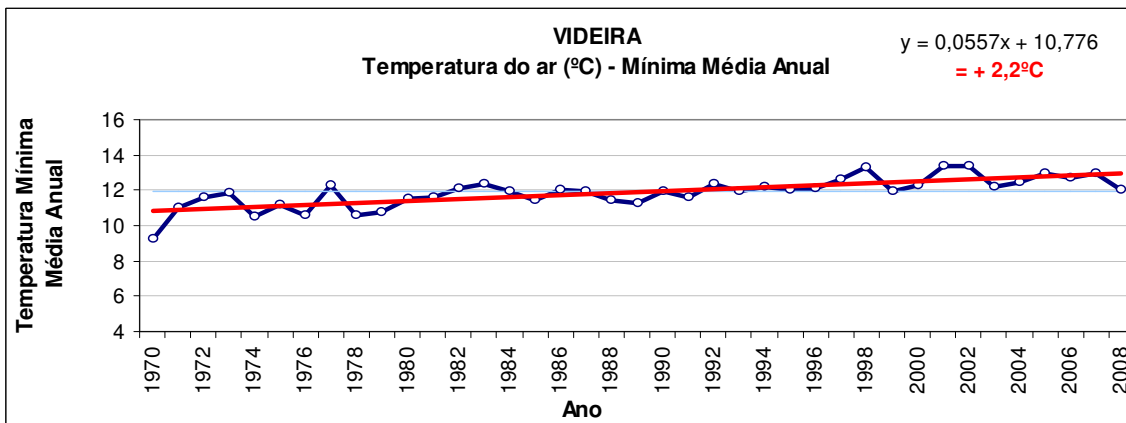


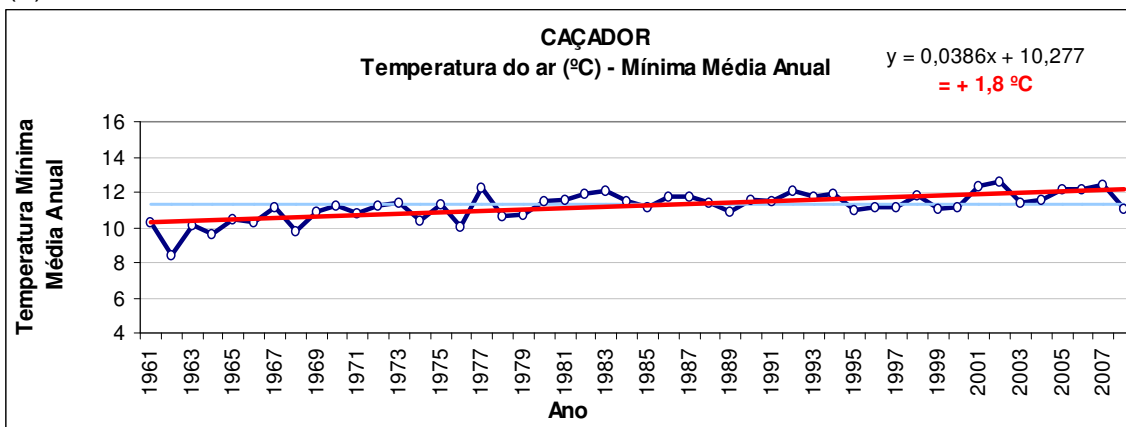
Figura 4 - Tendências anuais da temperatura mínima do ar no Estado catarinense, considerando a série histórica de cada localidade.

Fonte: Epagri/Ciram

Os sinais positivos, em vermelho, significam aumento de temperatura mínima do ar, sinais negativos, em azul, diminuição e os pontos em preto significam valores não expressivos.



(a)



(b)

Figura 5 - Tendências anuais da temperatura mínima do ar para as localidades de Videira (a) e Caçador (b), em Santa Catarina.

As linhas vermelhas na Figura 5 representam as tendências ao longo da série histórica de cada estação e a linha em azul representa a média histórica.

No que se refere aos resultados de temperatura máxima do ar, pode-se observar também uma tendência de aumento, tendo destaque para as localidades de Florianópolis (1,8°C), São Miguel do Oeste (1,8°C), Chapecó (1,7 °C) e Videira (1,6 °C), conforme pode ser observado nas Figuras 6 e 7. As únicas estações catarinenses que apresentaram uma tendência negativa em relação à temperatura máxima do ar, foram as estações de São Joaquim e Urussanga (Figura 6).

Campos Novos, a exemplo da temperatura mínima, não apresentou variabilidades expressivas com o passar dos anos.

O que se observou neste estudo, foi uma tendência de aumento das temperaturas mínimas, os últimos anos de dados contribuíram para a manutenção deste aquecimento. Porém, no que diz respeito às máximas, os valores médios anuais de temperatura máxima do ar dos últimos anos, contribuíram para um aumento nas tendências; favorecendo a um número maior de estações com tendências positivas.

Com este estudo ficou visto que em relação a outras regiões do mundo, o Estado de Santa Catarina é um exemplo no qual a variabilidade climática ao longo dos anos vem sendo registrada. Onde, em décadas atuais, os valores anuais de temperatura têm se apresentado acima da média histórica, assim com eventos adversos têm sido registrados com mais frequência. São diversos os fatores que contribuem para que ocorram estas modificações no clima ao longo dos anos. A presença de aerossóis na troposfera seja de forma antrópica ou por atividades vulcânicas, alterações nos tipos de superfícies predominantes de uma determinada região, o aumento do conteúdo de dióxido de carbono na atmosfera, queimadas e os desmatamentos são apenas alguns exemplos. Qualquer interferência do homem no clima será sobreposta às variações climáticas naturais que ocorrem em uma ampla faixa de escalas espaciais e temporais. Por causa desses fatores, fica evidente a importância de tomar consciência das alterações que o clima regional tem sofrido.

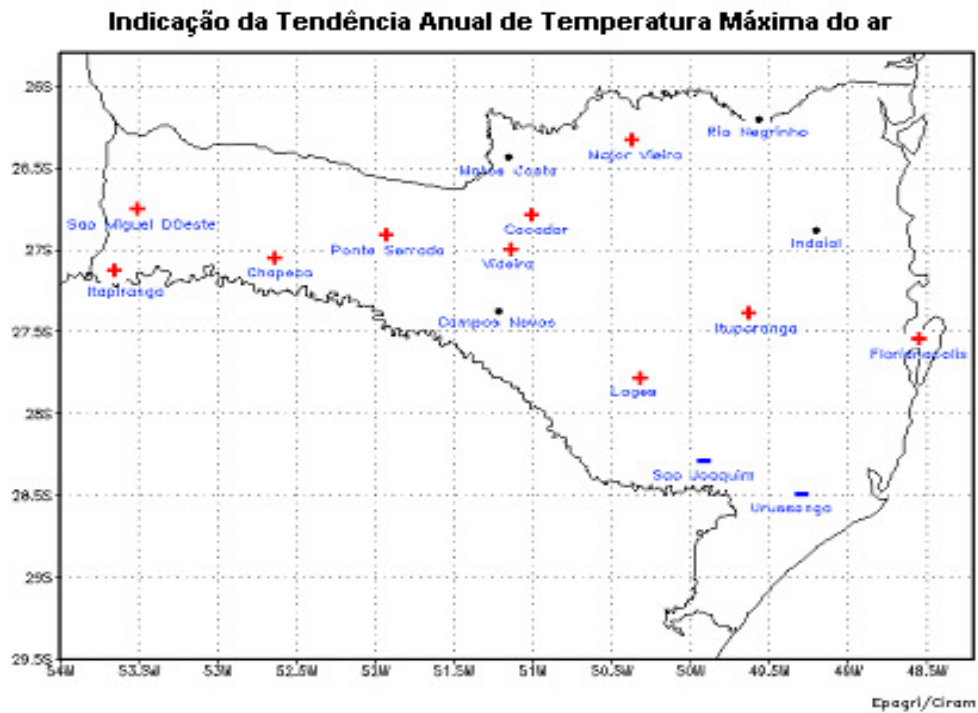
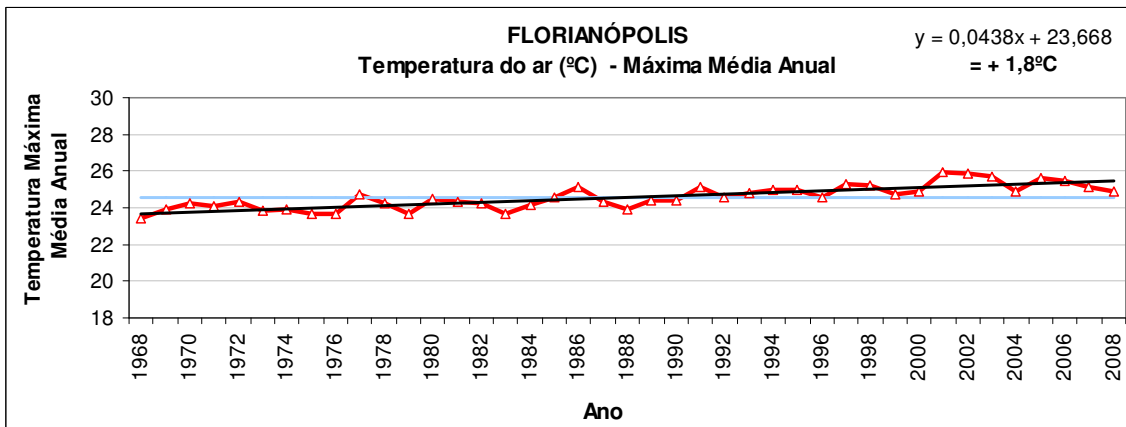


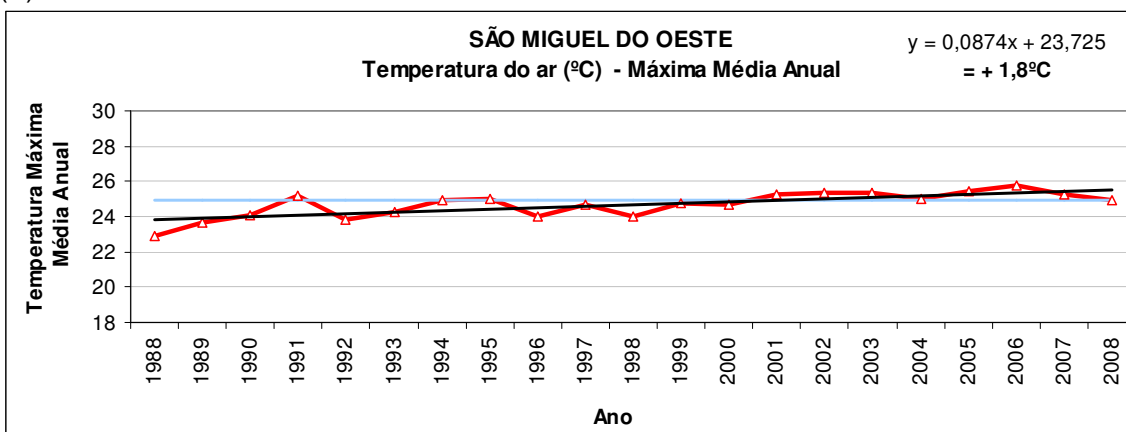
Figura 6 - Tendências anuais da temperatura máxima do ar no Estado catarinense, considerando a série histórica de cada localidade.

Fonte: Epagri/Ciram

Os sinais positivos, em vermelho na Figura 6, significam aumento de temperatura máxima do ar, os sinais negativos, em azul, diminuição e os pontos em preto significam valores não expressivos.



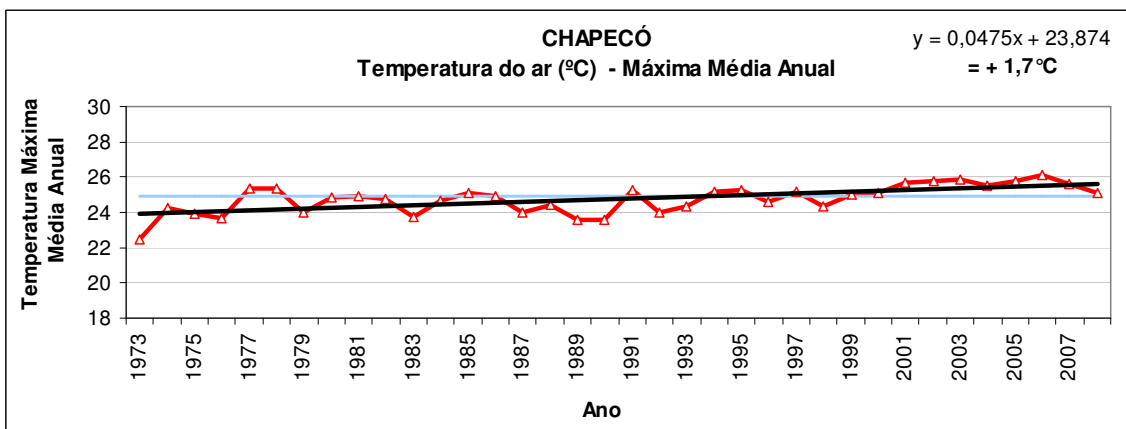
(a)



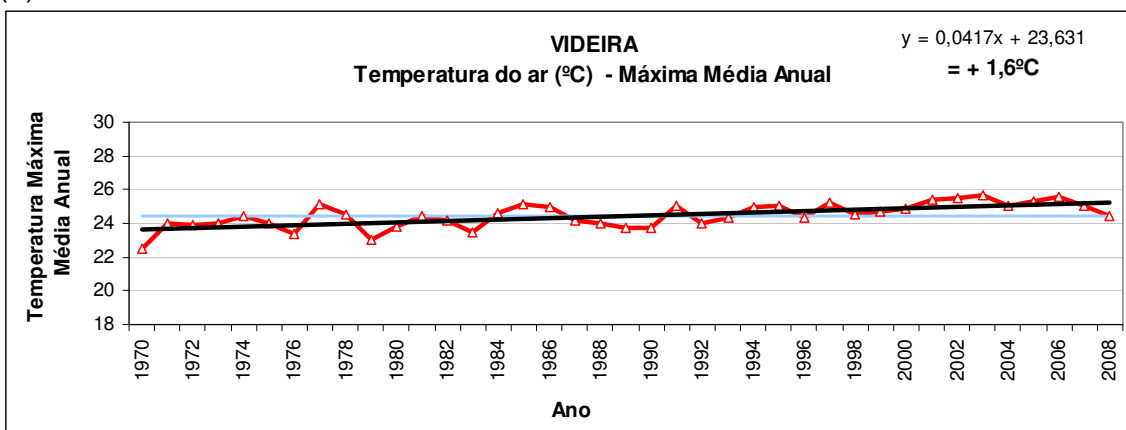
(b)

Figura 7 - Tendências anuais da temperatura máxima do ar para as localidades de Florianópolis (a) e São Miguel do Oeste (b), em Santa Catarina.

As linhas pretas na Figura 7 representam as tendências ao longo da série histórica de cada estação e a linha em azul representa a média histórica.



(a)



(b)

Figura 8 - Tendências anuais da temperatura máxima do ar para as localidades de Chapecó (a) e Videira (b), em Santa Catarina.

As linhas pretas na Figura 8 representam as tendências ao longo da série histórica de cada estação e a linha em azul representa a média histórica.

7.2 Alterações no número de horas de frio em Santa Catarina

Os resultados obtidos para os ajustes das equações regressão lineares, número de anos observados juntamente com as tendências observadas durante o período de análise de cada estação e a significância do coeficiente angular são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2 - Número de anos das séries histórica, intercepto, coeficientes angulares e significância da regressão linear entre a estimativa do total de horas de frio abaixo de 7,2 °C e ano para diferentes estações meteorológicas.

| Estação meteorológica | Número de anos | Intercepto | Coeficiente Angular | Significância |
|-----------------------|----------------|------------|---------------------|---------------|
| Caçador | 48 | 703,77 | -5,4417 | 0,000145689 |
| Chapecó | 36 | 242 | -0,4262 | 0,733033268 |
| Florianópolis - SJ | 41 | 27,54 | 0,0232 | 0,941586349 |
| Indaial | 39 | 12,727 | 0,8565 | 0,085525853 |
| Ituporanga | 24 | 266,33 | -2,0554 | 0,501047216 |
| Lages | 54 | 468,35 | 0,0188 | 0,987924299 |
| São Miguel do Oeste | 21 | 263,54 | -1,8358 | 0,556973392 |
| Urussanga | 54 | 236,85 | -1,8282 | 0,00696342 |
| Videira | 31 | 555,16 | -8,657 | 8,8733905 |
| Campos Novos | 24 | 434,82 | -0,8356 | 0,832779834 |
| Itapiranga | 23 | 224,07 | -2,0608 | 0,578387414 |
| Ponte Serrada | 23 | 332,89 | 8,771 | 0,240435736 |
| Major Vieira | 22 | 342,98 | 2,1817 | 0,700485983 |
| São Joaquim | 54 | 1111,6 | -3,1361 | 0,103481629 |
| Rio Negrinho | 19 | 316,57 | -2,2379 | 0,547136748 |
| Matos Costa | 18 | 511,24 | -1,1534 | 0,887950696 |

Analisando os resultados de significância para as equações de regressão nas 16 estações meteorológicas, observa-se que, somente cinco estações apresentam tendências ao nível de significância de 10%, sendo que, somente a estação de Indaial, apresentou uma tendência positiva de HF, ou seja, somente

para esta estação houve uma tendência de aumento de horas de frio, nas demais, observou-se um decréscimo do total anual de horas de frio.

Com o objetivo de espacializar os coeficientes angulares das equações de tendências, para posterior geração dos cenários e inferências nas simulações do zoneamento agrícola, as estações em que as equações não foram significativas, os coeficientes angulares foram considerados iguais a zero para que não influenciassem o processo de interpolação para regiões sem estações meteorológicas. A espacialização da interpolação dos coeficientes podem ser observadas da Figura 9.

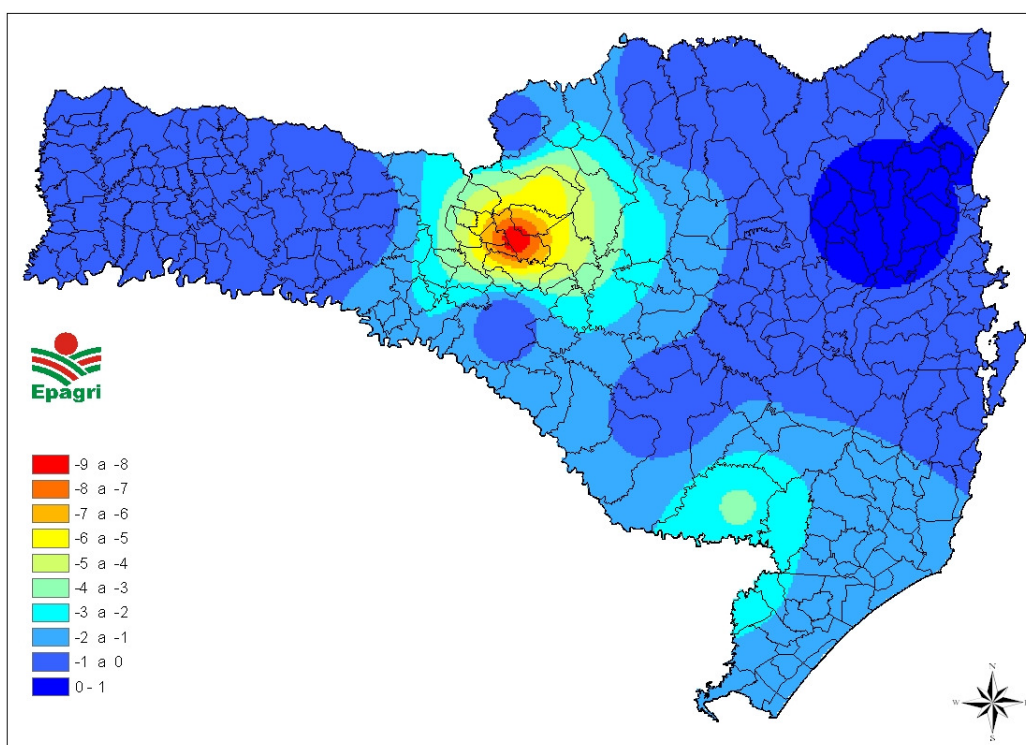


Figura 9 - Espacialização dos coeficientes angulares da regressão linear entre a estimativa do total de horas de frio abaixo de 7,2 °C e ano para o Estado de Santa Catarina.

Após terem sido calculadas as tendências de horas de frio abaixo de 7,2 °C para as dezesseis estações, foram estimados cenários de horas de frio para 20 e 50 anos, utilizando as equações apresentadas na Tabela 2. Cabe ressaltar que,

mesmo algumas equações não tendo sido significativas elas foram consideradas na geração dos zoneamentos agrícolas. Os resultados podem ser observados na Tabela 3:

Tabela 3 - Total anual médio de horas de frio anual simulados para 10, 20, 30, 40 e 50 anos.

| Nome Estação | climatológico | Anos | | | | |
|---------------------|---------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | | 2019 | 2029 | 2039 | 2049 | 2059 |
| Caçador | 570,4 | 649,4 | 594,9 | 540,5 | 486,1 | 431,7 |
| Chapecó | 234,1 | 237,7 | 233,5 | 229,2 | 225,0 | 220,7 |
| Florianópolis | 28,0 | 27,8 | 28,0 | 28,2 | 28,5 | 28,7 |
| Indaial | 29,9 | 21,3 | 29,9 | 38,4 | 47,0 | 55,6 |
| Ituporanga | 240,6 | 245,8 | 225,2 | 204,7 | 184,1 | 163,6 |
| Lages | 468,9 | 468,5 | 468,7 | 468,9 | 469,1 | 469,3 |
| São Miguel do Oeste | 243,3 | 245,2 | 226,8 | 208,5 | 190,1 | 171,8 |
| Urussanga | 213,6 | 218,6 | 200,3 | 182,0 | 163,7 | 145,4 |
| Videira | 416,6 | 468,6 | 382,0 | 295,5 | 208,9 | 122,3 |
| Campos Novos | 424,4 | 426,5 | 418,1 | 409,8 | 401,4 | 393,0 |
| Itapiranga | 199,3 | 203,5 | 182,9 | 162,2 | 141,6 | 121,0 |
| Ponte Serrada | 438,1 | 420,6 | 508,3 | 596,0 | 683,7 | 771,4 |
| Major Vieira | 368,1 | 364,8 | 386,6 | 408,4 | 430,2 | 452,1 |
| São Joaquim | 1025,4 | 1080,2 | 1048,9 | 1017,5 | 986,2 | 954,8 |
| Rio Negrinho | 294,2 | 294,2 | 271,8 | 249,4 | 227,1 | 204,7 |
| Matos Costa | 500,3 | 499,7 | 488,2 | 476,6 | 465,1 | 453,6 |

Fonte: Dados Primários (2009)

A Região do Extremo Oeste e litoral Catarinense apresentaram impacto nulo ou muito baixo e são regiões que segundo o zoneamento agrícola (Figura 14) apresenta área com cultivo não recomendado para a videira européia. Em contraste, observou-se que os maiores impactos das mudanças climáticas no total de horas de abaixo de 7,2°C (Figura 9, Tabela 3, Figura 10, Figura 11 e Figura 12) foram na região do Vale do Rio do Peixe e Região Serrana. Sendo estas regiões de maior concentração da área plantada (Figura 13). Conseqüentemente, o impacto das mudanças climáticas na futura produção de videira em Santa Catarina vai ser significativo.

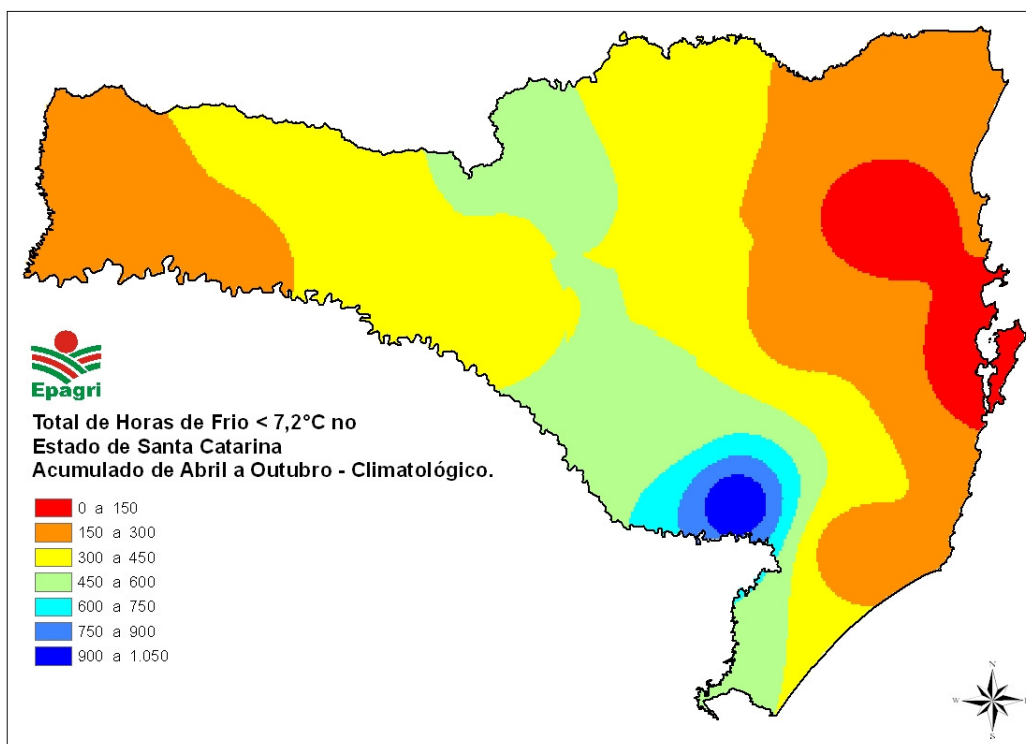


Figura 10 - Total anual médio de horas de frio abaixo de 7,2 °C para o Estado de Santa Catarina.

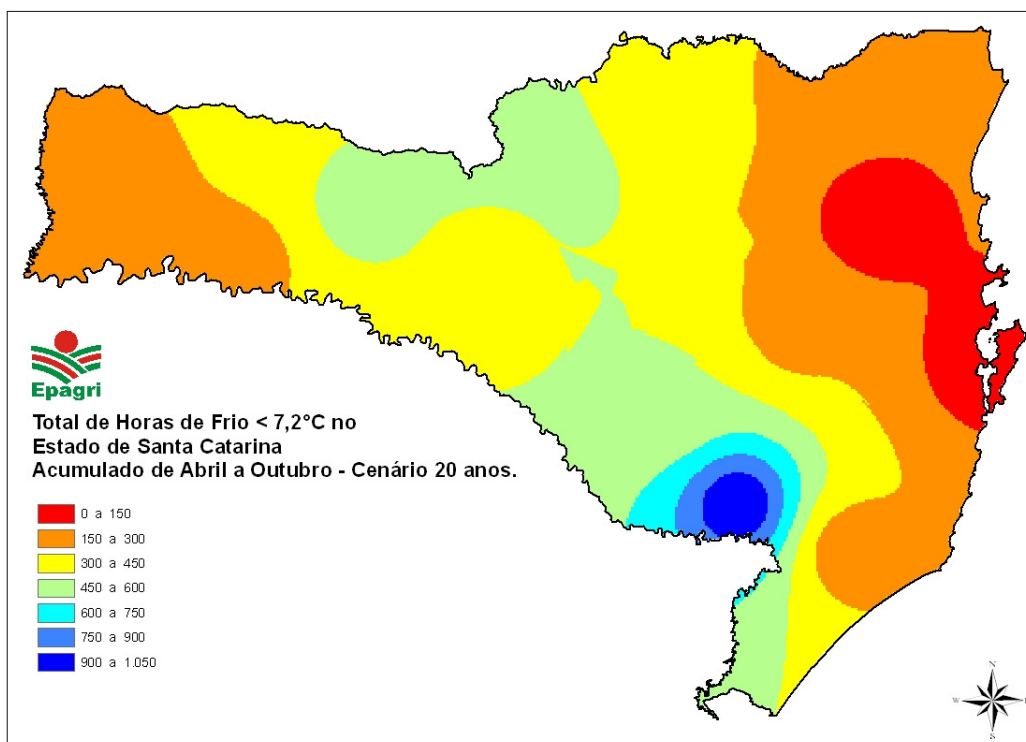
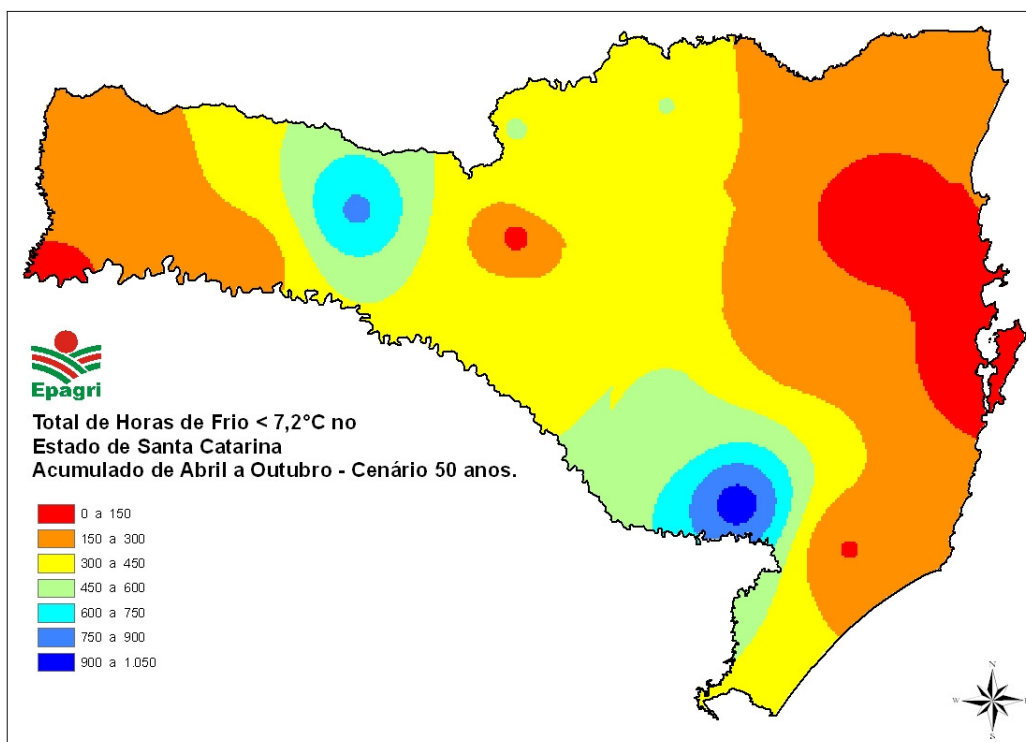


Figura 11 - Total anual médio de horas de frio abaixo de 7,2 °C para o Estado de Santa Catarina para o ano de 2029 (Cenário 20 anos).



Fonte: Epagri/Cirran

Figura 12 – Total anual médio de horas de frio abaixo de 7,2 °C para o Estado de Santa Catarina para o ano de 2059 (Cenário 50 anos).

Fonte: Dados Primários (2009)

As áreas de produção da cultura da videira podem ser observadas na Figura 13. Estes dados representam áreas médias dos últimos 5 anos de produção para o Estado de Santa Catarina (2003 a 2007).

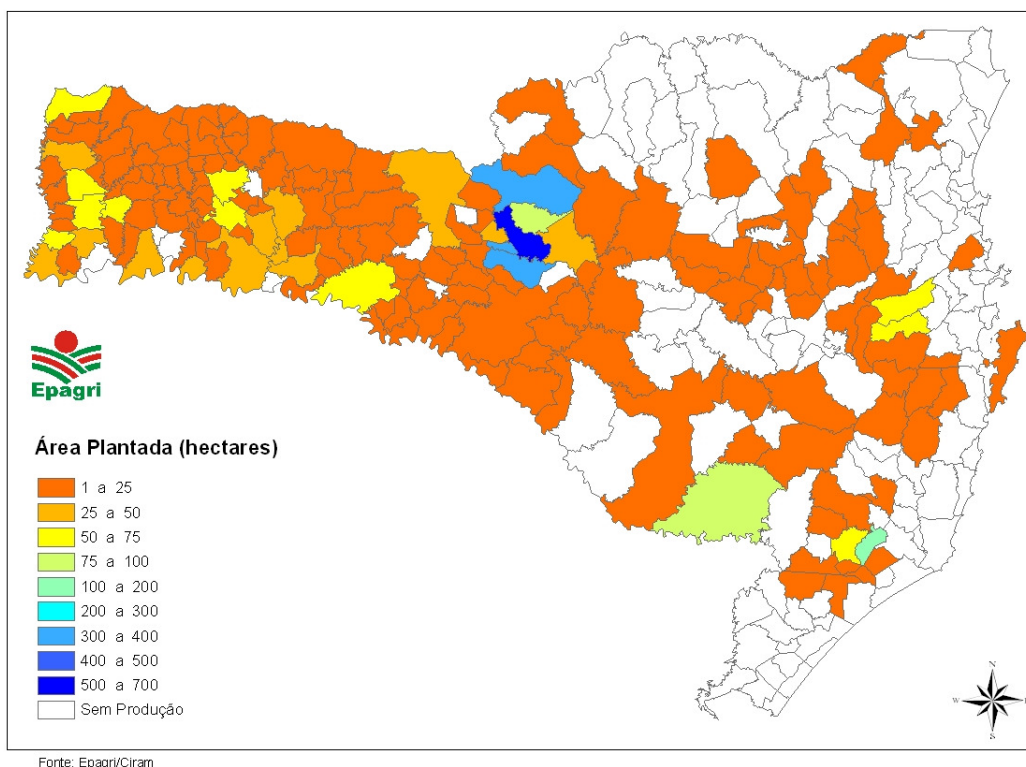


Figura 13 - Áreas de produção de videira (ha) no Estado de Santa Catarina. Média municipal do período de 2003 a 2007.

Fonte: Modificado de IBGE (2009).

7.3 Impactos das Mudanças Climáticas no Zoneamento

A indicação dos municípios aptos para o plantio da videira europeia foi baseada em dados disponíveis por ocasião da sua elaboração. O estudo permitiu delimitar as áreas aptas e identificar regiões de cultivo com menor risco no Estado de Santa Catarina nas condições atuais de disponibilidade climática e geração de cenários com foco em possíveis alterações de temperatura e conseqüentemente de acúmulo de horas de frio.

Na Figura 14, podem ser observados os municípios recomendados para o plantio da videira europeia nas condições climáticas atuais. Assim como no Zoneamento de Risco Climático utilizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) foram adotados duas classes de indicação, uma chamada RECOMENDADA, para regiões com disponibilidade de horas de frio superior a 600 horas e outra denominada RECOMENDADA COM INDUÇÃO ARTIFICIAL, para regiões com disponibilidade de horas de frio superior a 300 horas. Neste caso, recomenda-se a utilização da indução artificial da brotação.

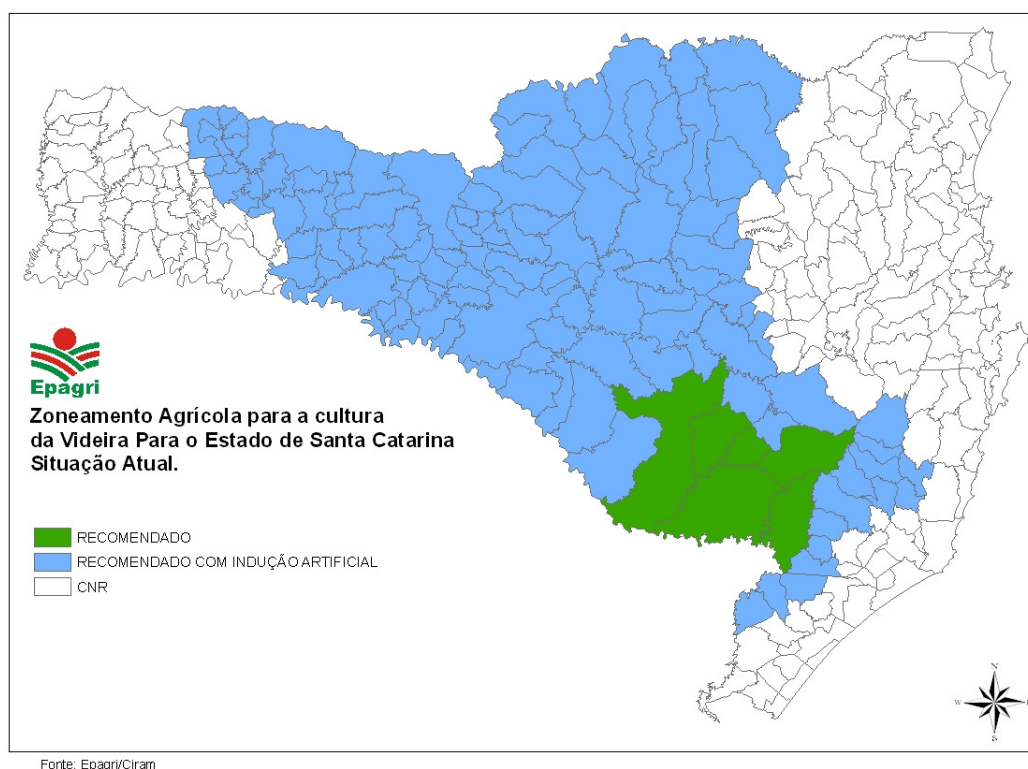


Figura 14 - Zoneamento agrícola para a cultura da videira em Santa Catarina.

Utilizando-se as equações de estimativas de horas de frio para simular as tendências de horas de frio projetadas para 20 anos e simulando-se o zoneamento para esta data, foram observadas pequenas alterações na distribuição dos municípios recomendados para plantio com brotação e indução artificial. Saíram

da indicação: Agrolândia, Anitápolis, São Martinho e Armazém. Foram incluídos: Irati e Jardinópolis.

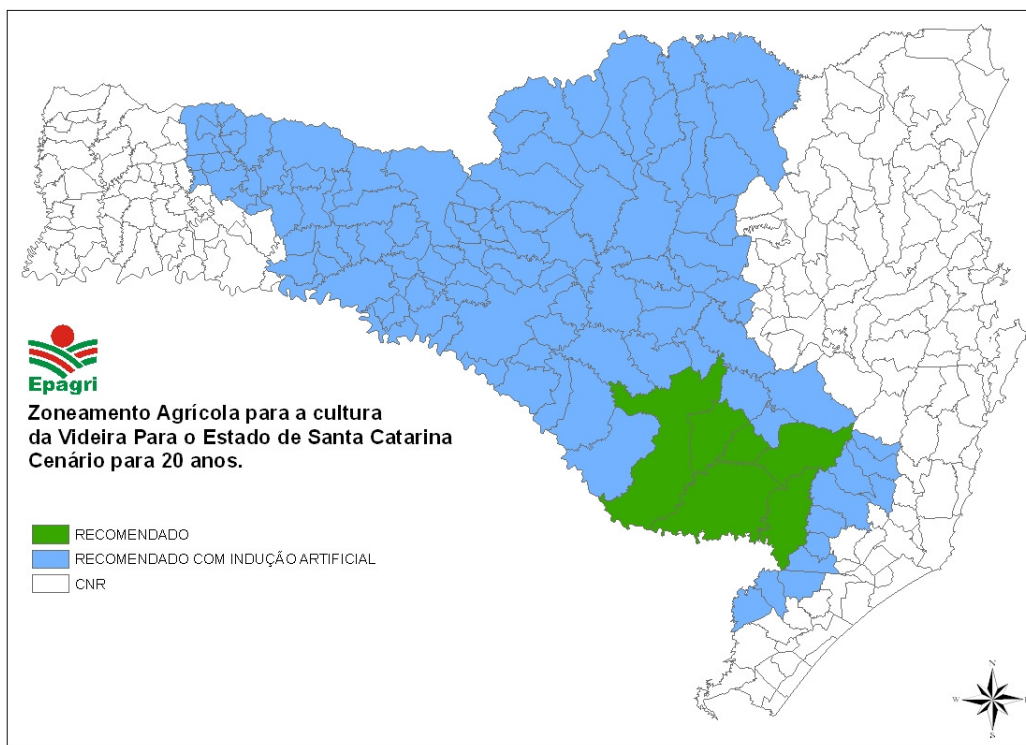


Figura 15 - Cenário de zoneamento agrícola para a cultura da videira europeia (Cenário 20 anos).

Na Figura 15 é apresentado o zoneamento agrícola com o cenário para 50 anos. Nesta projeção, observa-se foram incluídos na classe RECOMENDADO os seguintes municípios: Passos Maia, Ponte Serrada, Vargem Bonita, Lindóia do Sul, Irani, Faxinal dos Guedes, Ouro Verde, Vargeão. Da classe RECOMENDADO COM BROTAÇÃO E INDUÇÃO ARTIFICIAL saíram os municípios: Arvoredo, Treviso, Lauro Muller, Braço do Norte, Rio Fortuna, Armazém, São Martinho, Anitápolis, Santa Rosa de Lima, Braço do Trombudo, Agrolândia, Videira, Iomerê, Arroio Trinta e Pinheiro.

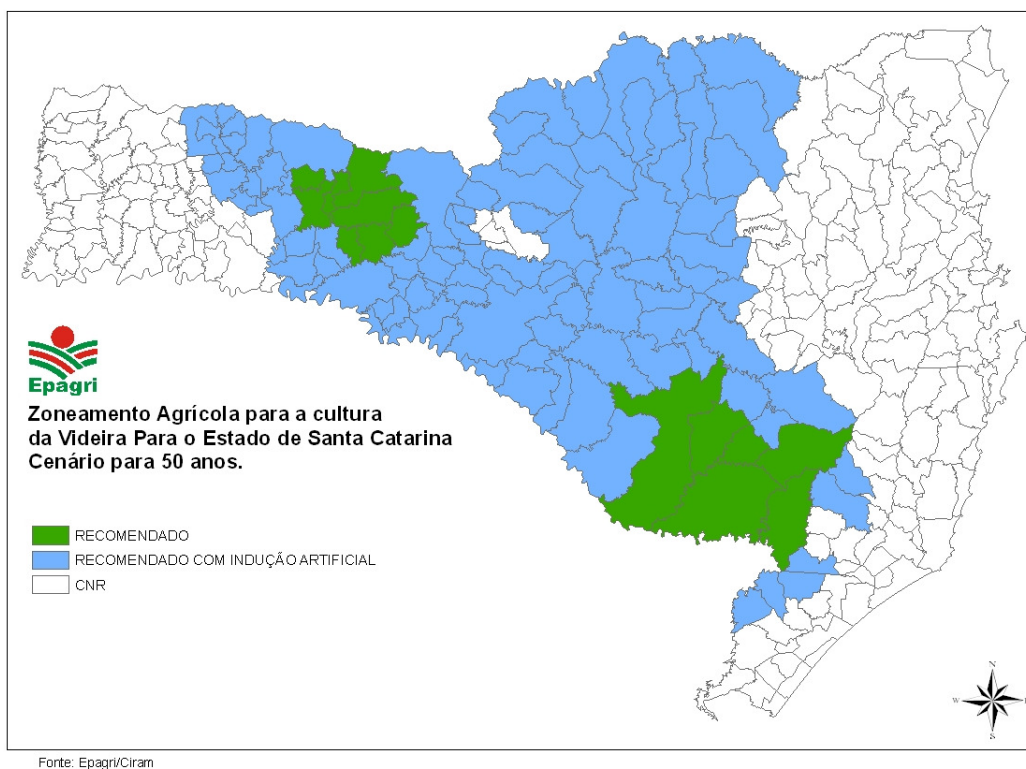


Figura 16 - Cenário de zoneamento agrícola para a cultura da videira européia – (Cenário 50 anos).

A inclusão dos municípios na classe “recomendado” deve-se provavelmente à questão do uso da equação de regressão indicando aumento do número de horas de frio, sendo esta uma das equações que não foram estatisticamente significativas. Tal situação é improvável dado o que tem se observado em termos de tendências de temperaturas o que sugere que sejam necessárias séries estatísticas maiores para verificação real das tendências assim como pesquisas criteriosas sob o ponto de vista estatístico e científico das análises.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do trabalho realizado durante o estágio pode-se observar no Estado de Santa Catarina, tendências de alterações significativas em algumas variáveis climáticas para regiões específicas no Estado, em se tratando de temperaturas mínimas, máximas, temperaturas das 21 horas e em consequência, somatório de horas de frio. As grandezas dessas alterações são variáveis em função das diferentes variáveis meteorológicas.

O acompanhamento de uma pesquisa, desde o início com a coleta das informações em banco de dados, até a aplicação dos cenários no setor agrícola, permitiu visualizar a complexidade que é quantificar os efeitos da alteração de fatores climáticos e ambientais que ocorrem simultaneamente sobre os cultivos.

Através do trabalho realizado com o zoneamento identifica-se que impactos importantes devido às mudanças climáticas irão ocorrer e que com isso medidas preventivas e elaboração de propostas estratégicas que possam atuar no setor agrícola, deverão ser tomadas.

Ficou evidente que com o passar dos anos a região onde se concentra a maior produção de videira européia, será também a região mais afetada pelos impactos, no que se refere ao acúmulo de horas de frio, fator de extrema importância no desenvolvimento da cultura da videira.

Dentre algumas tecnologias a serem consideradas em um zoneamento, capazes de “modificar” a aptidão climática de determinada zona agroecológica, podemos citar: utilização de irrigação suplementar, plantio em locais ou épocas mais apropriadas; emprego de cultivares mais precoces ou mais tardias; cultivares mais resistentes ao frio ou à seca; cultivares com menor exigência em horas de frio, no caso de fruticultura de clima temperado; cultivares resistentes a determinadas pragas ou doenças; aplicação de defensivos agrícolas e aplicação de produtos para quebra de dormência. O estudo da relação benefício/custo é que vai determinar a adoção ou não destas tecnologias.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCONSULT. **Zoneamento De Riscos Climáticos Da Cultura Do Milho No Estado De Santa Catarina, Referente Ao Ano-Safra De 2009/2010.** Relatório Técnico. Rio de Janeiro. 2009.

AGROCONSULT. **Zoneamento De Riscos Climáticos Da Cultura Da Videira Americana D Videira Européia, No Estado De Santa Catarina, Referente Ao Ano Agrícola De 2007/2008.** Relatório Técnico. Rio de Janeiro. 2008.

ANGELOCCI, L. R.; M. B. P. de CAMARGO; M. J. PEDO JUNIOR; A. A. ORTOLANI. E R. R. ALFONSI. **Estimativa do total de horas de determinada temperatura base através das medidas diárias da temperatura do ar.** Bragantia, Campinas, v.38, n.4, p. 27-36, 1979.

ASSAD, E. D.; LUCHIARI Jr., A. A future scenario and agricultural strategies against climatic changes: the case of tropical savanas. In: **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ESTRATÉGIAS FUTURAS.** USP. Outubro de 1989. São Paulo. SP.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; JUNIOR, J. Z.; ÁVILA, A. M. H. Impactos das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, nov. 2004.

BRITO, F. A. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina.** 2007-2008.

BOTELHO, R. V., AYUB, R. A.; MULLER, M. M. L. Somatória de horas de frio e de unidades de frio em diferentes regiões do Estado do Paraná. **Scientia Agrária**, v. 7, n. 1-2, p.89-96, 2006.

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

CAMARGO, C. G. C.; MARENGO, J. **Variabilidades e tendências climáticas dos extremos de temperatura na Região sul do Brasil.** 2004. 210 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.

CORRÊA, L. S.; BOLIANI, A.C. 2001. **Cultura de uvas de mesa do plantio à comercialização**. Ilha Solteira: Ed. Algraf, 328 p.

CRUZ, G.; CAMARGO, C.; MONTEIRO, M.; BRAGA, H.; PINTO, E.; Levantamento de horas de frio nas diferentes regiões de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.22, n. 1, p. 44-47, Mar 2009.

EMPASC. **Sistemas de produção para videira**. 2.ed. atual. Florianópolis: Empasc; Acaresc, 1981. 70p. (Empasc/Acaresc. Sistemas de Produção. Boletim, 146).

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Governo do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 01 jun 2009.

EPAGRI/CIRAM. **Dados meteorológicos**. Banco de dados 2009.

FERRAZ, S. E. T. ; AMBRIZZI, T. **Mudanças Climáticas Globais e Regionais, Estudo de Caso no Sul e Sudeste do Brasil**. Carbono – Ciência e Mercado Global, Ed. UFPR e Intituto Ecoplan, p.168-178, 2004.

FREGONI, M. **Viticultura generale**; compendi didattici e scientifici. Roma: Reda, 1985. 728p.

HAMADA, E.; GHINI, R.; PEDRO JÚNIOR, M. J.;MARENGO, J. A. Efeito de mudanças climáticas globais sobre a distribuição espacial do número provável de gerações do bicho-mineiro do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas, **Anais...** Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: Campinas,2005. (CD ROOM)

ICEPA – INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: 2004.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2007. Climate Change 2007:Impacts ,Adaptation and Vulnerability. Working Group II. TAR: Summary for Policymakers. http://www.meto.gov.uk/sec5/CR_div/ ipcc/wg1/WG1-SPM.pdf.

MASSIGNAM, A. M.; PANDOLFO, C.; HAMMES, L. A.; PINTO, E. S. P. Espacialização das probabilidades do total anual de horas de frio em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 20, n. 2, p. 58-61, Jul 2007.

MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas Globais e Regionais: Avaliação do Clima Atual do Brasil e Projeções de Cenários Climáticos do Futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.16, n.1, p. 01-18, 2001.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. MMA Brasília: 2006.

NOBRE, C. A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias estratégicas**, n.12, p.239-258, 2001.

OMETTO, J. C.; **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres 1981. 440p.

PANDOLFO, C.; HAMMES, L. A.; CAMARGO, C.; MASSIGNAM, A. M.; PINTO, E. S. P.; LIMA, M.; MILANEZ, J. M. **Estimativas dos impactos das mudanças climáticas no zoneamento da cultura do feijão no Estado de Santa Catarina**. Agropecuária Catarinense, v. 20, n. 3, p. 39-42, Nov 2007a.

PANDOLFO, C.; HAMMES, L. A.; CAMARGO, C.; MASSIGNAM, A. M.; PINTO, E. S.; LIMA, M. **Estimativas dos impactos das mudanças climáticas nos zoneamentos da cultura da banana e da maçã no Estado de Santa Catarina**. Agropecuária Catarinense, v. 20, n. 2, Jul 2007b.

PANDOLFO, C.; PEREIRA, E. S.; MORAES, A.; MASSIGNAN, A. M.; MIRANDA JR, G. X.; THOMÉ, V. M. R. Sistema computacional para elaborar o Zoneamento Agrícola de Santa Catarina. **In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E II REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA**, 1999, Florianópolis. Anais do XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia – Fundamentos e Aplicações Práticas**. Guaíba : Agropecuária 2002. p. 328-386

PEREIRA, E.S.; BRAGA, H.J, SILVA JÚNIOR, V. P. **Sistema Agrometeorológico para Computador - Sisagro II** In: COBRAC, 2004, Florianópolis.

PETRI, J. L. **Dormência da macieira**. In: EMPASC. Manual da cultura da macieira. Florianópolis, 2006.

POLA, A.C. **Avaliação de métodos de estimativa de horas de frio para o Estado de Santa Catarina**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 57p. Dissertação de mestrado.

POLA, A.C.; ANGELOCCI, L.R. Avaliação de modelos de estimativa do número diário de horas de frio para o Estado de Santa Catarina. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.1, n.1, p.105-116, 1993.

PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET, J.-P.H.J.; MATOS, C.S.; POLA, A.C. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado.** Florianópolis: Epagri, 1996. 110p. il. (Epagri. Boletim Técnico, 75).

PINTO, H. S.; ZULLO Jr., ZULLO, S.A. Oscilações pluviométricas temporais no E.S.Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6., 1989, Maceió. **Anais...** Maceió: Soc. Bras. Agrometeorologia, 1989, p. 29-33

PINTO, H. S., ASSAD, E. D., **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil.** São Paulo, 2008.

RUSTICUCCI, M.M.; BARRUCAND, M. G. Climatologia de temperaturas extremas em la Argentina consistencia de datos. Relación entre la temperatura media estacional y la ocurrencia de dias extremos. **Meteorológica**, v. 26, n. 1 e 2, p. 69-83, 2001.

RODRIGUES, M. G. **Impactos do Clima no Brasil.** <Disponível em: <http://www.ciram.epagri.sc.gov.br>> acesso em: 15 abril. 2009.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura.** São Paulo: Melhoramentos, 1971. 454 p.

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

SOUSA, J. S. I. 1969. **Uvas para o Brasil.** Campinas: IAC. 456 p.

SOUZA, J. S. I. de. **Uvas para o Brasil.** São Paulo: Melhoramentos, 1969. 456 p.

SOUSA, J.S.I . de; MARTINS, F.P., 2002. **Viticultura Brasileira: principais variedades e suas características.** Piracicaba: FEALQ, 368 p.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M.; Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.424-433, mar-abr 2006.

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H.J.; PANDOLFO, C.; SILVA JÚNIOR, V.P.; BACIC, I.L.Z.; LAUS NETO, J.A.; SOLDATELI, D.; GEBLER, E.F.; DALLE ORE, J DE A.; ECHEVERRIA, L.C.R.; RAMOS, M.G.; CAVALHEIRO, C.N.R.; DEEKE, M.; MATTOS, J.F. de SUSKI, P.P. **Zoneamento agroecológico e**

socioeconômico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 1999. CD-ROM.

UNCED 92. **Relatório Nacional do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento:** Capítulo II. Brasília, 1991b. p.5;174-1