

CAPÍTULO 8

Potencial e riscos climáticos para a produção vitícola na região da Campanha Gaúcha

Maria Emília Borges Alves

8.1. Introdução

Os diversos setores produtivos vinculados ao agronegócio são dependentes do conhecimento de variáveis meteorológicas.

Em especial para a viticultura, as condições climáticas são parâmetros importantes na escolha de determinada região para esta atividade pois influenciam, direta e indiretamente, na produtividade e na qualidade final das uvas produzidas.

Identificar as condições que oferecem riscos, bem como aquelas que favorecem e potencializam a produção e a qualidade dos frutos, auxilia na escolha da área e das variedades a serem cultivadas. Uma vez estabelecido o vinhedo, este conhecimento vem auxiliar no manejo e condução do mesmo.

No caso da região da Campanha Gaúcha, o potencial climático para a atividade vitivinícola é um dos principais fatores motivadores de novos investimentos. Esta região caracteriza-se por ser a região vitivinícola mais quente das encontradas no Sul do Brasil, apresentando também a menor precipitação pluviométrica média anual, características que propiciam maiores amplitudes térmicas, fator que, normalmente, favorece a maturação e, por sua vez, a qualidade das uvas viníferas.

As variáveis e os índices que traduzem as condições potenciais e aquelas que oferecem riscos para a vitivinicultura na região da Campanha Gaúcha, são apresentadas a seguir, partindo de uma breve contextualização sobre o clima da região e incluindo uma abordagem sobre as funcionalidades da plataforma Agroconnect.

8.2. O clima da região da Campanha Gaúcha: potencialidades e riscos a produção vitivinícola

O clima de região da Campanha Gaúcha foi caracterizado tomando-se como referência dados climáticos de estações meteorológicas representativas da variabilidade climática da região, localizadas nos municípios de Bagé (Lat. 31,35°S; Long. 54,01°O; Alt. 226 m), Santana do Livramento (Lat. 30,84°S; Long. 55,61°O; Alt. 328 m) e Uruguaiana (Lat. 29,84°S; Long. 57,08°O; Alt. 74 m). As séries históricas dos dados meteorológicos consideradas para os três municípios são compostas de dados registrados desde janeiro de 1961 até dezembro de 2013, oriunda da base de dados meteorológicos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Quanto à ocorrência de chuvas, é possível afirmar que estas ocorrem durante todo o ano, não havendo estação seca definida. Entretanto, ocorre variabilidade das precipitações entre os diferentes anos, ocasionando episódios extremos de longas estiagens ou de enchentes, que podem acontecer em qualquer época do ano.

A pluviosidade média anual para a região é de 1.476,6 mm, sendo que as médias mensais variam de 97,3 mm, no mês de junho, a 137,9 mm, em fevereiro. Na Tabela 1 são apresentadas as médias das variáveis climatológicas obtidas a partir das séries históricas dos dados meteorológicos, para os municípios de Bagé, Santana do Livramento e Uruguaiana.

Tabela 1. Precipitação e evapotranspiração de referência (ETo) totais anuais, e as temperaturas médias das máximas e das mínimas anuais, para os municípios de Bagé, Santana do Livramento e Uruguaiana, obtidas a partir das séries históricas dos dados meteorológicos do período de 1961 a 2013.

| Localidade | Prec (mm) ⁽¹⁾ | ETo (mm) ⁽²⁾ | Tmax (°C) ⁽³⁾ | Tmin (°C) ⁽⁴⁾ |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Bagé | 1.486,5 | 1.101,6 | 23,61 | 13,09 |
| Santana do Livramento | 1.419,1 | 1.012,6 | 23,38 | 12,60 |
| Uruguaiana | 1.524,1 | 1.154,5 | 25,41 | 14,25 |

⁽¹⁾Prec = precipitação total anual média; ⁽²⁾ETo = Evapotranspiração de referência total anual média; ⁽³⁾Tmax = Temperatura média máxima anual; ⁽⁴⁾Tmin = Temperatura média mínima anual.

O balanço hídrico (BH), na média dos anos que compõem a série histórica, indica que a região da Campanha Gaúcha é marcada por um período de déficit hídrico que coincide com o ciclo vegetativo da videira, entre os meses de novembro a janeiro, conforme ilustra a Figura 1, onde é apresentado o balanço hídrico para o município de Santana do Livramento, que representa uma tendência semelhante nas demais localidades da região. A tendência observada tem repercussões positivas no período de maturação das uvas.

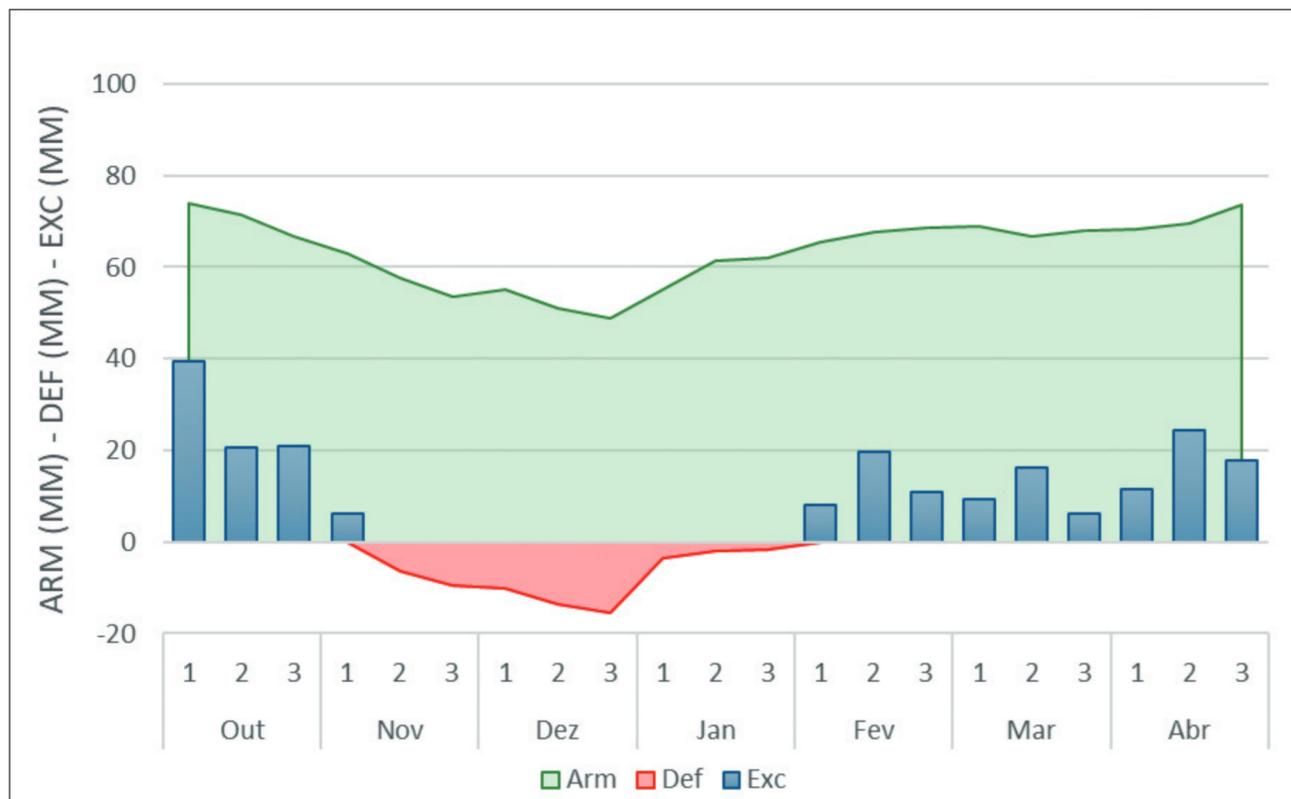


Figura 1. Balanço hídrico normal, em escala decendial, para os meses de outubro a abril, referentes à série de dados meteorológicos de 1961 a 2013, para o município de Santana do Livramento.

8.3. Caracterização de risco e potencial climático para a produção vitícola na região da Campanha Gaúcha

As influências do clima sobre a qualidade da uva colhida, e por consequência, do vinho e do suco produzidos, e os riscos aos quais os vinhedos estão sujeitos, foram analisados em termos potenciais por meio da interpretação de índices climáticos.

8.3.1. Potencial de qualidade

Para a caracterização quanto ao potencial de qualidade considerou-se o Quociente Heliopluiométrico de Maturação (QM).

O QM é um índice climático vitícola indicativo da favorabilidade das condições meteorológicas em relação ao nível de maturação das uvas, que é calculado pelo total de insolação, em horas acumuladas, dividido pela precipitação total, em mm (Westphalen, 1977). Valores de QM maiores que dois (>2) normalmente estão associados a uma maior concentração potencial de açúcares nas uvas (Westphalen & Maluf, 2000; Mandelli, 2005).

As médias dos valores de QM, no período que abrange a série de dados meteorológicos considerada para análise, para os meses de dezembro a março, apresentam valores situados sempre acima de dois para os três municípios referência da região da Campanha Gaúcha, conforme é apresentado na Figura 2.

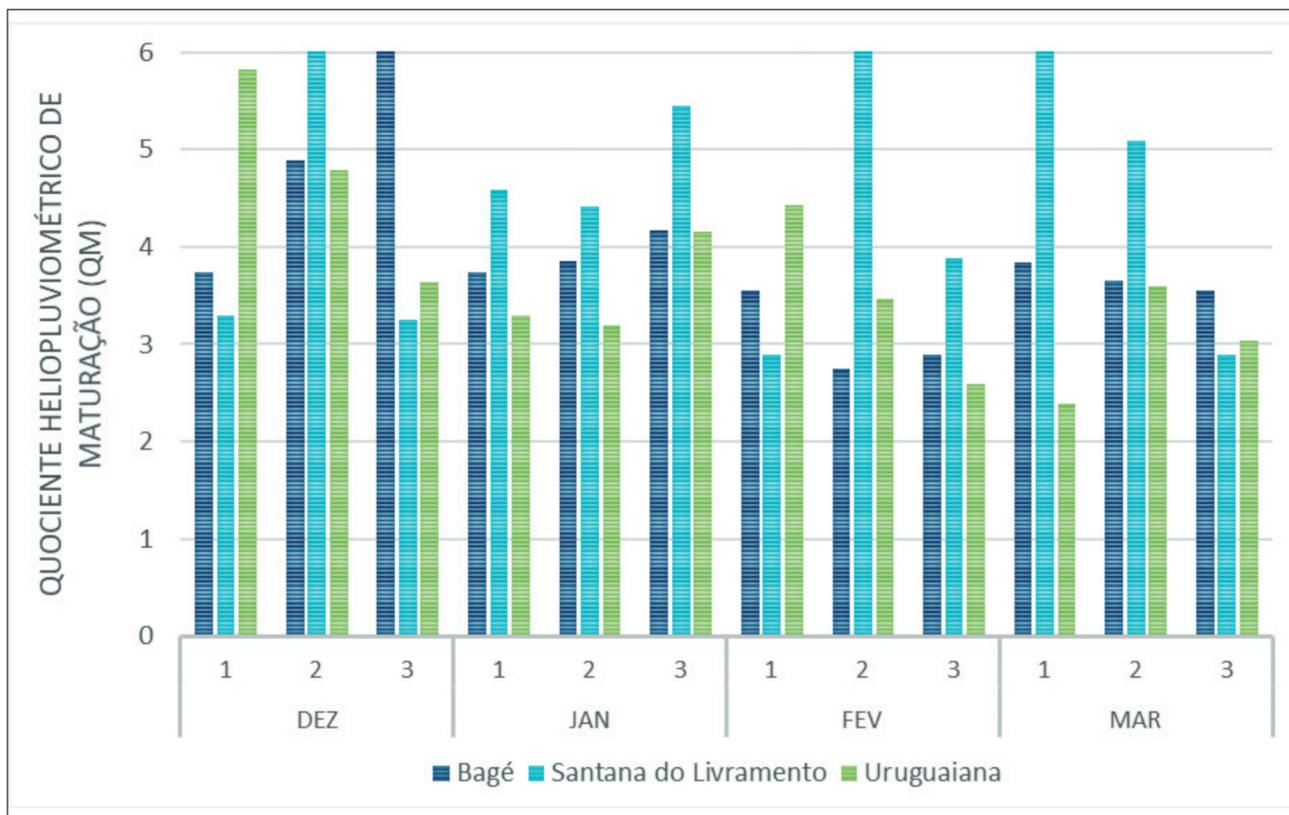


Figura 2. Quociente heliopluiométrico de maturação (QM) decenal médio, para os meses de dezembro a março, referentes à série de dados meteorológicos de 1961 a 2013.

Estes resultados indicam que potencialmente a Região da Campanha Gaúcha oferece condições favoráveis à maturação das uvas. Além disto, valores de QM mais elevados indicam baixas precipitações e elevadas insolações, o que beneficia as operações de colheita.

Importante informar que, mesmo que em média, os valores de QM em todo o período de maturação estejam sempre acima de dois, a frequência de ocorrência desses valores é variável. Esta variabilidade indica maior ou menor favorabilidade à maturação das uvas conforme a variedade plantada e seu respectivo ciclo de maturação, se precoce, intermediário ou tardio¹. Na Figura 3 é possível observar a frequência de ocorrência de $QM > 2$ em cada decênio dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março.

¹ período de maturação: (I) PRECOCE - predominante entre 15/dez e 15/jan; (II) INTERMEDIÁRIO - predominante entre 16/jan e 15/fev; (III) TARDIO - predominante entre 16/fev e 15/mar

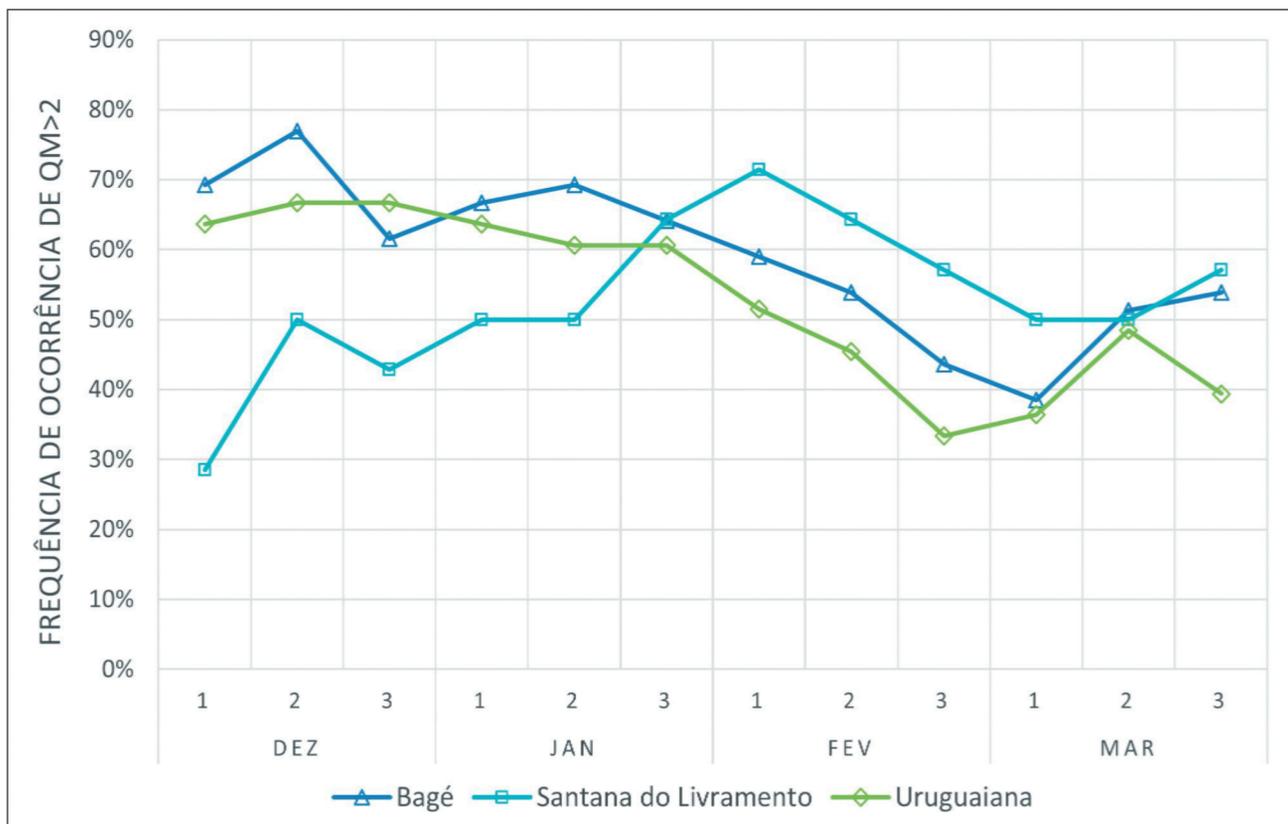


Figura 3. Frequência de ocorrência de quociente heliopluviométrico de maturação (QM) > 2 por decêndio, para os meses de dezembro a março, referentes à série de dados meteorológicos de 1961 a 2013.

8.3.2. Riscos

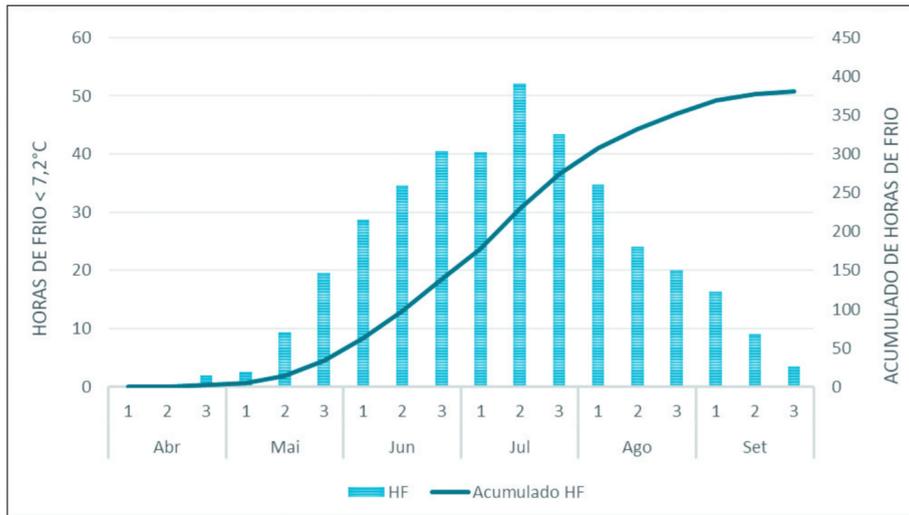
Os potenciais riscos que os vinhedos da Campanha Gaúcha podem sofrer decorrentes das condições climáticas foram analisados a partir de três fatores que são descritos a seguir.

8.3.2.1. Horas de Frio abaixo de 7,2 °C (HF < 7,2 °C)

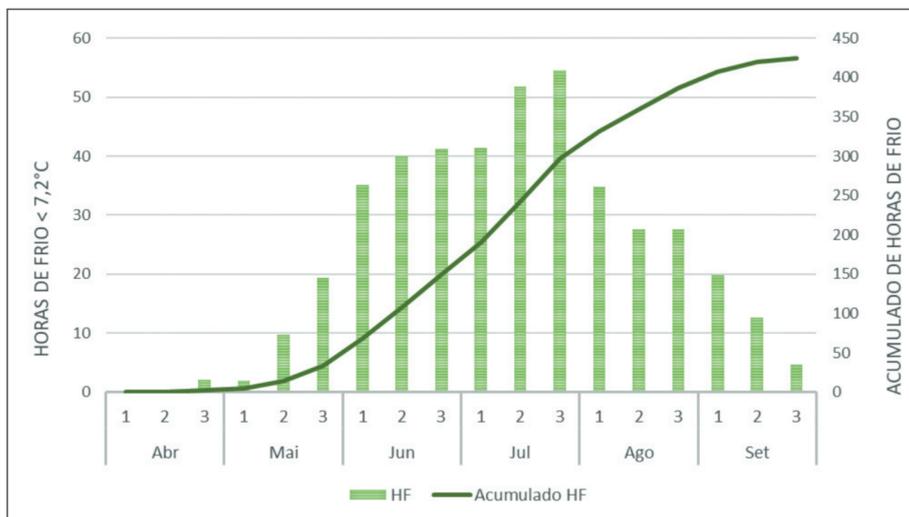
As espécies perenes de clima temperado, como a videira, que passam por repouso (dormência) no inverno, necessitam tratamento de frio para a superação de dormência de gemas florais e vegetativas. A ausência de frio hibernal ou a alternância de períodos frios e quentes, durante o outono-inverno, causam florescimento esparso e errático nas videiras. Porém, o frio intenso e contínuo neste período tende a promover floração abundante e uniforme (Bergamaschi e Bergonci, 2017).

Desta forma, considera-se como referência para a análise do frio hibernal para a superação da dormência a variável “horas de frio” (HF) que corresponde ao tempo, em horas, em que a temperatura do ar permanece abaixo ou igual a 7,2 °C.

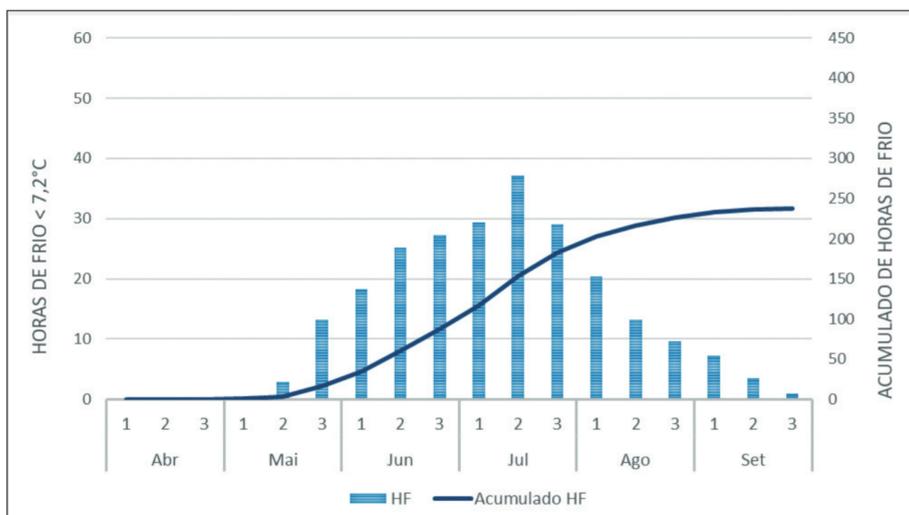
Nos estudos realizados para a caracterização da região da Campanha Gaúcha, foi contabilizado o tempo em horas de cada dia e totalizado para o período de abril a setembro, inclusive. Os valores obtidos, em escala decendial e acumulados ao longo do período são apresentados na Figura 4.



A



B



C

Figura 4. Horas de Frio < 7,2 °C (HF) por decêndio e acumulado de HF, para os meses de abril a setembro, referentes a série de dados meteorológicos de 1961 a 2013, para os municípios de (A) Bagé, (B) Santana do Livramento e (C) Uruguaiana, RS.

Os valores acumulados de $HF < 7,2 \text{ }^\circ\text{C}$ são de 381,1 HF, em Bagé, 424,2 HF, em Santana do Livramento e 237,7 HF, em Uruguaiana. Os índices observados para Bagé e Santana do Livramento são considerados suficientes para atender às demandas por frio invernal da maioria das variedades de uva. Enquanto os valores observados para Uruguaiana podem ser limitantes para algumas variedades mais tardias, mais exigentes.

8.3.2.2. Ocorrência de geadas tardias

As geadas que ocorrem no período de dormência da videira são benéficas, já que as baixas temperaturas no inverno contribuem para a quebra de dormência das gemas, melhorando a uniformidade da brotação na planta. Iniciada a brotação, a ocorrência de geadas passa a ser um risco climático, pois pode causar sérios danos às plantas e graves prejuízos econômicos aos viticultores (Mandelli et al., 2009).

A probabilidade de ocorrência de geadas tardias foi determinada por Alves e Melo (2017), considerando como geadas o registro de temperatura mínima do ar menor que dois graus Celsius ($T_{\min} < 2 \text{ }^\circ\text{C}$), em uma escala de número de geadas por decêndio. Consideram-se como geadas tardias aquelas ocorridas nos meses de agosto e setembro.

Os resultados apresentados na Figura 5, indicam uma semelhança entre os municípios de Bagé e Santana do Livramento em todos os períodos considerados, sendo que a probabilidade de ocorrência de até duas geadas por decêndio oscila entre 10 e 20% para os dois municípios até o 1º decêndio de setembro. Já para Uruguaiana a probabilidade de ocorrência de geadas tende a ser menor que nos demais municípios, especialmente a partir do 2º decêndio de agosto.

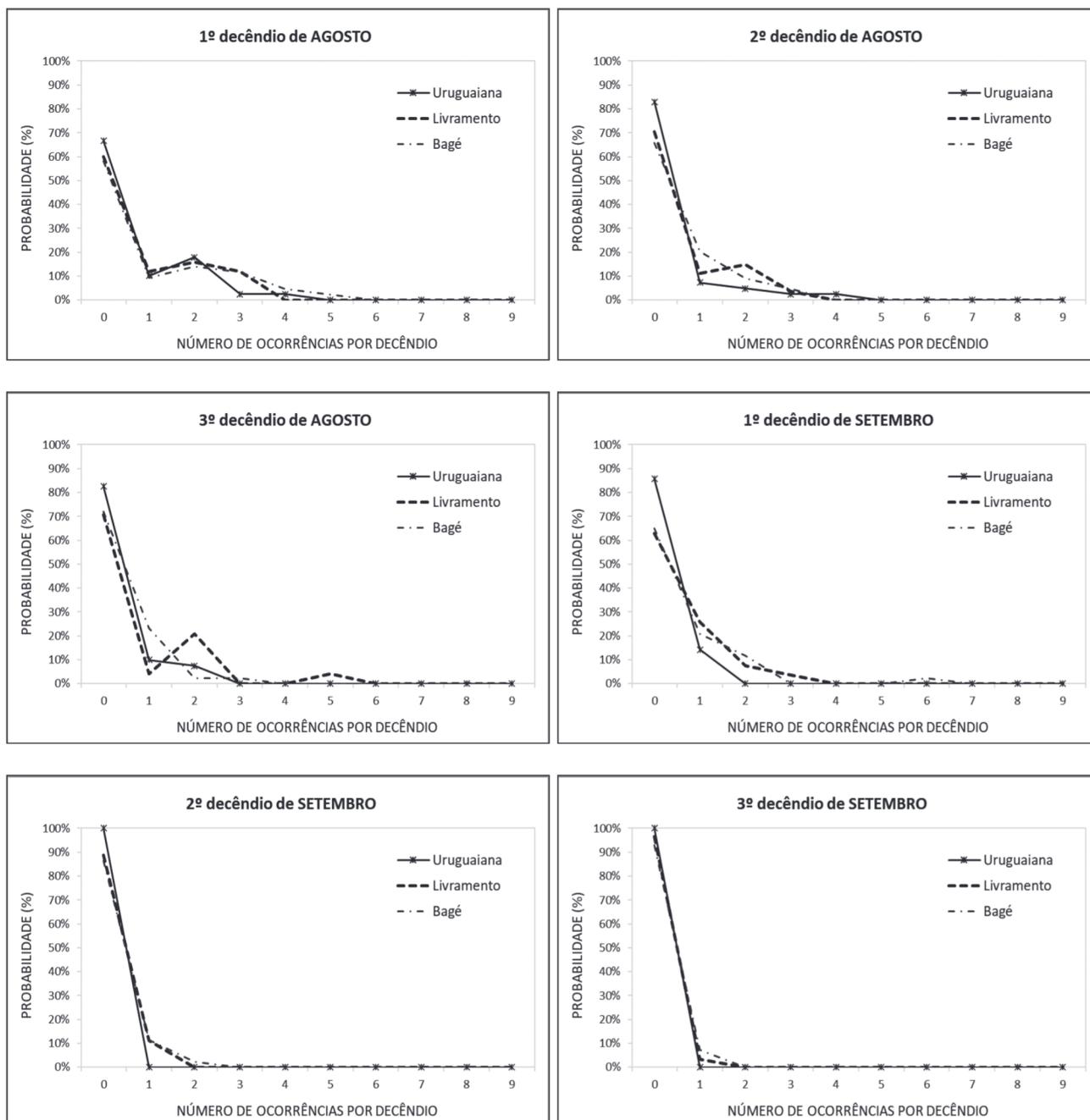


Figura 5. Probabilidade de ocorrência de geadas, por decênio, nos meses de agosto e setembro, nos municípios de Bagé, Santana do Livramento e Uruguaiana. Probabilidade determinada a partir de dados da série histórica de janeiro de 1961 a dezembro de 2013.

8.3.2.3. Incidência de doenças fúngicas

Dentre os riscos climáticos aos quais a viticultura está sujeita se destaca a favorabilidade à incidência de doenças. O míldio (*Plasmopara viticola* (Berk. & Curt) Berl. & de Toni) e a podridão cinzenta da uva, ou podridão de Botrytis causada pelo fungo *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzl, são consideradas as principais doenças que atingem as videiras na região da Campanha Gaúcha (Tonietto et al., 2012).

A favorabilidade à ocorrência de doenças foi simulada utilizando-se modelos preditivos que têm como variáveis de entrada a duração do período de molhamento (DPM) e a temperatura no período de molhamento, tendo sido feita uma caracterização parcial da região da Campanha Gaúcha a partir dos dados meteorológicos do município de Santana do Livramento – RS (Alves et al., 2015). Assim,

foi utilizada uma série de dados meteorológicos de 12 anos oriundos da estação meteorológica instalada no município de Santana do Livramento, obtidos juntos ao BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa) do INMET (INMET. 2020).

Ao longo do ciclo da cultura, os períodos analisados foram definidos com os seguintes critérios:

- Para o míldio, o período de análise corresponde aos primeiros meses após a rebrota, durante a formação do dossel, com presença constante de folhas novas.
- Para podridão cinzenta, doença que ataca os frutos, o período de análise se restringiu aos dois últimos meses do ciclo, quando ocorre a maturação das bagas.

Na região em estudo, a brotação pode começar a ocorrer em agosto, principalmente em cultivares precoces, mas ocorre predominantemente em setembro. O período de maturação se inicia em dezembro, nas cultivares precoces, e pode se estender até março nas tardias. Contudo, a maturação se concentra principalmente entre janeiro e fevereiro.

Assim, o período de maior interesse para o míldio, nesta região, vai de setembro a dezembro e, para podridão cinzenta, de janeiro a fevereiro.

Desta forma, o risco potencial de ocorrência de míldio e de podridão cinzenta foi caracterizado pelas frequências médias da ocorrência de dias com risco de infecção alto, médio e baixo, entre os anos de 2002 e 2013, apresentados na Figura 6. Para míldio, a frequência de dias com baixo risco foi de 23%, médio risco, 45%, e alto risco, 32%. Já para podridão cinzenta, esses valores foram de 15%, 78% e 7%, com baixo, médio e alto risco, respectivamente.

Os resultados da análise de frequência e as variáveis meteorológicas consideradas na análise da incidência do míldio são apresentados nas Figuras 7 e 8, e da incidência da podridão cinzenta, nas Figuras 9 e 10.

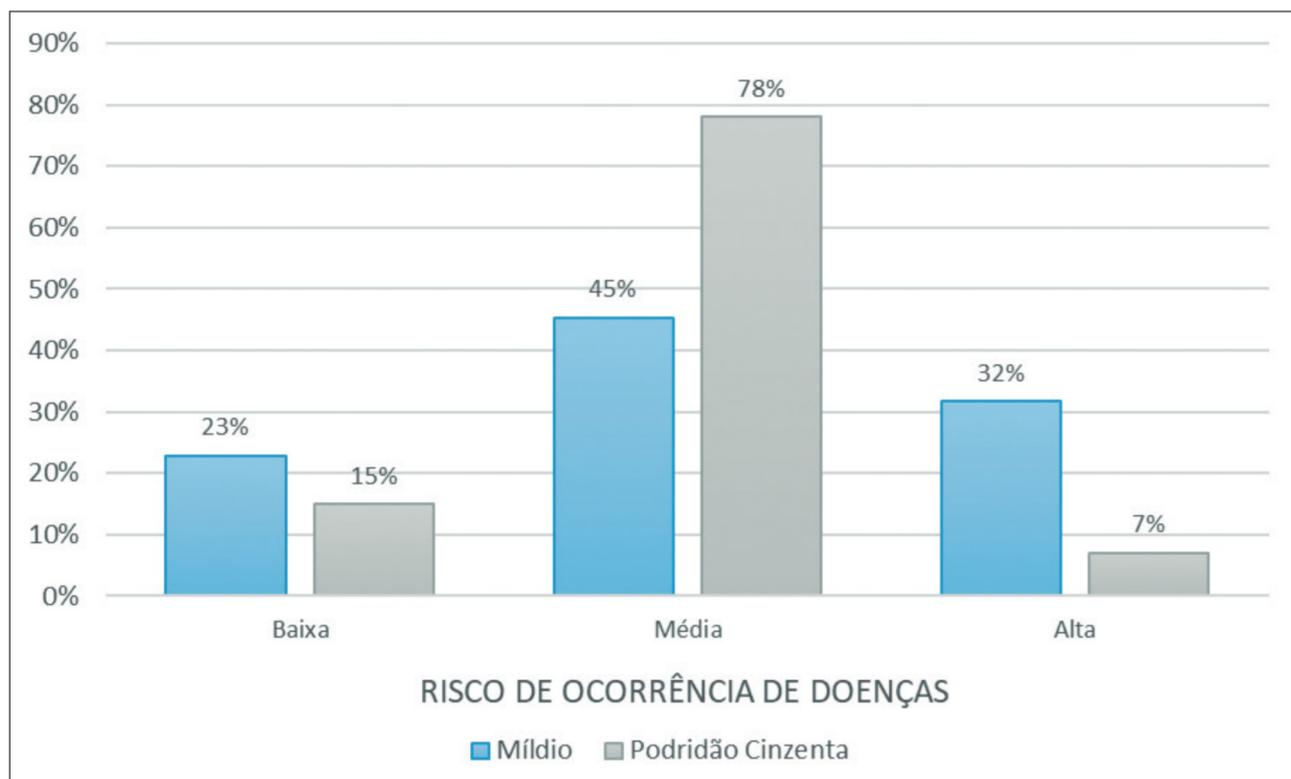


Figura 6. Frequência média de ocorrência de dias com risco baixo, médio e alto de infecção de míldio (*Plasmopara viticola*) e por podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*), em Santana do Livramento - RS, calculada durante o período de 2002 a 2013.

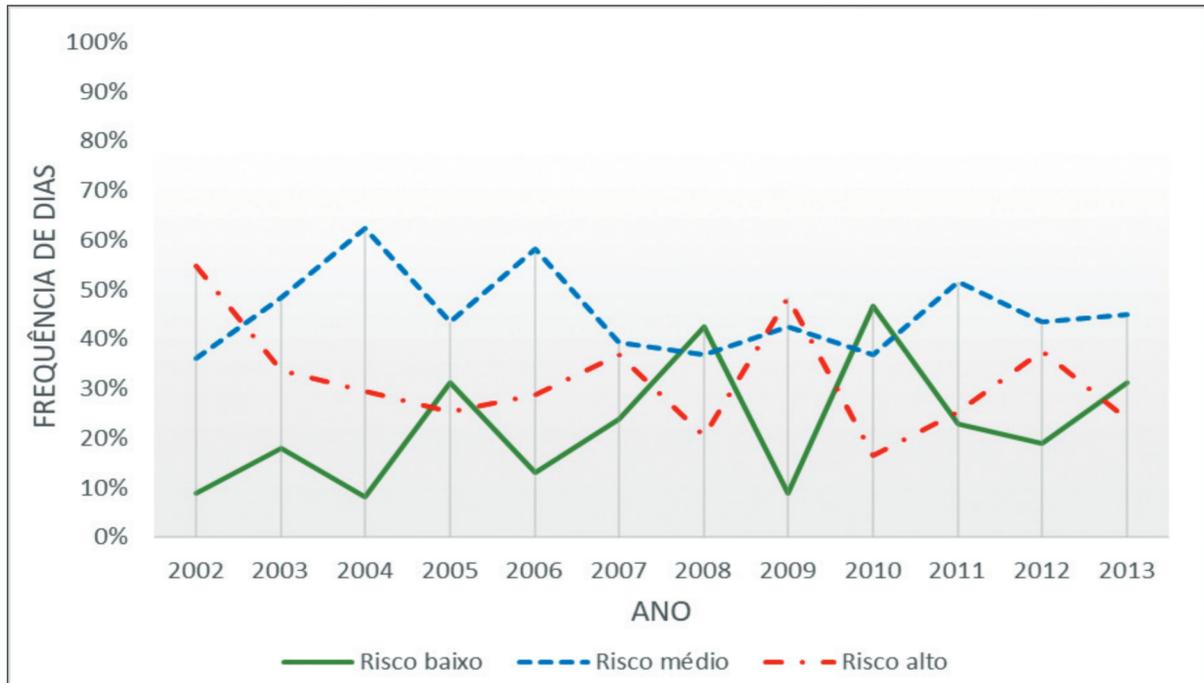


Figura 7. Frequência de ocorrência de dias com risco baixo, médio e alto de infecção de míldio (*Plasmopara viticola*), em Santana do Livramento - RS, calculada durante o período de 2002 a 2013 nos meses iniciais do ciclo da cultura.

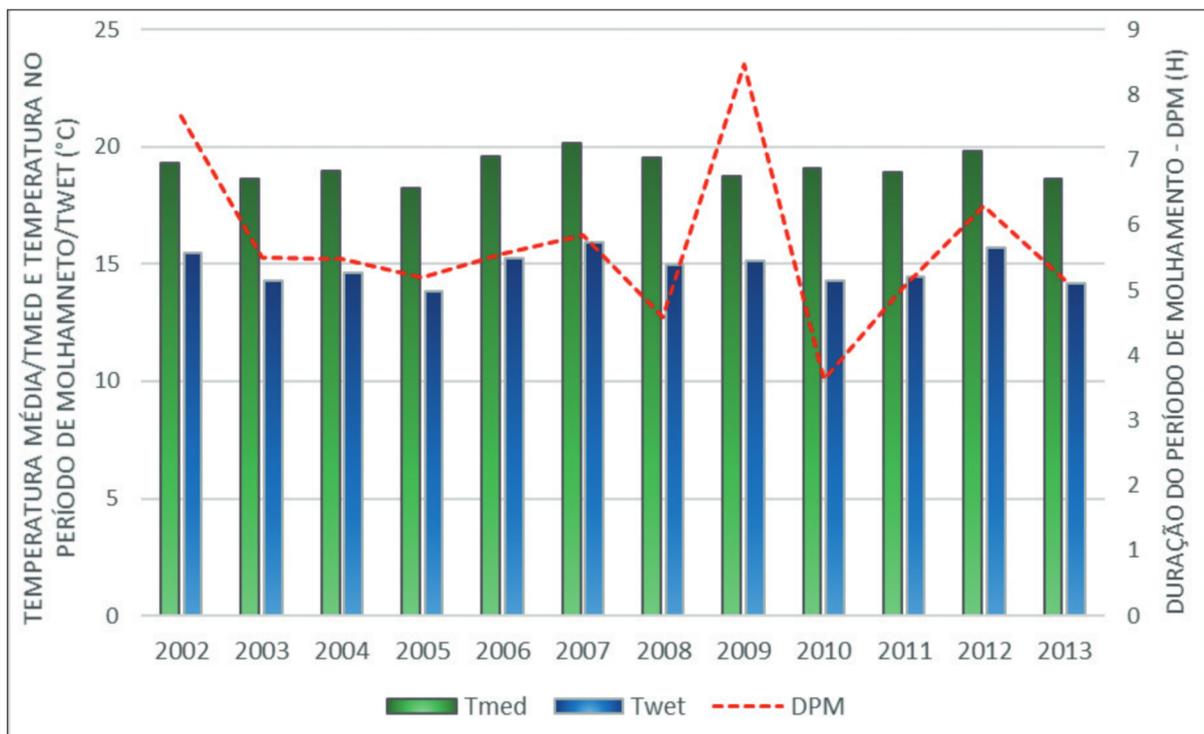


Figura 8. Temperatura média (Tmed), temperatura no período de molhamento (T) e duração do período de molhamento (DPM) médios observados em Santana do Livramento – RS, entre setembro e dezembro, no período de 2002 a 2013.

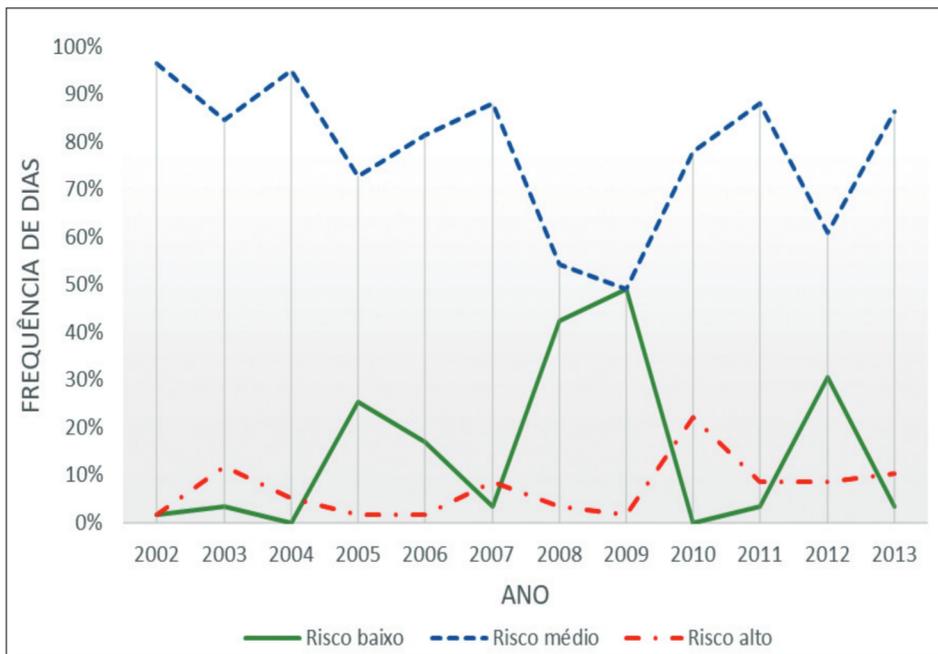


Figura 9. Frequência de ocorrência de dias com risco baixo, médio e alto de infecção de podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*), em Santana do Livramento - RS, calculada durante o período de 2002 a 2013 nos meses de maturação da cultura.

Há coerência entre as frequências de ocorrência de dias com risco baixo, médio e alto de infecção das doenças analisadas com as variáveis climáticas, observadas nos respectivos períodos de análise.

Observações de campo relatadas por produtores da região quanto a incidência das doenças avaliadas no presente estudo, indicaram um alinhamento entre estas observações e os resultados obtidos por meio do modelo utilizado na análise da favorabilidade de incidência do míldio. No entanto, no estudo da favorabilidade da podridão cinzenta do cacho, este mesmo alinhamento não foi verificado.

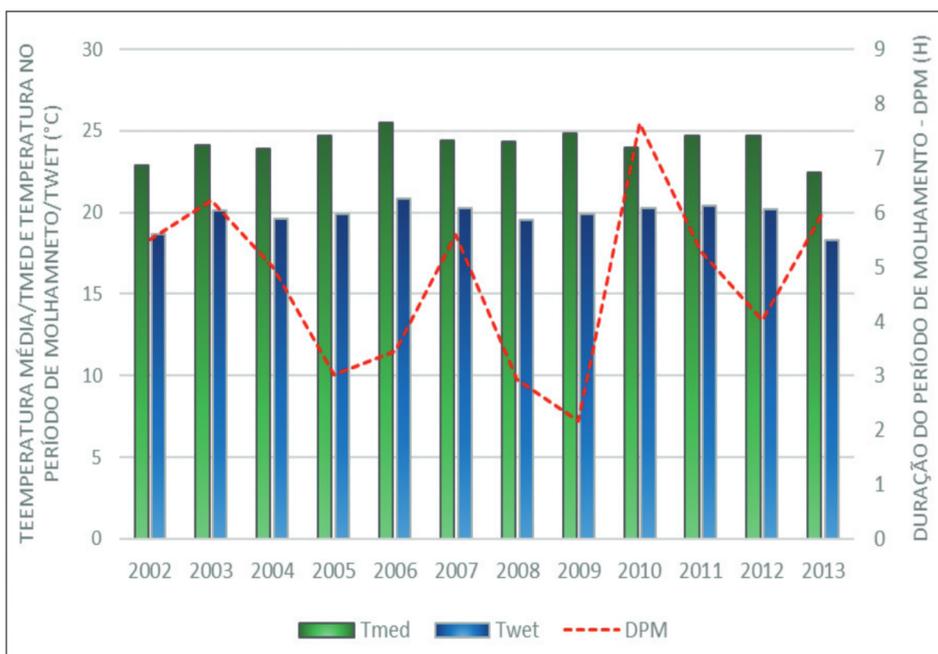


Figura 10. Temperatura média (Tmed), temperatura no período de molhamento (T) e duração do período de molhamento (DPM) médios observados em Santana do Livramento – RS, entre janeiro e fevereiro, no período de 2002 a 2013.

Há que ressaltar que os modelos utilizados ainda não foram validados para as condições da região estudada, mas que os resultados obtidos orientam quanto a caracterização de riscos de incidência de doenças e compõem uma análise mais ampla com vistas ao zoneamento de riscos climáticos da região.

8.4. Ferramenta de apoio à tomada de decisões relativas ao manejo dos vinhedos - Agroconnect

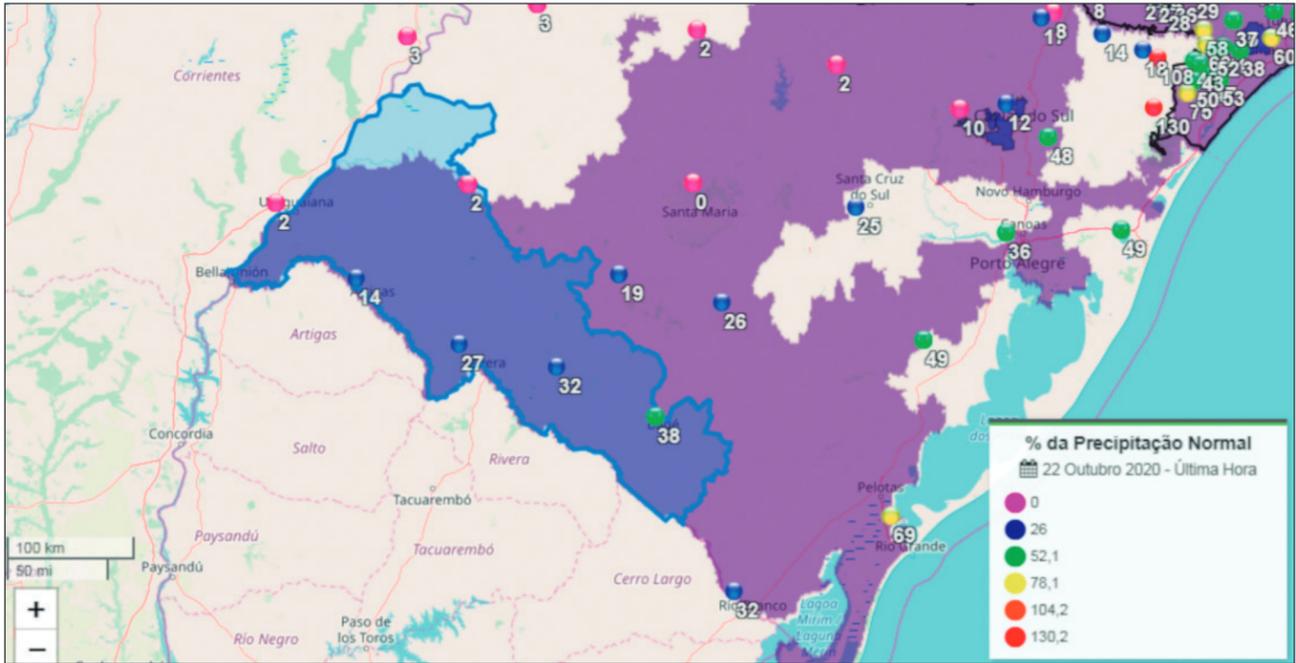
O Agroconnect é uma plataforma desenvolvida pela EPAGRI/CIRAM (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina) acessível via Web pelo endereço <http://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/>.

No âmbito do projeto IP Campanha, a EPAGRI/CIRAM ampliou a abrangência do Agroconnect para a região da Campanha Gaúcha, como parte das atividades propostas no projeto e se apresenta como uma ferramenta de apoio à tomada de decisões relativas ao manejo dos vinhedos no que tange a influência das condições meteorológicas. Algumas das possibilidades de monitoramento e análise oferecidas por esta plataforma são apresentadas a seguir.

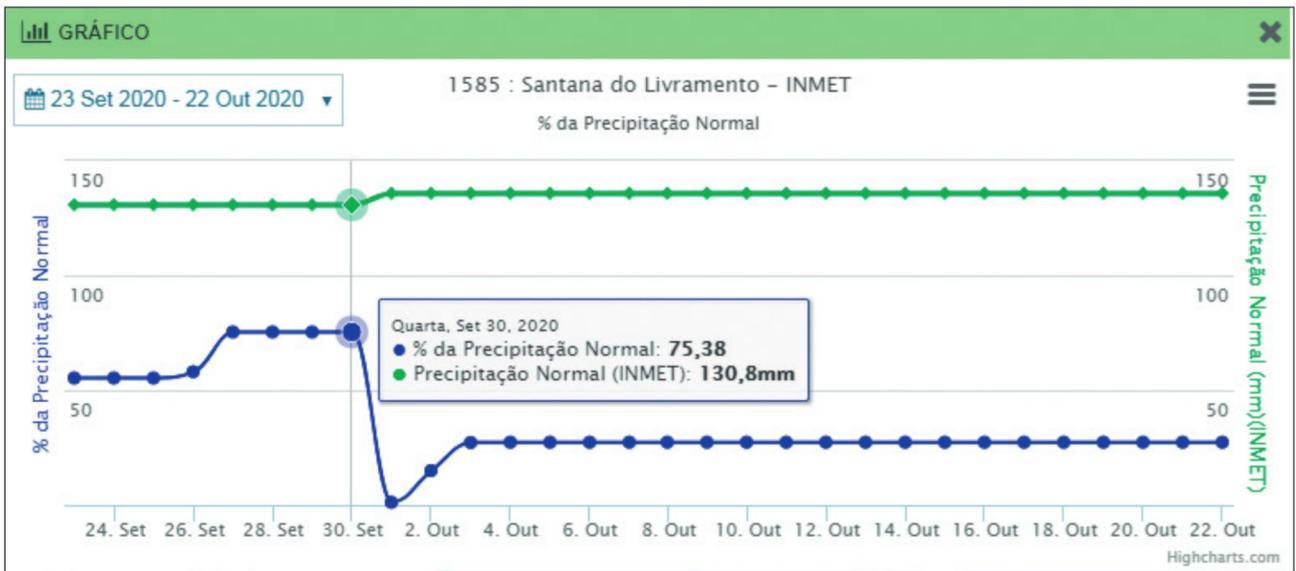
Além das variáveis coletadas pelas estações meteorológicas, denominadas diretas, ao acessar o “ambiente Viticultura” na plataforma Agroconnect, o viticultor (usuário) pode visualizar informações derivadas de modelos matemáticos assim com as de favorabilidade climática às duas principais doenças da videira: Quociente Heliopluiométrico de Maturação (QM); Índice de chuva (IC); Índice de frio (IF); Índice de seca (IS); Índice de Huglin (IH); Graus dias (GD); Horas frio (HF); Unidades de frio; Número de geadas; Balanço hídrico climatológico seriado e seus termos; Podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*), Míldio da Videira (*Plasmopara viticola*).

O vitivinicultor pode visualizar a distribuição geoespacial da percentagem das precipitações acumuladas em cada mês em relação às normais climatológicas do mês em questão e acessar a percentagem de maneira pontual relativa ao cálculo de uma estação meteorológica específica com um “click” no ponto representativo da estação meteorológica pretendida. No acesso pontual nessa estação é disponibilizado a linha da precipitação normal do mês e o acompanhamento diário da percentagem de precipitação pluviométrica ocorrida até o última hora e data do registro (Figuras 11A e 11B).

Os valores de horas de frio e de unidades de frio podem ser acessados ‘on line’ conforme indicado na Figura 12A.



A



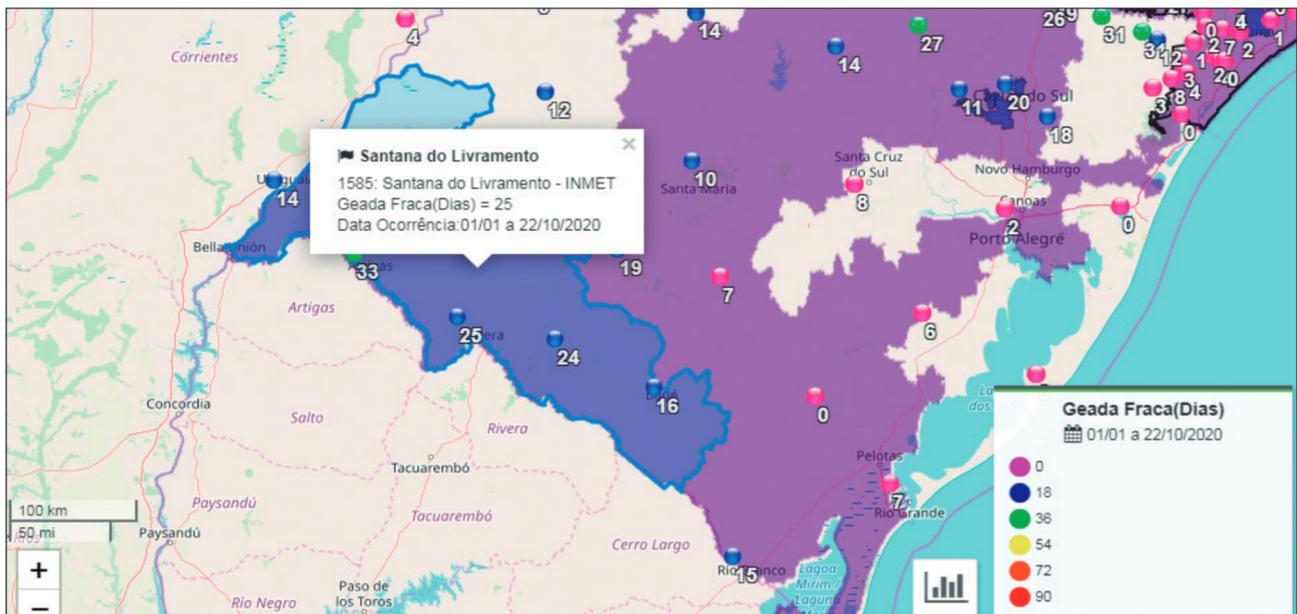
B

Figura 11. Distribuição geoespacial da percentagem das precipitações acumuladas em cada mês em relação às normais climatológicas do mês (A) linha da precipitação normal do mês, linha verde e o acompanhamento diário da percentagem de precipitação pluviométrica ocorrida até o última hora e data do registro, linha azul, para a estação meteorológica em foco (B). (Fonte: Epagri/Ciram, <http://www.ciram.sc.gov.br/agroconnect/>).

O número de geadas ao decorrer do ano (Figura 12B) pode ser acompanhado, sendo que as geadas fracas foram inferidas quando a temperatura do abrigo meteorológico foi igual ou menor que 3 °C e, geadas moderadas, quando estas temperaturas forem menores ou igual a 1 °C.



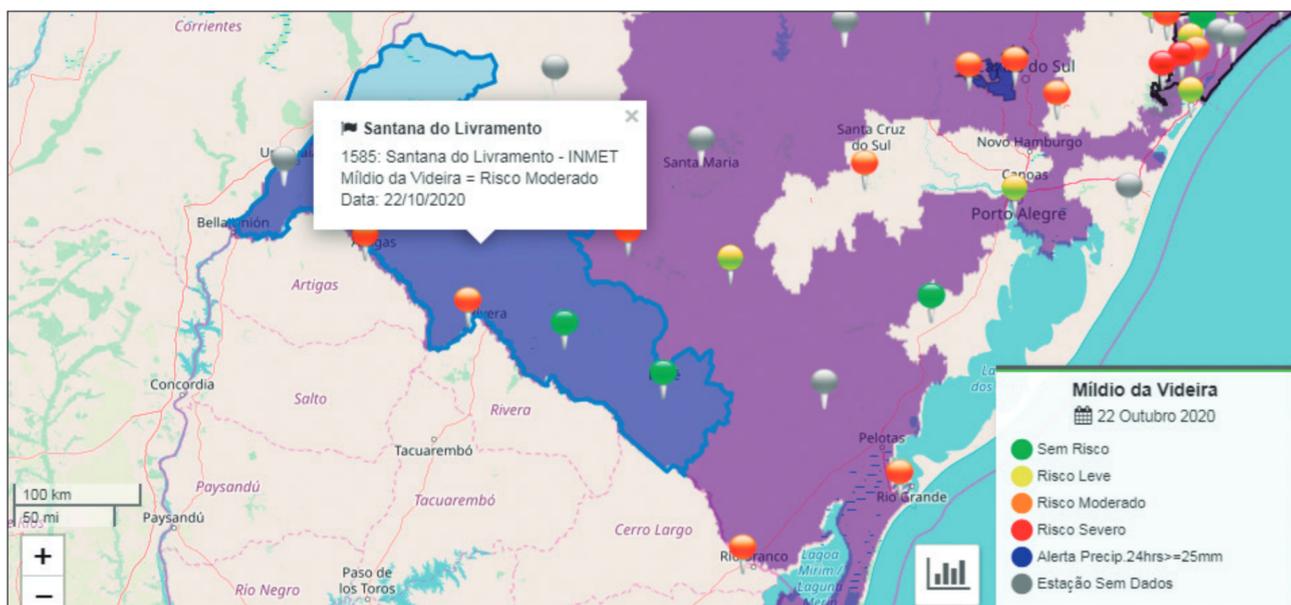
A



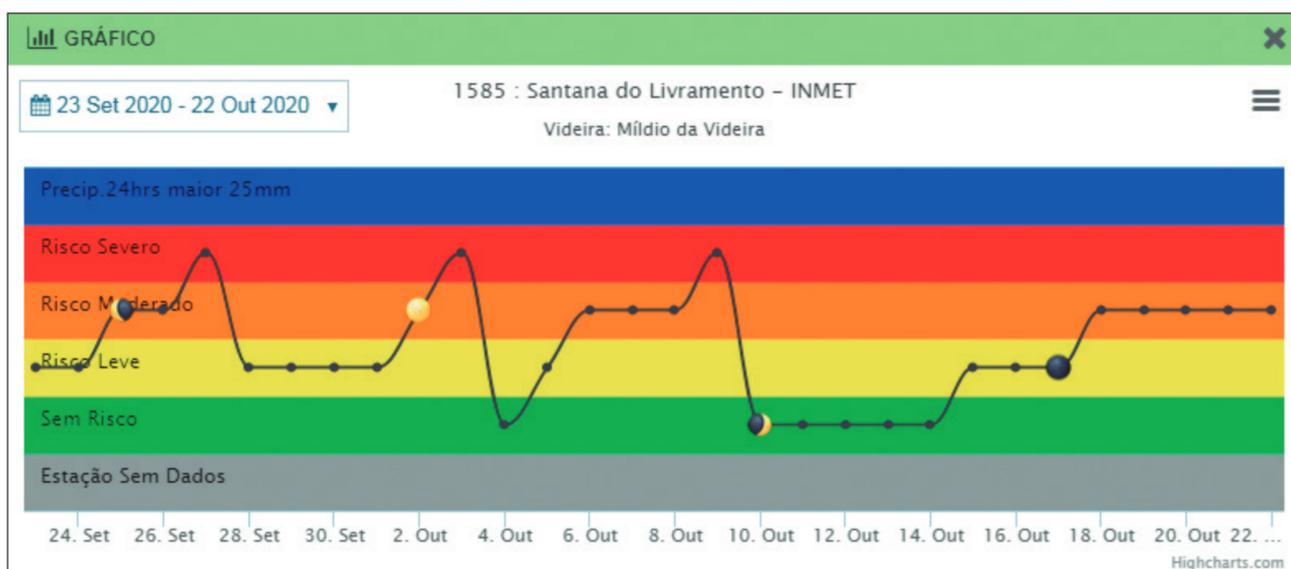
B

Figura 12. Distribuição geoespacial do número de Horas de Frio abaixo de 7,2 °C (A) e o número de geadas ao decorrer do ano contabilizado pelas temperaturas < 3,0 °C no abrigo meteorológico (B). (Fonte: Epagri/Ciram, <http://www.ciram.sc.gov.br/agroconnect/>).

Com a inserção dos dados meteorológicos das estações meteorológicas com telemetria do INMET no banco de dados da Epagri/Ciram foi viabilizado o cálculo de modelos que indicam a favorabilidade de doenças como o míldio da videira (*Plasmopara viticola*) e, na atualidade, está sendo inserido esta funcionalidade para a podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*). O vitivinicultor pode visualizar a distribuição geoespacial das favorabilidades climáticas no mapa (Figura 13A) ou acessar a favorabilidade de doenças de maneira pontual relativo ao cálculo de uma estação meteorológica específica com um 'click' no ponto representativo da estação meteorológica pretendida. No acesso pontual por estação é disponibilizado quatro níveis de risco de incidência das doenças (Figura 13B) correspondendo: sem risco, risco leve, moderado e severo. Mostra também a ocorrência acima de 25 mm de precipitação pluviométrica indicando ao vitivinicultor a condição de averiguar à campo a necessidade ou não de repetir tratamentos culturais de supressão referentes à infestação da videira pelo míldio.



A

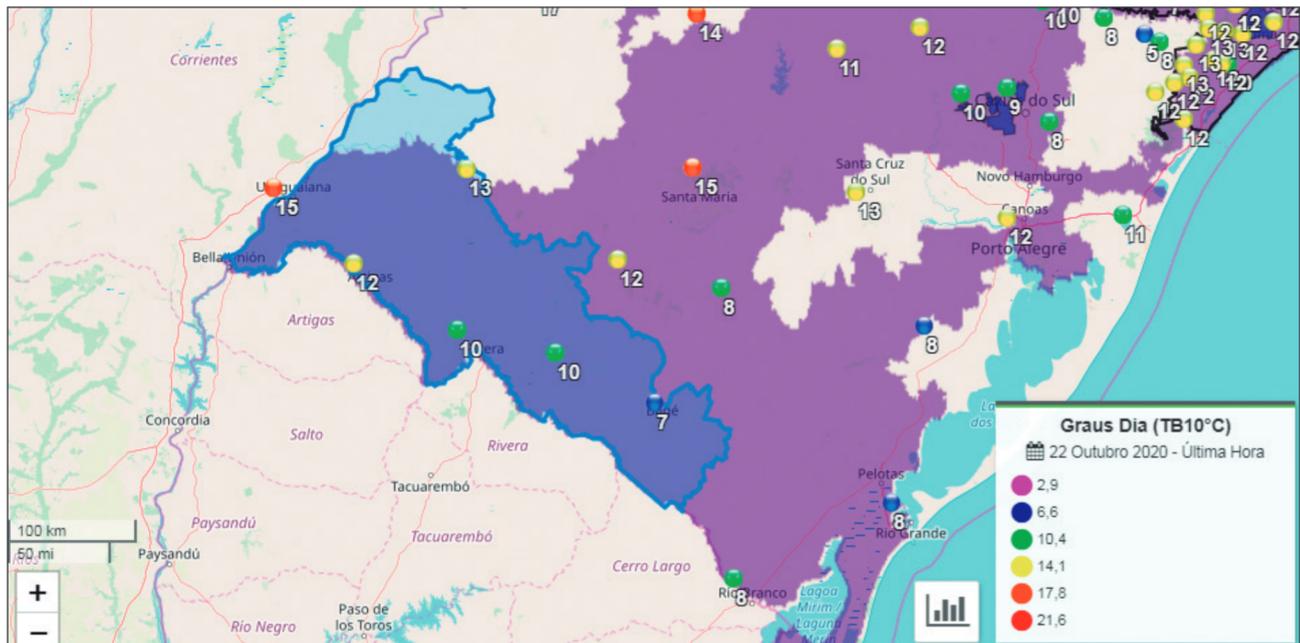


B

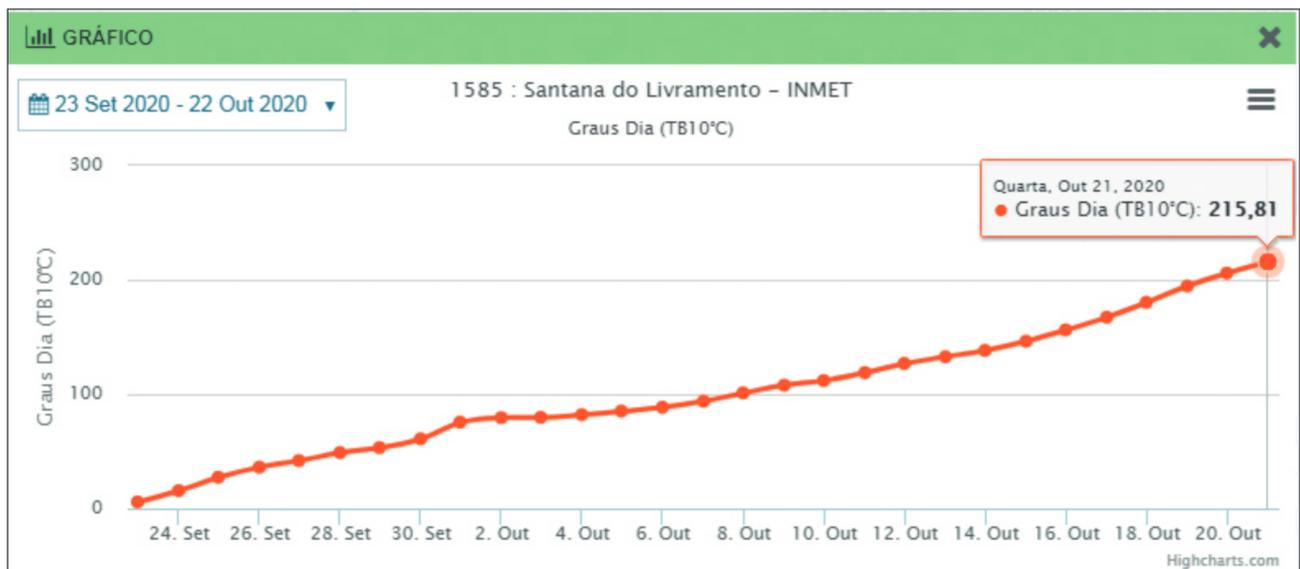
Figura 13. Distribuição geoespacial dos níveis de favorabilidades climáticas para o desenvolvimento do míldio da videira (*Plasmopara viticola*) (A) dinâmica diária dos níveis de favorabilidade para incidência do míldio da videira para a estação meteorológica em foco (B). (Fonte: Epagri/Ciram, <http://www.ciram.sc.gov.br/agroconnect/>).

Os valores diários e acumulados (Figura 14A e 14B) podem ser acessados e o período de acúmulo de graus dia pode ser determinado pelo usuário para fazer o monitoramento do seu vinhedo e variedade.

É possível também verificar os cálculos dos termos do balanço hídrico seriado Evapotranspiração potencial (ETp) e real (ETr), disponibilidade de água no solo, variação da água no solo, déficit hídrico e negativo acumulado (Figura 16). É também disponibilizado o ISNA, Índice de satisfação da necessidade de água pelas culturas calculado pela relação entre ETo e ETp (Figura 15).



A



B

Figura 14. Distribuição geoespacial dos valores diários de Graus dias com temperatura base de 10 °C (A) e linha representativa da somatória dos graus dias para a estação meteorológica em foco (B). (Fonte: Epagri/Ciram, <http://www.ciram.sc.gov.br/agroconnect/>).

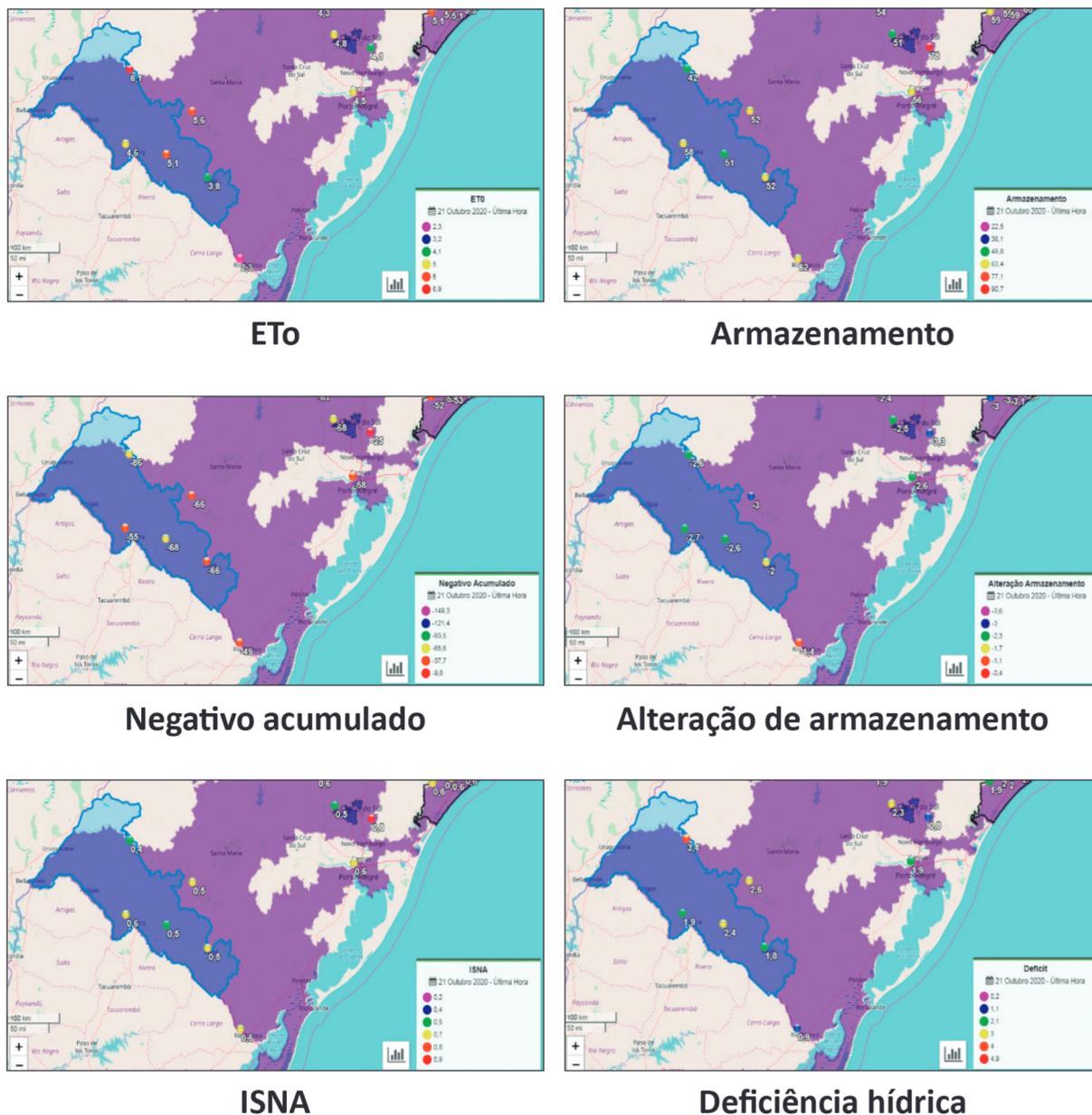


Figura 15. Distribuição geoespacial do balanço hídrico climatológico seriado calculado pelo método (Penman Monteith-FAO 56) e os termos do balanço hídrico para a capacidade de água disponível no solo de 100 milímetros. (Fonte: Epagri/Ciram, <http://www.ciram.sc.gov.br/agroconnect/>).

8.5. Benefícios e diferencial

O entendimento das condições climáticas da região, especialmente quanto aos riscos e potencialidades que estas condições oferecem ao cultivo da videira, auxilia a tomada de decisão do vitiviniculor desde o plantio, definição de áreas e variedades adequadas, até o manejo do vinhedo.

A escolha de variedades de ciclos precoces, intermediários ou tardios passa por esta análise no intuito de minimizar os riscos inerentes ao clima, bem como potencializar os benefícios. A probabilidade de ocorrência de geadas tardias ou de condições mais favoráveis à maturação dos frutos influenciam fortemente nesta decisão, por exemplo.

A utilização de ferramentas como a plataforma Agroconnect facilita essas decisões no dia a dia da condução do vinhedo, trazendo informações meteorológicas em tempo real e índices que traduzem o que a meteorologia pode favorecer ou prejudicar e indicando momentos para eventuais intervenções de manejo.

8.6. Referências

- ALVES, M. E. B.; CAVALCANTI, F. R.; MONTEIRO, J. E. B. A. Análise da favorabilidade de ocorrência de doenças fúngicas da videira no município de Santana do Livramento - RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 19., 2015, Lavras. Agrometeorologia no século 21: o desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros. **Anais...** Lavras: UFLA, 2015. p. 208-218. Disponível: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130858/1/Analise-AlvesAnaisCBAgro2015.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2020.
- ALVES, M. E. B.; MELO, R. W. Probabilidade de ocorrência de geadas tardias na região da Campanha Gaúcha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 20; SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 5., 2017, Juazeiro, BA. **Anais....** A agrometeorologia na solução de problemas multiescala. Petrolina: Embrapa Semiárido; Juazeiro: UNIVASF; Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2017.
- BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. **As plantas e o clima: princípios e aplicações**. Guaíba: Agrolivros, 2017. 352p.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/bdmep-dados-hist%C3%B3ricos>. Acesso em: 20 set. 2020.
- MANDELLI, F. **Comportamento meteorológico e sua influência na vindima de 2005 na Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 4p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 58). Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/540803>>. Acesso em: 04 nov. 2020.
- MANDELLI, F.; MIELE, A.; TONIETTO, J. Uva em clima temperado. In: Monteiro, J. E. B. A. (Org.) **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. v.1, p. 503-515. Disponível em: < https://www.embrapa.br/documents/1355291/37056285/Bases+climatol%C3%B3gicas_G.R.CUNHA_Livro_Agrometeorologia+dos+cultivos.pdf/13d616f5-cbd1-7261-b157-351eaa31188d?version=1.0>. Acesso em: 04 nov. 2020.
- TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; ZANUS, M. C.; GUERRA, C. C.; PEREIRA, G. E.. O clima vitícola das regiões produtoras de uvas para vinhos finos do Brasil. In: TONIETTO, J.; SOTÉS RUIZ, V.; GÓMEZ-MIGUEL, V. D. (Ed.). **Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas**. Madrid: CYTED, 2012. p. 111-145.
- WESTPHALEN, S. L. Bases ecológicas para a determinação de regiões de maior aptidão vitícola no Rio Grande do Sul. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE LA UVA Y DEL VINO, 1977, Montevideo. **Anales...** Montevideo: Ministerio e Industria y Energia: Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 1977. p. 89-101. (Cuaderno Técnico, 38).
- WESTPHALEN, L. S.; MALUF, J. R. T. **Caracterização das áreas bioclimáticas para o cultivo de Vitis vinifera L.: regiões da serra do nordeste e planalto do Estado do Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000.