

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

Nicole Marques Matos Costa

**APTIDÃO AGROCLIMÁTICA DA CULTURA DA VIDEIRA EM BAMBUÍ, MINAS
GERAIS**

BambuÍ
2024

NICOLE MARQUES MATOS COSTA

**APTIDÃO AGROCLIMÁTICA DA CULTURA DA VIDEIRA EM BAMBUÍ, MINAS
GERAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto
Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí
para obtenção do grau de bacharel em
Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Gislaine Pacheco
Tormen

Bambuí

2024

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

C837a Costa, Nicole Marques Matos.
Aptidão agroclimática da cultura da videira em Bambuí, Minas Gerais.
/ Nicole Marques Matos Costa. – 2024.
26 f.; il.: color.

Orientadora: Gislaine Pacheco Tormen.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí,
MG, Curso Bacharelado em Agronomia, 2024.

1. Viticultura. 2. Uva. 3. Zoneamento Climático. I. Tormen, Gislaine
Pacheco. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 634.8



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Ensino
Departamento de Engenharia e Computação
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Meeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí -MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

DECLARAÇÃO

NICOLE MARQUES MATOS COSTA

APTIDÃO AGROCLIMÁTICA DA CULTURA DA VIDEIRA EM BAMBUÍ, MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 13 de agosto de 2024

Profª. Gislaine Pacheco Tormen (Orientadora-IFMG Campus Bambuí)

Prof. Ricardo Monteiro Corrêa (Professor - IFMG Campus Bambuí)

Profª. Fabiana Aparecida Couto (Professora - IFMG Campus Bambuí)

Bambuí, 14 de agosto de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Gislaine Pacheco Tormen**, Professora, em 14/08/2024, às 10:43, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Monteiro Correa**, Professor, em 20/08/2024, às 14:33, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Fabiana Aparecida Couto**, Professora, em 21/08/2024, às 15:34, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2004316** e o código CRC **D1B8BDB**.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela força e sabedoria que me concedeu ao longo desta jornada.

Agradeço de coração à minha mãe, por todo apoio durante a elaboração deste trabalho, pelo amor e por todo incentivo. Você é minha fonte de inspiração e minha base firme.

Agradeço de coração ao meu namorado, Hitallo, por seu amor, compreensão, cuidado e apoio constante. Sua presença foi um alicerce fundamental em momentos de desafio e conquista.

Um agradecimento especial à minha orientadora, Gislaine, pela paciência, orientação e compartilhamento de conhecimentos. Sua dedicação e compromisso foram essenciais para a concretização deste trabalho.

Também sou grata aos meus colegas de curso, pela amizade, colaboração e troca de experiências. Vocês tornaram essa caminhada mais agradável e enriquecedora.

Por fim, agradeço a todos os profissionais que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste TCC.

A todos, minha eterna gratidão!

RESUMO

A caracterização climática realizada em menor escala é um passo importante para aperfeiçoar a produção em uma determinada região, tornando-se possível identificar os mesoclimas mais favoráveis ao cultivo. Em Bambuí, Minas Gerais, encontram-se condições climáticas favoráveis para o cultivo da videira, similar às características das regiões tradicionais de viticultura. Apesar de algumas descrições climáticas da região indicarem seu potencial, faltam avaliações criteriosas, utilizando índices climáticos apropriados, como o Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola (CCM Geovitícola). Tal avaliação é fundamental para caracterizar completamente a aptidão agroclimática de Bambuí, promovendo o desenvolvimento da viticultura e potencializando o turismo regional. Este trabalho teve como objetivo principal avaliar a aptidão climática de Bambuí - MG, para o cultivo da videira, considerando-se diferentes dois ciclos de produção ao longo do ano e em relação ao ajuste de suas condições climáticas dentro do Sistema CCM Geovitícola. Na caracterização climática, foi utilizado o sistema CCM Geovitícola, que é composto por três índices: Heliotérmico (IH), de Frio Noturno (IF) e de Seca (IS). Também foi empregado o Índice de Zuluaga (IZ), para avaliar os riscos de incidência de doenças fúngicas da videira. Utilizou-se uma série histórica de sete anos de dados meteorológicos, obtidos de uma estação automática do INMET, localizada nas dependências do Instituto Federal Minas Gerais *Campus* Bambuí. As avaliações foram realizadas, simulando dois períodos, Outono – Inverno, que representa os meses de abril a setembro, e Primavera – Verão (PV), que representa os meses de outubro a março. Os resultados demonstraram que a região de Bambuí, apresenta aptidão climática para a produção de uvas nos dois períodos avaliados, com maior potencial de qualidade nos meses de abril a setembro, em função das condições hídricas mais favoráveis, devido aos menores índices pluviométricos e temperaturas mais amenas registrados no período. Esse trabalho pode auxiliar nas decisões de produtores interessados em investir nessa atividade. Além disso, trabalhos futuros podem expandir essas análises, levando em outras estações meteorológicas na região da Serra da Canastra, possibilitando alinhar a produção do tradicional queijo Canastra ao de vinhos finos, fortalecendo a economia local e contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região.

Palavras-chave: Uva. Viticultura. Zoneamento Climático.

ABSTRACT

The climatic characterization carried out on a smaller scale is an important step to improve production in a given region, making it possible to identify the most favorable mesoclimates for cultivation. Bambuí, Minas Gerais, has favorable climatic conditions for grapevine cultivation, similar to the characteristics of traditional viticultural regions. Although some climatic descriptions of the region indicate its potential, careful evaluations using appropriate climatic indices, such as the Geoviticultural Multicriteria Climate Classification System (Geoviticultural CCM), are lacking. Such an evaluation is essential to fully characterize the agroclimatic suitability of Bambuí, promoting the development of viticulture and enhancing regional tourism. The main objective of this study was to evaluate the climatic suitability of Bambuí - MG, for grapevine cultivation, considering two different production cycles throughout the year and in relation to the adjustment of its climatic conditions within the Geoviticultural CCM System. The CCM Geoviticultural system was used to characterize the climate, which consists of three indices: Heliothermal (IH), Nighttime Cold (IF) and Drought (IS). The Zuluaga Index (IZ) was also used to assess the risk of incidence of fungal diseases in grapevines. A seven-year historical series of meteorological data obtained from an automatic INMET station located at the Instituto Federal Minas Gerais, Bambuí Campus, was used. The evaluations were carried out by simulating two periods, Autumn-Winter, which represents the months from April to September, and Spring-Summer (PV), which represents the months from October to March. The results showed that the Bambuí region has a climatic aptitude for grape production in both periods evaluated, with greater quality potential in the months from April to September, due to the more favorable water conditions, due to the lower rainfall and milder temperatures recorded in the period. This work can assist in the decisions of producers interested in investing in this activity. Furthermore, future work can expand this analysis by taking in other meteorological stations in the Serra da Canastra region, making it possible to align the production of traditional Canastra cheese with that of fine wines, strengthening the local economy and contributing to the sustainable development of the region.

Keywords: Grape. Viticulture. Climatic Zoning.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	10
3	Material e métodos	10
3.1	Área de estudo.....	10
3.2	Índices climáticos para caracterizar o clima vitícola da região de Bambuí.....	12
3.2.1	Índice Heliotérmico (IH).....	12
3.2.2	Índice de Frio (IF)	13
3.2.3	Índice de seca (IS).....	13
3.3	Classe dos Índices	14
3.4	Necessidades térmicas e variedades	15
3.5	Riscos de incidência de doenças fúngicas	16
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	16
5	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1 INTRODUÇÃO

A vitivinicultura, no Brasil, é uma prática relativamente recente em comparação com a história dos tradicionais países produtores, como França e Itália, que lideram mundialmente em área e produção. No Brasil, a produção de uvas e vinho começou com a chegada dos imigrantes italianos às regiões Sudeste e, principalmente, Sul do país há menos de 150 anos. Contudo, existem relatos de que as primeiras videiras cultivadas no Brasil foram de origem europeia e surgiram com a chegada dos colonizadores portugueses, em 1532. Já em meados do século XIX, os imigrantes italianos introduziram a variedade de uva americana "Isabel", o que resultou na rápida substituição das vinhas das variedades europeias, isso se tornou uma base para o desenvolvimento da vitivinicultura comercial nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo. No início do século XX, a viticultura em São Paulo substituiu as cultivares da variedade "Isabel" por "Niágara Branca" e "Seibel II", nesse mesmo período, com o apoio de incentivos governamentais, o Rio Grande do Sul intensificou o plantio de castas viníferas (BOTELHO; PIRES, 2009),

A partir da década de 60, a variedade de uva "Itália" foi com sucesso introduzida na região semiárida do Vale do Submédio São Francisco, devido à implementação de novas tecnologias de cultivo e de irrigação, que permitem mais de uma safra por ano. Isso marcou o início da viticultura tropical no Brasil, representando uma mudança significativa, que permitiu o cultivo de uvas em uma região de clima mais quente e seco (WENDLER, 2009).

O clima tem um papel vital na produção de uvas no Brasil, afetando diretamente tanto a qualidade quanto a quantidade da colheita. Fatores como temperatura, umidade e radiação solar influenciam todas as etapas do desenvolvimento da videira, desde a brotação até a maturação dos frutos. Pesquisas recentes mostram que a temperatura é especialmente importante durante a fase de amadurecimento das uvas, com temperaturas moderadamente altas, melhorando as propriedades dos compostos fenólicos e açúcares, que são essenciais para produzir vinhos de alta qualidade (ALOY *et al.*, 2023). A integração dos elementos climáticos, das propriedades do solo e das características dos vinhedos em regiões adequadas define o conceito de "terroir". Vinhos originários de um "terroir" específico são distintos e não podem ser reproduzidos fora dessa área, mesmo que os vinhedos e os métodos de vinificação sejam idênticos.

No entanto, o aquecimento global, conforme confirmado pelo quinto relatório do IPCC, representa uma ameaça significativa a esse delicado equilíbrio. Desde 1950, mudanças climáticas sem precedentes têm sido observadas, como o aquecimento da atmosfera e dos

oceanos, a redução de gelo e neve e o aumento do nível do mar. Se as emissões de gases de efeito estufa continuarem no ritmo atual, a temperatura global pode aumentar até 5,4 °C até 2100, colocando em risco regiões vinícolas tradicionais, como partes da Califórnia e do sul da Península Ibérica. Um estudo recente adverte que, sem medidas eficazes para conter o aquecimento global, menos de um quinto das áreas nos EUA, atualmente consideradas ideais para a produção de vinhos de alta qualidade, permanecerão adequadas até o final do século (OLIVEIRA, 2017).

Foi dentro desse contexto que surgiu o conceito do sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola (CCM), proposto por Tonietto e Carbonneau (2004). Lidando com essa complexidade, ao considerar variáveis como temperatura, radiação solar e disponibilidade de água, oferecendo uma compreensão abrangente das condições vitícolas, o sistema representa uma melhoria em relação aos métodos de classificação anteriores. Essa abordagem é amplamente adotada por todos os países produtores, com o objetivo de agrupar regiões que possuam potencial para produzir uvas e vinhos com características semelhantes.

Estudos recentes demonstram a eficácia do CCM Geovitícola em diversas regiões do mundo, destacando sua capacidade de identificar áreas com alto potencial para viticultura, mesmo em cenários de mudanças climáticas (JONES *et al.*, 2019; FRAGA *et al.*, 2020). A aplicação desse sistema no Brasil, por exemplo, tem permitido a identificação de novas regiões vitícolas promissoras, promovendo a diversificação e a sustentabilidade da produção vitivinícola nacional (MANSOUR *et al.*, 2022). Tonietto *et al.* (2006) compararam diversas regiões potenciais para a viticultura em Minas Gerais, definindo quatro agrupamentos com potencialidade diferente para o cultivo da uva para vinho no Estado, localizadas em altitudes próximas a 900 m.

O município de Bambuí faz parte da região da Serra da Canastra, famosa pela produção de queijo minas artesanal que só é produzido nesta região, onde se combinam, de maneira única, solo, pastagem, clima, altitude e água. Hoje, o Queijo da Canastra ficou tão famoso que o seu modo de produção é reconhecido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), como patrimônio cultural imaterial brasileiro, desde 2008. O clima da região caracteriza-se pelos invernos secos e verões quentes, sendo a temperatura média anual de 20,8 °C, com mínima de 8,5 °C e máxima de 30,1 °C (INMET, 2022). Porém, apesar de algumas descrições climáticas da região indicarem seu potencial, faltam avaliações criteriosas, utilizando índices climáticos apropriados, como o Sistema CCM Geovitícola. Tal avaliação é fundamental para caracterizar completamente a aptidão agroclimática em Bambuí, promovendo o desenvolvimento da viticultura e potencializando o turismo regional. A introdução da

viticultura, aliada à produção tradicional de queijo Canastra, pode fortalecer a economia local e contribuir para o desenvolvimento sustentável da região.

2 OBJETIVOS

Avaliar a aptidão climática de Bambuí - MG, para o cultivo da videira, considerando-se diferentes dois ciclos de produção ao longo do ano e em relação ao ajuste de suas condições climáticas dentro do Sistema CCM Geovitícola.

Como objetivos específicos:

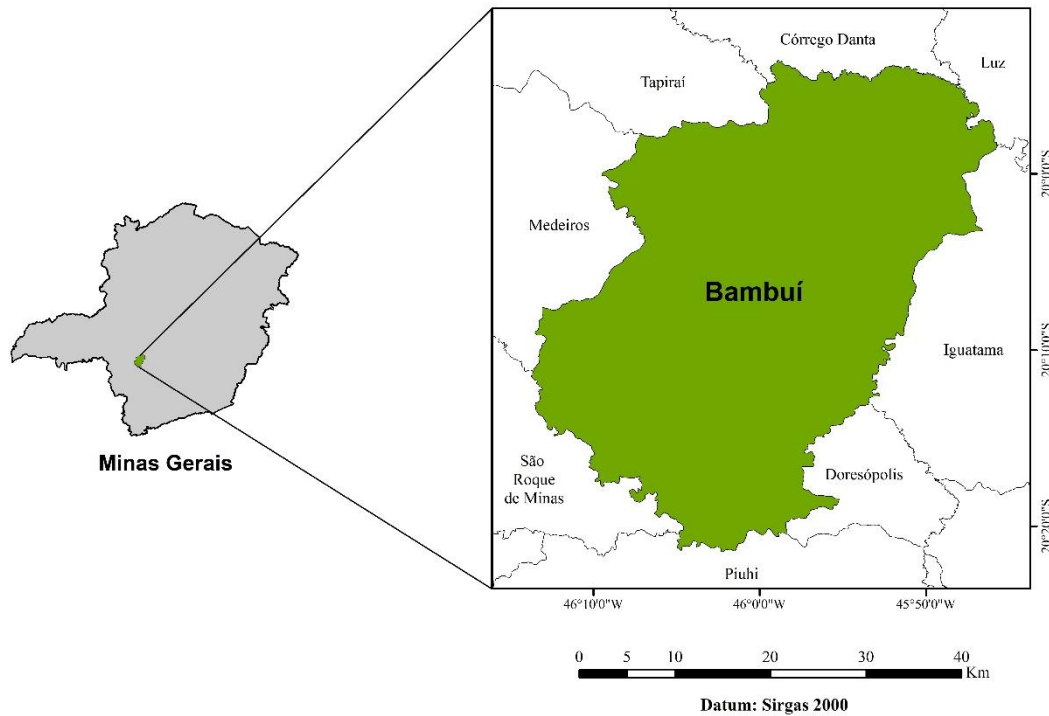
- Indicar quais as variedades que melhor se adaptariam nas condições climáticas de Bambuí - MG.
- Subsidiar as decisões do produtor interessado em investir nessa atividade, identificando as melhores épocas entre poda e colheita

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O município de Bambuí encontra-se localizado na região Centro-Oeste do estado de Minas, fazendo parte da região da Serra da Canastra, com latitude de 20°00'21" S, longitude de 45° 58' 37" W e altitude média de 725 metros. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima do local é subtropical úmido (Cwa), com inverno frio e seco e verão quente e úmido (Alvares *et al.*, 2013).

Figura 1: localização da área de estudo



Fonte: *Elaboração própria (2024).*

A vegetação do município de Bambuí não é diversificada, possuindo domínio de cerrado. Sua topografia é considerada suave e o solo predominante é o Latossolo. De acordo com o Inventário Florestal de Minas Gerais, o município de Bambuí possui em torno de 17,97% de cobertura vegetal nativa em toda sua extensão.

Para a realização do estudo, foi utilizada uma série histórica de dados meteorológicos, precipitação e temperatura máxima, média e mínima, referente ao período de 2017 a 2023 (sete anos de dados). Posteriormente, os dados foram analisados quanto à consistência e preenchimento das falhas e finalmente foram aplicados em planilhas do Microsoft Excel para a realização de cálculos.

Os dados foram obtidos de uma estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo que a estação se encontra localizada no município de Bambuí – MG, nas dependências do Instituto Federal Minas Gerais – *Campus Bambuí*. Essas variáveis foram empregadas no cálculo dos índices utilizados na caracterização climática do município.

Essa caracterização teve por base o Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitélica (CCM) (TONIETTO; CARBONNEAU, 2004), levando-se em consideração as condições de variabilidade climática intra-anual. O Sistema CCM é composto por três índices: o Índice Heliotérmico (IH), o Índice de Frio Noturno (IF) e o Índice de Seca

(IS), que serão descritos com mais detalhes posteriormente. O sistema CCM expandiu a caracterização dos fatores climáticos, que influenciam a adaptação das variedades de uva e a qualidade da fruta, abrangendo aspectos como teor de açúcar, acidez, cor e aroma, além de afetar a tipicidade dos vinhos. O sistema pode descrever o clima vitícola de qualquer região produtora e os grupos climáticos da viticultura global, atuando como uma referência para a viticultura mundial e permitindo a comparação do clima vitícola entre diferentes regiões ao redor do mundo (EMBRAPA, 2024).

3.2 Índices climáticos para caracterizar o clima vitícola da região de Bambuí

As avaliações foram realizadas, simulando dois períodos, Outono – Inverno (OI), que representa os meses de abril a setembro, e Primavera – Verão (PV), que representa os meses de outubro a março. A seguir são apresentados os índices estudados bem como suas metodologias de aplicação. Os índices foram calculados de acordo com as equações apresentadas, empregando-se planilhas eletrônicas do programa Microsoft Excel.

3.2.1 Índice Heliotérmico (IH)

O IH representa a soma térmica durante o ciclo da cultura e tem por base as médias mensais das temperaturas média e máxima do ar (°C), podendo ser calculado para regiões com latitudes inferiores a 40° conforme a Equação 1. Ele indica a capacidade de maturação (produção de açúcares) de uma região ao incorporar, indiretamente, a radiação solar e a temperatura durante o processo fotossintético, considerando o comprimento do dia e a temperatura máxima (HUGLIN, 1978). As classes correspondentes ao IH estão apresentadas na Tabela 1, mais adiante.

$$IH = \sum_{Mi}^{Mf} \left[\frac{(T_{med} - 10) + (T_{max} - 10)}{2} \right] \quad (1)$$

em que:

IH - Índice Heliotérmico;

Mi e Mf - Meses inicial e final do ciclo da cultura;

Tmed – Temperatura média mensal do ar (°C);

Tmax – Temperatura máxima mensal do ar (°C).

3.2.2 Índice de Frio (IF)

O segundo índice estudado foi (IF), que corresponde ao valor médio da temperatura mínima do ar, no último mês do ciclo da cultura, correspondente ao período de maturação das uvas. Ele foi desenvolvido para aprimorar a avaliação das qualidades das regiões vitivinícolas, especialmente em relação aos compostos secundários, como polifenóis e aromas, presentes nas uvas. Essa medida é relevante para entender a cor e os aromas do vinho e da uva (KLIOWER and TORRES, 1972; KLIOWER, 1973; TOMANA *et al.*, 1979).

3.2.3 Índice de seca (IS)

Por último, o IS é um índice climático vitícola, que caracteriza a componente hídrica de uma região, fortemente relacionada com as características qualitativas da uva e do vinho. O IS foi adaptado (TONIETTO, 1999; TONIETTO & CARBONNEAU, 2004) a partir do Balanço hídrico potencial do solo de Riou *et al.* (1994), conforme Equação 2. Essa metodologia informa da disponibilidade hídrica potencial do solo, levando em consideração a demanda climática em um vinhedo standard, a evaporação em solo desnudo, a precipitação pluviométrica sem dedução do escoamento superficial ou da água percolada. O IS é importante no que diz respeito ao nível de maturação das uvas e à qualidade do vinho (JACKSON; CHERRY, 1988; SEGUIN, 1983; MÉROUGE *et al.*, 1998; CARBONNEAU, 1998).

$$IS = W_o + P - T_v - E_v \quad (2)$$

em que:

IS - Índice de Seca;

W_o - Reserva hídrica inicial útil do solo (200 mm);

P - Precipitação pluviométrica mensal (mm);

T_v - Transpiração potencial mensal do vinhedo (mm);

E_v - Evaporação direta mensal do solo (mm).

A T_v é calculada empregando-se a expressão:

$$TV = ETp \cdot K \quad (3)$$

em que:

ETp - evapotranspiração potencial (mm);

k - Coeficiente de absorção de radiação pelas videiras, sendo igual a 0,1 para o primeiro mês do ciclo vegetativo da cultura; 0,3 para o segundo mês e 0,5 para os demais meses.

Os valores mensais da ETp foram calculados empregando-se o método de Thornthwaite (1948), conforme a Equação 4.

$$ETp = Fc \cdot 16 \cdot \left(10 \frac{T}{I}\right)^\alpha \quad (4)$$

em que:

ETp – Evapotranspiração potencial anual (mm.ano⁻¹);

Fc – fator de correção (tabela 1);

I – Índice anual de calor, correspondente à soma dos doze índices mensais;

α – função cúbica do índice anual de calor dados por:

$$\alpha = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 0,01791 \cdot I + 0,492$$

Ev é estimada pela expressão:

$$Ev = \left(\frac{ETp}{N}\right) \cdot (1 - k) \cdot Jpm \quad (5)$$

em que:

N - Número de dias do mês;

Jpm - Número de dias por mês de evaporação efetiva do solo, que é estimado dividindo-se P por 5, devendo esse valor ser igual ou inferior a N.

3.3 Classe dos Índices

A classe de clima vitícola, para os três índices estudados para a região de Bambuí, está descrita na Tabela 1.

Tabela 1 – Classe de clima vitícola para IH, IF e IS

Índice	Classes	Sigla	Intervalo de classe
Índice Heliotérmico (IH)	Muito Frio	IH ₋₃	$IH \leq 1500$
	Frio	IH ₋₂	$1500 < IH \leq 1800$
	Temperado	IH ₋₁	$1800 < IH \leq 2100$
	Temperado Quente	IH ₊₁	$2100 < IH \leq 2400$
	Quente	IH ₊₂	$2400 < IH \leq 3000$
	Muito Quente	IH ₊₃	$IH > 3000$
Índice de Frio Noturno (IF)	De noites quentes	IF ₋₂	$IF > 18$
	De noites temperadas	IF ₋₁	$14 < IF \leq 18$
	De noites frias	IF ₊₁	$12 < IF \leq 14$
Índice de Seca (IS)	De noites muito frias	IF ₊₂	$IF \leq 12$
	Úmido	IS ₋₂	$IS > 150$
	Subúmido	IS ₋₁	$150 \geq IS > 50$
	De seca moderada	IS ₊₁	$50 \geq IS > -100$
	De seca forte	IS ₊₂	$IS \leq -100$

Fonte: Toniello e Carbonneau (2004).

3.4 Necessidades térmicas e variedades

Utilizando o conceito do índice biometeorológico, com o acúmulo de temperatura em graus-dias, os valores encontrados no IH será comparado com as seguintes cultivares testadas variedades, utilizadas em climas tropicais e suas respectivas necessidades em soma térmica (Tabela 2).

Tabela 2 – Somas térmicas de diversas cultivares de videira (*Vitis sp.*), da poda à colheita

Cultivares	Soma Térmica (°C dia)
Cabernet Sauvignon	2100 a 2200
Syrah, Itália, Rubi, Brasil, Benitaka	1900 a 2000
Niágara Branca e Niágara Rosada	1700 a 1850
BRS Clara, BRS Linda, BRS Morena, Perlette	1450 a 1600
Superior Seedless, Marroo Seedless	1300 a 1400

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.5 Riscos de incidência de doenças fúngicas

Além disso, foi utilizado o Índice de Zuluaga (IZ) para avaliar os riscos de incidência de doenças fúngicas na videira, especialmente em relação ao míldio (*Plasmopara viticola*). O IZ pode ser calculado, usando a fórmula a metodologia a seguir (WESTPHALEN; MALUF, 2000):

$$IZ = \sum_{Mi}^{Mf} \left[\frac{(Tmed \cdot Pmed)}{Np} \right] \quad (6)$$

em que:

IZ - Índice de Zuluaga;

Mi e Mf - Meses inicial e final do ciclo da cultura;

Tmed – Temperatura média mensal do ar (°C);

Pmed – Precipitação média mensal (mm);

Np - número de dias do período avaliado.

Foram adotadas as classes de IZ recomendadas por Westphalen (1977), apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Classe de aptidão, sigla e intervalo para o Índice de Zuluaga (IZ)

Classes	Sigla	Intervalo de classe
Preferencial	IZ ₁	IZ ≤ 70
Intermediária	IZ ₂	70 ≤ IZ < 80
Marginal	IZ ₃	80 ≤ IZ < 90
Limitada	IZ ₄	IZ ≥ 90

Fonte: Westphalen (1977).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A Tabela 4 apresenta os valores médios mensais das diferentes variáveis empregadas nas análises climáticas do município de Bambuí.

Tabela 4 – Valores médios mensais das temperaturas média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) do ar, da umidade relativa do ar (UR), da velocidade do vento (Vv), da radiação solar global (Rg), da precipitação pluvial (P) e da evapotranspiração potencial (ETP) em Bambuí, MG.

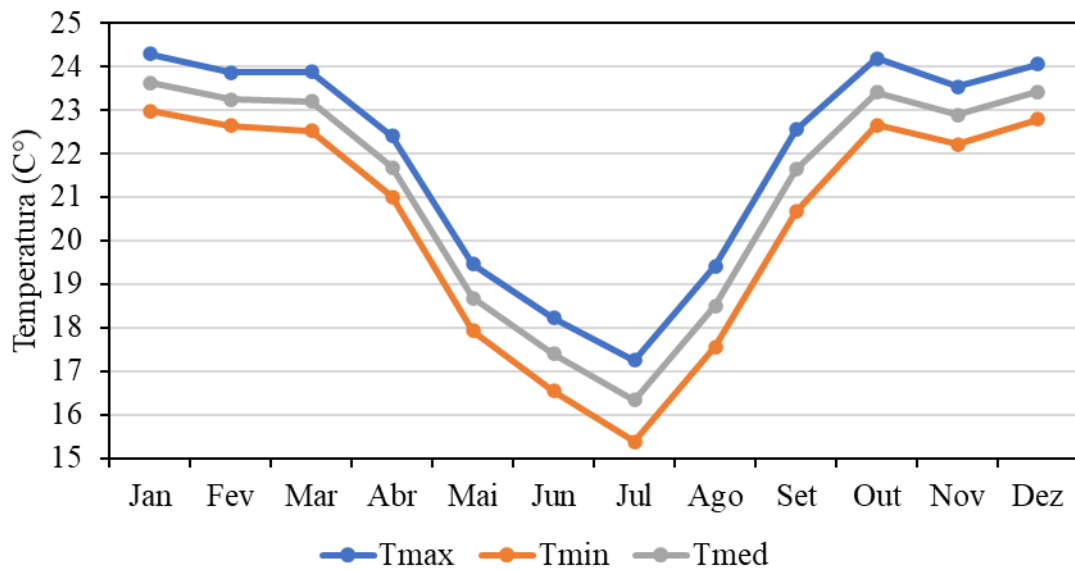
Mês	Tmed (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	UR (%)	Vv (m.s ⁻¹)	P (mm)	ETp (mm)
Jan	23,6	24,3	23,0	81,7	1,5	287,0	117,8
Fev	23,2	23,9	22,6	84,2	1,4	217,4	99,4
Mar	23,2	23,9	22,5	80,7	1,3	90,1	103,9
Abr	21,7	22,4	21,0	80,9	1,1	70,4	81,8
Mai	18,7	19,5	17,9	80,4	1,1	38,0	57,2
Jun	17,4	18,2	16,6	79,4	1,0	5,0	45,6
Jul	16,3	17,3	15,4	73,9	1,2	1,9	41,2
Ago	18,5	19,4	17,6	70,3	1,3	9,9	57,3
Set	21,6	22,6	20,7	65,6	1,4	42,7	84,4
Out	23,4	24,2	22,7	74,1	1,4	128,2	109,2
Nov	22,9	23,5	22,2	79,1	1,6	252,7	104,9
Dez	23,4	24,1	22,8	82,6	1,5	265,4	116,6
Total	-	-	-	-	-	1408,7	1019,4
Média	21,2	21,9	20,4	77,7	1,3	-	-
Máximo	23,6	24,3	23,0	84,2	1,6	287,0	117,8
Mínimo	16,3	17,3	15,4	65,6	1,0	1,9	41,2

Fonte: *Elaboração própria (2024).*

Observa-se que os valores de Tmax permanecem acima de 22 °C, de setembro a abril, com o valor mais alto (24,3 °C) no mês de janeiro. Entre maio e outubro, há um decréscimo no valor da temperatura, sendo o menor valor (15,4 °C), registrado no mês de julho, e o maior no mês de janeiro (23 °C), como melhor ilustrado na Figura 2. Embora os valores médios de Tmin sejam relativamente altos durante o inverno, é comum a ocorrência de temperaturas inferiores à 10 °C, ocasionadas pelas massas de ar frio oriundas do Sul do Brasil. Trabalhos científicos indicam que temperaturas inferiores a 10 °C diminuem as atividades fotossintéticas da planta e temperaturas acima de 35°C são prejudiciais para a videira, porque inibem ou bloqueiam processos fisiológicos e bioquímicos. Além disso, pode ocorrer a queima das bagas. Temperaturas acima de 45 °C são limitantes ao desenvolvimento das videiras.

A Tmed, durante o ano todo, variou entre 16,3 e 23,6 °C. De acordo com Jones (2006), a produção das cultivares mais conhecidas mundialmente limita-se entre temperaturas médias do ciclo entre 13 e 22°C, o que em Bambuí é possível entre os meses de abril a setembro, período OI.

Figura 2 – Variação dos valores médios mensais das temperaturas máxima (Tmax), média (Tmed) e mínima (Tmin) em Bambuí - MG no período de 2017 a 2023.



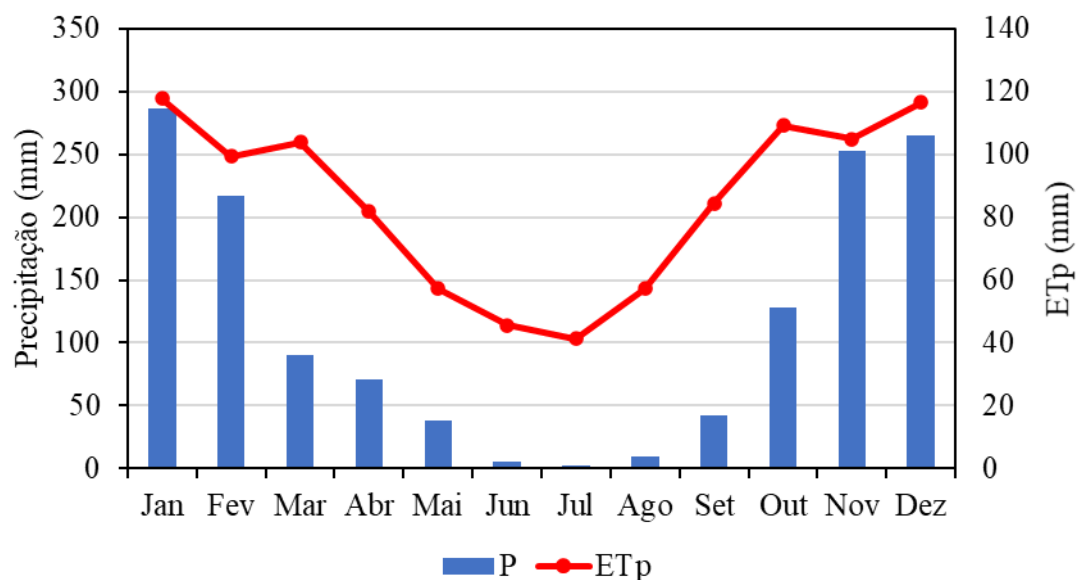
Fonte: Elaboração própria (2024).

A UR do ar variou entre 65,5 e 84,2 % nos meses de setembro e fevereiro, respectivamente. Valores mais elevados de umidade do ar proporcionam o desenvolvimento de ramos mais vigorosos, porém a incidência de doenças fúngicas é muito maior (MOTA *et al.*, 1974).

A velocidade do vento varia em torno de 1,0 a 1,6 (m.s⁻¹), podendo ser considerada uma brisa leve e esta pode diminuir, na plantação, os efeitos mecânicos causados pela fricção entre folhas, ramos e cachos, levando à obtenção de produto de melhor qualidade. Segundo Hamilton (1989), existem indicações de que velocidades de vento entre 3 e 4 m.s⁻¹ já iniciam a inibição de funções fisiológicas da videira, por intermédio do fechamento de estômatos, provocando níveis reduzidos de transpiração. Além disso, de acordo com Dry *et al.* (1989), embora a exposição das videiras a ventos fortes possa causar danos físicos, existe evidência de que o efeito de ventos moderados e constantes podem ser prejudiciais ao crescimento e à produtividade da videira.

Com relação à precipitação e à evapotranspiração potencial, os dados foram ilustrados na Figura 3. A precipitação pluvial anual variou entre 287,0 e 1,9 mm, sendo a máxima no mês de janeiro e a mínima, no mês de julho. Os resultados mostram que, no período de PV (outubro a março), foram registrados os maiores índices pluviométricos e, no período OI (abril a setembro), foram registrados os maiores índices de seca. A videira demonstra uma notável resistência à seca, devido ao seu sistema radicular profundo, capaz de penetrar em grandes profundidades (COSTACURTA; ROSELLI, 1980). As áreas de cultivo são encontradas em regiões caracterizadas por baixos índices de precipitação e alta evaporação, como é possível visualizar na Tabela 3. No período de OI, encontramos altas taxas de evapotranspiração quando comparadas com o baixo índice pluviométrico, tendo, no mês de julho, uma de pluviosidade de apenas 1,9 mm e uma evapotranspiração de 41,2 mm.

Figura 3 – Valores médios mensais da precipitação pluvial (P) e evapotranspiração potencial (ETp) em Bambuí, MG.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Com isso, a irrigação é essencial para suprir as necessidades hídricas das plantas. Mesmo com irrigação, a videira pode ser exposta a um certo grau de estresse hídrico nessas condições. Um déficit prolongado de água pode resultar em uma redução significativa na produtividade e na qualidade das uvas. Quando essa falta de água ocorre, durante o crescimento inicial das bagas, há uma diminuição no tamanho dos frutos, enquanto, durante a maturação, pode ocorrer um atraso no amadurecimento, afetando a coloração e aumentando o risco de

queima das bagas, devido à exposição solar (VADIA; KASIMATIS, 1961, *apud* WINKLER *et al.*, 1974).

Com base nos dados de temperatura (Figura 2), é viável cultivar uvas durante todo o ano na região de Bambuí. No entanto, os registros de baixa precipitação, de abril a setembro, (Figura 3) indicam que, durante este período OI, é crucial utilizar irrigação para mitigar o estresse hídrico nas plantas.

A caracterização climática do município de Bambuí considerou dois períodos distintos: período PV, com produção entre outubro e março, e período OI, entre abril e setembro (Tabela 5). De modo geral, encontramos valores do IH que tiveram uma variação considerável nos dois períodos avaliados, sendo 2.482, para o período PV e 1.729, para o período OI. Isso deve-se, principalmente, devido à variação das temperaturas média e máxima e ao longo do ano (Figura 2). Isso influenciou na classificação do IH, onde o período OI foi considerado Frio (IH₋₂) e o período PV foi considerado quente (IH₊₂).

Tabela 5 – Índices Heliotérmico (IH), de Frio Noturno (IF) de Seca (IS) e de Zuluaga (IZ) para a videira em Bambuí, MG.

Índices	Período OI (Abril/Set)			Período PV (Out/Mar)		
	Valores	Classe	Sigla	Valores	Classe	Sigla
IH	1729	Frio	IH ₋₂	2482	Quente	IH ₊₂
IS	131	Sub-úmido	IS ₋₁	200	Úmido	IS ₋₂
IF	20,7	De noites Quentes	IF ₋₂	22,5	De Noites Quentes	IF ₋₂
IZ	17,54	Preferencial	IZ ₁	158,6	Limitada	IZ ₄

Fonte: *Elaboração própria (2024).*

Já as altas temperaturas noturnas, durante o ano inteiro, identificadas pelos valores de IF, associadas ao IH Quente, podem resultar em menor presença de antocianinas e polifenóis nas cascas das uvas, sobretudo das tintas. Por isso, é importante a seleção de cultivares adaptadas a essas condições climáticas, principalmente no que se refere àquelas destinadas à elaboração de vinhos finos (*Vitis vinifera*). Em regiões frias (IH₋₂), a possibilidade de cultivo é ampliada, permitindo a maturação de uvas de ciclo mais longo, tanto brancas quanto tintas, como Riesling, Pinot Noir, Merlot e Chardonnay, e também pela necessidade em soma térmica às cultivares Niágara Branca e Niágara Rosada (Tabela 2). Já nas regiões, cuja classe climática vitícola seja a temperado quente (IH₊₁) ou de maiores valores de IH (IH₊₂ e IH₊₃), não apresentam mais restrição à maturação a qualquer variedade, (MARIN *et al.*, 2008). A

vantagem de estar em uma zona com essas características é a possibilidade de obter mais de uma colheita por ano, como já ocorre nas regiões de Petrolina, Vale do São Francisco e Ludhiana, na Índia (TONIETTO; CARBONNEAU, 2004).

Diferente do IH, o IF não apresentou mudança na sua classificação nos dois períodos estudados, sendo classificados como De Noites Quente (IF₂). Segundo Tonietto *et al.* (2006), isso influencia na expressão do potencial de cor e aroma. O índice De Noites Quentes (IF₂) caracteriza a região pela maturação das uvas com altas temperaturas no período noturno, pois considera o período final do ciclo vitícola. Esse resultado também foi encontrado por Andrade Júnior *et al.* (2010), quando analisaram diferentes municípios do Piauí e encontraram esta classificação para todas as localidades estudadas. Esta característica pode não ser muito proveitosa para a videira, uma vez que ela prefere ambientes de temperaturas noturnas amenas, principalmente durante o amadurecimento da uva, que favorece o aumento dos açúcares totais e a diminuição da acidez, promovendo um fruto de melhor qualidade final. Porém, as altas temperaturas diurnas, também favorecem um maior acúmulo de açúcares e, aliadas aos baixos índices de precipitações, são de grande vantagem para a diminuição da ocorrência de pragas e doenças, principalmente as fúngicas. Esta vantagem também foi citada por Andrade Júnior *et al.* (2010) e Andrade Júnior *et al.* (2009), quando analisaram a aptidão climática da uva para o Piauí, relatando que tal característica climática da região favorece a produção de vinhedos de melhor qualidade fitossanitária, o que pode ser uma vantagem a mais para a região semiárida no cultivo da uva.

O IS foi classificado como de clima Sub-Úmido (IS₁), para período OI, e úmido (IS₂), para período PV (Tabela 5). Assim como o IH, o IS mudou sua classificação nos dois períodos estudados. Esse trabalho mostra que o período PV tem a mesma classificação, quanto ao IS, de Regiões como a do Estado do Paraná e, no período OI, como região do Vale do São Francisco e Boa Vista em Roraima (RICCE *et al.*, 2011; CONCEIÇÃO *et al.*, 2013). Deve-se considerar que em Boa Vista nenhum período apresentou classe vitícola De Seca Forte, como ocorre em vários períodos do ano na região semiárida de Petrolina, PE (TONIETTO *et al.*, 2012), ou em outras regiões vitícolas da América do Sul, especialmente na Argentina e no Chile (CONCEIÇÃO *et al.*, 2012). Nos meses de abril a setembro, no entanto, o uso da irrigação se faz necessário, devido ao déficit hídrico apresentado pela cultura no período OI (ARAÚJO *et al.*, 2012). Nos demais meses do ano, podem ser realizadas podas de formação de ramos, evitando-se a produção de frutos, como já ocorre em outras localidades tropicais, como no noroeste paulista e no norte de Minas Gerais, por exemplo (CAMARGO *et al.*, 2012).

Os valores de IZ (Tabela 5) indicam condições classificadas como preferenciais para a produção de uvas no período OI e limitada para o período PV. Tais classificações justificam-se devido às questões climáticas da região serem caracterizadas por PV, quentes e chuvosos, ocasionando um ambiente propício para as doenças fúngicas, e OI, Secos e Frios, que se tornam uma época preferencial.

Assim, a combinação dos índices IH, IF e IS, como proposto pelo Sistema CCM Geovitícola, destacou agrupamentos climáticos distintos para a produção de uvas destinadas à elaboração de vinhos, ao longo dos dois ciclos produtivos. Para o período PV, enquadrou-se no grupo climáticos Quente, úmido e De Noites Quente (IH₊₂, IS₋₂ e IF₋₂). Essa classificação apresentou similaridade climática com as regiões centro, norte e oeste do Estado de São Paulo, conforme observado por Marin *et al.* (2008). Para o período OI, a classificação enquadrou-se no grupo climáticos Frio, Sub-Úmido e De Noites Quentes (IH₋₂, IS₋₁ e IF₋₂), não apresentando uma similaridade climática exata com outra região vitícola. Mesmo assim, esse é considerado o melhor período para o cultivo da videira nessa região, pois, da poda à colheita, são as que coincidem com temperaturas menos elevadas (IH₋₂), com a presença umidade moderada (IS₋₁) e com noites quentes (IF₋₂) (POMMER *et al.*, 2009). Além disso, um ambiente menos propício ao aparecimento de doenças fúngicas.

5 CONCLUSÃO

A região de Bambuí, Minas Gerais, apresenta aptidão climática para a produção de uvas nos dois períodos avaliados, com maior potencial de qualidade nos meses de abril a setembro, em função das condições hídricas mais favoráveis, devido aos menores índices pluviométricos e temperaturas mais amenas registrados no período.

Esse trabalho pode auxiliar nas decisões do produtor interessado em investir nessa atividade. Além disso, trabalhos futuros podem expandir essa análise, levando-se em conta outras estações meteorológicas na região da Serra da Canastra, possibilitando alinhar a produção do tradicional queijo Canastra ao de vinhos finos, fortalecendo a economia local e contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil, *Meteorol, Z.*, 22, 711–728, 2013.

ARAÚJO, W. F.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; PRADO, R. J. do. Estimativa da necessidade de irrigação para a cultura da videira em Boa Vista (RR). **In: Congresso Nacional De Irrigação E Drenagem**, 22., 2012, Cascavel. Cooperação e inovação para o desenvolvimento da agricultura irrigada: Anais... Cascavel: ABID, 2012. p. 1-6. 1 CD-ROM.

ANDRADE JUNIOR, A. S. de; TONIETTO, J.; BASTOS, E. A.; CONCEICAO, M. A. F. **Potencial climático da região semiárida do Piauí para a produção de uvas destinadas à elaboração de vinhos finos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010. 32 p. (Embrapa meio-Norte. Documentos, 203).

ANDRADE JUNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; CLESCY, O. S. **Zoneamento de Aptidão Climática para a Videira Europeia no Estado do Piauí**. Teresina, Pi: Embrapa Meio-norte, 2009. 30 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 194)

ALOY, K. G.; LEMOS, P. L. P. K.; JACOBS, S. A.; SCHUMACHER, R. L.; JACOBS, B.; POTTER, G. H.; COSTA, V. B. Climatological variables and their influence on the quality of *Vitis vinifera* grapes in Dom Pedrito, region of Campanha, Brazil. **DELOS Desarrollo Local Sostenible**, 16(49), 3753-3770, 2023.

BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P. Viticultura como opção de desenvolvimento para os Campos gerais. **In: Encontro de Fruticultura dos Campos Gerais**, 2., 2009. Anais... Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2009. v. 1, p. 40-54.

BANJAC, M, V.; TEŠANOVIĆ, D, V.; BAJKANOVIĆ, J, V.; KALENJUK-PIVARSKI, B, M.; GAGIĆ-JARAKOVIĆ, S, M.; GRUBOR, B, R, Sensory satisfaction of tourists with local cheese and wine, **Acta Periodica Technologica**, 53, 75-87, 2022,

CARBONNEAU, A. Irrigation, vignoble et produits de la vigne. **In: Traité d'irrigation, Aspects qualitatifs**. Paris, Lavoisier, 257–276 (Chapitre IV), 1998.

CAMARGO, U. A.; MANDELLI, F.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; TONIETTO, J. Grapevine performance and production strategies in tropical climates. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, 5 (4), 257-269, 2012.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; TONIETTO, J.; FIALHO, F. B. Uso da temperatura para cálculo do Índice de Seca de regiões produtoras de uva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 34 (1), 175-182, 2012.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; ARAÚJO, W. F.; TONIETTO, J.; PRADO, R. J. Aptidão climática para o cultivo da videira em Boa Vista, Roraima. **Revista Agroambiente Online**, 7 (3), 277-283, 2013.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; SOUZA, R. T. DE; SANTOS, J. O. Viticultura no Vale do São Francisco e em Boa Vista, Roraima: Potencialidades e desafios. **Ciência Rural**, 43(5), 829-836, 2013.

COSTACURTA, A.; ROSELLIG. Critères climatiques et édaphiques pour l'établissement des vignobles. **Bulletin de l'O.I.V.**, 53 (596), 783-786, 1980.

DRY, P.R.; REED, S.; POTTER, G. The effect of wind on the performance of Cabernet Franc grapevines. **Acta Horticulturae**, 240, 143-146, 1989.

FRAGA, H.; MALHEIRO, A. C.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; SANTOS, J. A. Climate change projections for the Portuguese viticulture using a multi-model ensemble. **Ciência Téc. Vitiv.**, 27(1), 39-48, 2020.

HAMILTON, R.P. Wind and its effects on viticulture. **Australian Grape Grower & Winemaker**, Sydney, v. 303, p. 16-17, 1989.

HUGLIN, P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. **Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France**, 64, 1117-1126, 1978.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1991 – 2020**, Brasília, DF. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/normais/NORMAISCLIMATOLOGICAS.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2024.

JACKSON, D. I.; CHERRY, N. J. Prediction of a district's grape ripening capacity, using a latitude-temperature index (LTI). **Am. J. Enol. Vitic.**, 1, 19–28, 1988.

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

JONES, G. V.; MORIONDO, M.; BOIS, B.; HALL, A.; DUFF, A. Analysis of the spatial climate structure in viticulture regions worldwide. **Office International de la Vigne et du Vin. Bulletin: revue internationale**, 82 (944,945,946), 507-518, 2019.

KLIEWER, W, M. Composição dos frutos de cultivares de *Vitis vinifera* influenciada pela foto e nictemperaturas durante a maturação. **J, Soc, Ciência**, 2, 153–159, 1973.

KLIEWER, W. M; TORRES, R. E. Efeito de temperaturas controladas diurnas e noturnas na coloração das uvas. **Am, J, Enol, Vitic**, 2, 71–77, 1972.

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

MANSOUR, G.; GHANEM, C.; MERCENARO, L.; NASSIF, N.; HASSOUN, G.; DEL CARO, A. Effects of altitude on the chemical composition of grapes and wine: a review. **OENO One**, 56 (1), 2022.

MÉROUGE, I.; SEGUIN, G.; ARROUAYS, D. Les sols et l'alimentation hydrique de la vigne à Pomerol: état hydrique et croissance de la vigne en 1995. **J. Int. Sci. Vigne Vin**, 32 (2), 59–68, 1998.

MOTA, F. S. da; BEIRCIOF, M. I. C.; ACOSTA, M.J.C. Zonamento climático do Rio Grande do Sul para a videira européia. In: **Conferencialatinoamericana Do Vinho E Da Uva**, 6., 1974, Caxias do Sul. Ata das reuniões, Caxias do Sul: OLAVU, 1974.

OLIVEIRA, Marcio. Como as Mudanças Climáticas Afetarão a Produção de Vinhos. **Vinotícias: o mundo do vinho em suas mãos**. 18 de mai. 2017. Disponível em: vinoticias.com.br/post/como-as-mudancas-climaticas-afetara-a-producao-de-vinhos#:~:text=Em%202019%2C%20uma%20matéria%20da,aumento%20na%20concentraçã,o%20de%20açúcar. Acesso em: 19 de ago. 2024.

POMMER, C. V.; MELLO, L. M. R.; SOUZA, R. T. de. Condições climáticas ideais para a viticultura no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31(3), 913-921, 2009

RIOU, C.; PIERI, P.; LE CLECH, B. Consommation d'eau de la vigne en conditions hydriques non limitantes. Formulation simplifiée de la transpiration. **Vitis**, 33, 109-115, 1994.

RICCE, W. S.; GARRIDO, L. DA R.; MALINOVSKI, L. I. Avaliação de diferentes regiões vitícolas do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, 3(2), 34-41, 2011.

SEGUIN, G. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. **Bull. O.I.V.**, 623, 3–18, 1983.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada a 100 regiões em 30 países. In: **Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia**, 1999, Bento Gonçalves. *Anais*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999, 75-90.

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

TONIETTO, J.; VIANELLO, R. L.; REGINA, M. A. Caracterização macroclimática e potencial enológico de diferentes regiões com vocação vitícola de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, 27 (234), 2-55, 2006.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A.; CORREIA, P. Caracterização climática e vitícola das regiões semiáridas do Brasil. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, 4(1), 25-33, 2012.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, 38, 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R., **The water balance**. Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955 - 104 páginas.

TOMANA, T.; UTSUNOMIYA, N.; DATAOKA, I. The effect of environmental temperatures on fruit ripening on the tree. II. The effect of temperatures around whole vines and clusters on the colouration of 'Kyoho' grapes. **Journal of the Japanese Society of the Horticultural Science**, 48, 261–266, 1979.

WENDLER, D. F. **Sistema de gestão ambiental aplicado a uma vinícola: um estudo de caso**. 2009, 176 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

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

WESTPHALEN, S. L. Bases ecológicas para determinação de regiões de maior aptidão vitícola no Rio Grande do Sul. **In: Simpósio Latinoamericano De La Uva Y Del Vino**, 1976, Montevideo. *Annales...* Montevideo: Laboratório Tecnológico, 1977, 89-101. (Caderno Técnico, 38).

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M. **General viticulture**. 2. ed. Berkeley: University of California Press, 1974. 710 p.