



INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
MESTRADO ACADÊMICO – GEOGRAFIA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DIOGO BIZOTTO

**TENDÊNCIAS DE VARIAÇÃO DE TEMPERATURA E
PLUVIOSIDADE APLICADAS AO CULTIVO DO LÚPULO
NA REGIÃO INTERMEDIÁRIA CAXIAS DO SUL**

PORTO ALEGRE

2022

DIOGO BIZOTTO

TENDÊNCIAS DE VARIAÇÃO DE TEMPERATURA E
PLUVIOSIDADE APLICADAS AO CULTIVO DO LÚPULO
NA REGIÃO INTERMEDIÁRIA CAXIAS DO SUL

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre no Programa
de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS.

Linha de pesquisa: Análise Ambiental.

Prof. Dr. Francisco Eliseu Aquino (orientador)
Departamento de Geografia - UFRGS

Prof. Dr. Ulisses Franz Bremer
Departamento de Geografia – UFRGS

Prof. Dr. Heinrich Hasenack
Departamento de Ecologia – UFRGS

Dr. Denilson Ribeiro Viana
Centro Polar e Climático – UFRGS

PORTO ALEGRE

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Bisotto, Diogo
Tendências de variação de temperatura e
pluviosidade aplicadas ao cultivo do lúpulo na Região
Intermediária Caxias do Sul / Diogo Bisotto. -- 2022.
81 f.
Orientador: Francisco Eliseu Aquino.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS,
2022.

1. clima. 2. agroclimatologia. 3. agricultura. 4.
cerveja. 5. Rio Grande do Sul. I. Aquino, Francisco
Eliseu, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Arethusa, cujo apoio irrestrito e generoso ofereceu tranquilidade nos momentos mais difíceis desta jornada. Espero um dia fazer jus à sua confiança. Você é a melhor companheira que a vida poderia ter me oferecido. Eu te amo mais do que tudo.

À minha mãe e ao meu pai, sem os quais este trabalho sequer existiria. Sou eternamente grato pelo suporte incondicional em meio aos meus erros e acertos. Espero um dia poder retribuir o que vocês já fizeram por mim.

Ao meu orientador, professor Francisco Eliseu Aquino, pela confiança mútua e pelo relacionamento leve em tempos de situações e ambientes pesados. Você conta com minha eterna admiração.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia e ao Instituto de Geociências, cujos docentes e funcionários formam uma equipe preparada e solícita, com a qual sempre pude contar. Especial menção ao geógrafo Denilson Ribeiro Viana, cujo auxílio foi essencial para que os melhores resultados fossem obtidos. Essa é a universidade pública que nos enche de orgulho.

A todos aqueles que colaboraram direta e indiretamente com a realização deste trabalho, sejam agricultores, pesquisadores ou quaisquer outros interessados no assunto lúpulo. Esse cultivo já é uma realidade no Brasil graças a vocês.

RESUMO

Nos últimos anos, a cultura do lúpulo começou a ser introduzida no Brasil, motivada pelo crescimento e pela diversificação do mercado cervejeiro nacional. Essa expansão deve-se em maior parte às cervejarias artesanais, que utilizam uma quantidade superior dessa planta como matéria-prima, além de uma variedade maior de cultivares, alimentando diversos tipos de estilos cervejeiros. Considera-se relevante o potencial econômico desse cultivo, que se apresenta como uma oportunidade de agronegócio, uma vez que quase a totalidade do lúpulo consumido no Brasil é importada. Esta dissertação tem, então, o objetivo de avaliar se a Região Intermediária Caxias do Sul, no extremo nordeste do Rio Grande do Sul, estado mais meridional do Brasil, é favorável ao desenvolvimento da cultura do lúpulo. Os fatores apontados como exigências para o êxito desse cultivo e investigados a fim de responder a esse questionamento são a posição latitudinal da área de estudo, as temperaturas médias e a média das temperaturas mínimas no decorrer de seu ciclo de dormência (outono e inverno), as temperaturas médias e a média das temperaturas máximas ao longo do período de crescimento (primavera e verão), assim como a distribuição pluviométrica durante essa última etapa. Com exceção da posição latitudinal, todos os elementos foram apontados como potenciais, aproximando-se daqueles manifestados nas regiões em que se planta lúpulo tradicionalmente, destacando as temperaturas mais baixas do que aquelas registradas em outras regiões do Estado e a distribuição equânime e abundante de chuva, também superior àquela apurada na maior parte do território do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: clima; agroclimatologia; agricultura; cerveja; Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

In recent years, the hop culture has been introduced in Brazil, motivated by the development and diversification of the national beer market. Emphasis must be given to craft breweries, which use a higher amount of this plant as an input, in addition to a wider variety of cultivars, feeding different types of brewing styles. The economic potential of this crop is relevant, and presents itself as an agribusiness opportunity, since most of the hops consumed in Brazil are imported. This essay has, therefore, the purpose of evaluating if the Caxias do Sul Intermediate Region, in the extreme northeast of Rio Grande do Sul, the southernmost Brazilian state, is conducive to develop the hop culture. The factors identified as requirements for the success of this crop and investigated in order to answer this question are the latitudinal position of the study area, the average temperatures and the average minimum temperatures during its dormancy cycle (autumn and winter), the average temperatures and the average of the maximum temperatures throughout the growing period (spring and summer), as well as the rainfall distribution during this last stage. With the exception of the latitudinal position, all elements were identified as potential, approaching those manifested in regions where hops are traditionally grown, highlighting the lower temperatures than those registered in other regions of the state and the equitable and abundant distribution of rain, also superior to what is registered in most of the territory of Rio Grande do Sul.

Keywords: Climate; agroclimatology; agriculture; beer; Rio Grande do Sul.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Inflorescência de lúpulo	11
Figura 2 – Localização da Região Intermediária Caxias do Sul no contexto nacional	13
Figura 3 – Localização da Região Intermediária Caxias do Sul no contexto do estado do Rio Grande do Sul	14
Figura 4 – Evolução no número de cervejarias registradas no Brasil de 2000 a 2020	16
Figura 5 – Planta de lúpulo da cultivar Hallertau Mittelfrüh, carregada de inflorescências	25
Figura 6 – Inflorescência de lúpulo aberta, destacando as glândulas e o pó de lupulina (amarelos)	26
Figura 7 – Muda de lúpulo criada por propagação vegetativa	27
Figura 8 – Diferentes apresentações do lúpulo, da esquerda para a direita: cones inteiros frescos, cones inteiros secos, cones em pó e pellets	29
Figura 9 – Planta de lúpulo conduzida em torno de um fio de sisal (à esquerda) ...	32
Figura 10 – Lavoura de lúpulo, destacando as linhas de plantio	34
Figura 11 – Folha de lúpulo atacada por oídio (manchas brancas)	41
Figura 12 – Representação hipsométrica do Rio Grande do Sul	45
Figura 13 – Comportamento sazonal da temperatura média no Rio Grande do Sul durante o verão (A), outono (B), inverno (C) e primavera (D)	46
Figura 14 – Horas de frio (abaixo de 7,2°C) no Rio Grande do Sul	48
Figura 15 – Quantidade média de horas de frio (abaixo de 7,2°C) em Vacaria de 2008 a 2015	50
Figura 16 – Precipitação média anual no Rio Grande do Sul	51

Figura 17 – Diagramas termopluviométricos de São Francisco de Paula (A) e Bom Jesus (B)	53
Figura 18 – Série de precipitação em Cambará do Sul, destacando os valores anuais (azul) e a tendência de crescimento (verde)	54
Figura 19 – Série de precipitação em São José dos Ausentes, destacando os valores anuais (azul) e a tendência de crescimento (verde)	54
Figura 20 – Temperatura média no Rio Grande do Sul durante os meses de abril a setembro, no período de 1991 a 2020	61
Figura 21 – Média das temperaturas mínimas no Rio Grande do Sul durante os meses de abril a setembro, no período de 1991 a 2020	62
Figura 22 – Temperatura média no Rio Grande do Sul durante os meses de outubro a março, no período de 1991 a 2020	64
Figura 23 – Média das temperaturas máximas no Rio Grande do Sul durante os meses de outubro a março, no período de 1991 a 2020	65
Figura 24 – Precipitação média no Rio Grande do Sul durante os meses de outubro a março, no período de 1991 a 2020	66
Figura 25 – Déficit hídrico no Rio Grande do Sul do mês de outubro de 2019 ao mês de março de 2020	68
Figura 26 – Déficit hídrico no Rio Grande do Sul do mês de outubro de 2020 ao mês de março de 2021	69
Figura 27 – Déficit hídrico no Rio Grande do Sul do mês de outubro de 2021 ao mês de março de 2022	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade média anual de horas de frio em diversos municípios sul-riograndenses	49
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Objetivos	12
1.2. Área de estudo	12
2. LÚPULO: CARACTERIZAÇÃO	15
2.1. Atualidade do lúpulo no Brasil	15
2.2. Lúpulo como insumo cervejeiro	23
2.3. Exigências climáticas do lúpulo	30
3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDO	44
3.1. Temperatura	44
3.2. Pluviosidade	50
4. MATERIAIS E MÉTODOS	55
4.1. Considerações prévias	55
4.2. Materiais	57
4.3. Métodos	58
5. RESULTADOS	61
5.1. Temperatura	61
5.2. Pluviosidade	66
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	73

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do planeta, atrás apenas da China e dos Estados Unidos, conforme informações publicadas em agosto último pelo grupo alemão especializado em lúpulo Barth-Haas em seu relatório anual referente ao período 2020/2021¹. No total, 15,19 bilhões de litros da bebida foram produzidos no País em 2020, um incremento de 4,92% em relação aos 14,47 bilhões de litros de cerveja fabricados em 2019. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CervBrasil), o dado referente a 2019 equivale a 1,6% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, representando um faturamento anual de pelo menos 107 bilhões de reais e 2,7 milhões de empregos ligados ao ramo cervejeiro². Essa cadeia complexa inclui redes de pesquisa, cultivo, processamento e comercialização de insumos até a entrega do produto ao consumidor, nos pontos de venda (SILVA, 2019).

Como as informações supracitadas sugerem, nem mesmo os efeitos da pandemia do novo coronavírus sobre a economia foram suficientes para frear o consumo de cerveja no Brasil. Entre as bebidas alcoólicas, ela permanece como a mais popular no País, com larga vantagem sobre a cachaça (398,8 milhões de litros) e o vinho (380 milhões de litros)³. Além disso, o consumo médio per capita, que em 2019 era de 59,9 litros por brasileiro, subiu em 2020 para 62,6 litros. Apesar da queda no consumo em bares e restaurantes (menos 2,2%), o resultado positivo foi impulsionado por um incremento de 17,7% nas vendas em supermercados e por meio do comércio eletrônico, segundo informações da consultoria de marketing Euromonitor International.

Água, malte de cevada (grãos do cereal submetidos ao processo de malteamento, isto é, de germinação controlada e interrompida antes de dar origem a uma nova planta) e lúpulo são os ingredientes únicos e essenciais à fabricação de cerveja, é o que afirmava a *Reinheitsgebot*, a Lei de Pureza da Cerveja, promulgada em 23 de abril de 1516 pelo duque Guilherme IV da Baviera, atualmente um dos 16

¹ Disponível em <https://www.barthhaas.com/fileadmin/user_upload/kampagnen/barthhaas_bericht/BarthHaas_Report_Hops_2020_21.pdf> Acesso em 27 ago. 2021

² Disponível em <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/dados-do-setor/> Acesso em 27 ago. 2021

³ Disponível em <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/05/23/consumo-de-cerveja-migra-para-dentro-de-casa-e-volume-de-vendas-no-brasil-e-o-maior-desde-2014.ghtml>> Acesso em 02 jun. 2021

estados federais da Alemanha. A levedura, até então desconhecida, foi mencionada pela primeira vez em 1551, unindo-se a esses três componentes para formar o grupo de elementos sem os quais uma cerveja não pode ser determinada como tal. Com o passar dos anos, outros ingredientes tornaram-se coadjuvantes na fabricação da bebida, como mel, café, chocolate, ervas, uma série de especiarias, como a pimenta, e até mesmo sal (TIERNEY-JONES, 2011, p. 6-9). Apesar de a legislação alemã atual permitir a utilização de outros elementos além dos quatro tradicionais na fabricação de cerveja, a maioria das cervejarias desse país ainda se mantém fiel à *Reinheitsgebot*, pelo menos em se tratando de seu mercado interno (BRIGGS, et al., 2014). Em escala mundial, os protagonistas também continuam sendo água, malte de cevada, lúpulo e levedura.

A legislação brasileira também fornece um balizamento mínimo que a produção cervejeira deve seguir. De acordo com o Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009, que dispõe sobre a padronização de diversas bebidas, a cerveja é necessariamente resultado da fermentação de mosto de cevada maltada ou de extrato de malte, ao qual é adicionado lúpulo ou extrato de lúpulo. Além desses componentes, parte do malte ou de seu extrato pode ser substituída por outros ingredientes, que são conhecidos como adjuntos cervejeiros (BRASIL, 2009)⁴. Entre esses substitutos do malte, é comum o uso de cereais que não foram submetidos ao processo de malteamento, especialmente milho e arroz. Produtos bastante populares, como aqueles das marcas nacionais Antartica, Brahma, Skol e Nova Schin, utilizam quantidade significativa de milho em sua formulação⁵, enquanto a norte-americana Budweiser, também produzida e comercializada amplamente no mercado nacional, tem como uma de suas características a inclusão de arroz em sua receita⁶.

A padronização determinada pela legislação implica que, para que uma cerveja seja assim considerada (tanto aquelas fabricadas em solo nacional quanto as importadas), água, malte de cevada, lúpulo e levedura precisam ser indissociáveis. Entre esses elementos, o lúpulo é aquele cuja disponibilidade no

⁴ Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm> Acesso em 28 ago. 2021

⁵ Disponível em <<https://pet.agro.ufg.br/n/40167-cerveja-nacional-tem-muito-milho-afirma-pesquisada-usp>> Acesso em 29 ago. 2021

⁶ Disponível em <<http://g1.globo.com/economia/midia-e-marketing/noticia/2016/10/nova-campanha-da-budweiser-assume-arroz-entre-os-ingredientes.html>> Acesso em 29 ago 2021

Brasil mais depende do mercado externo, uma vez que a indústria nacional importa quase 100% dessa matéria-prima⁷, historicamente ausente no País. Além disso, o lúpulo é o insumo mais caro e dotado de complexidade entre aqueles necessários à produção da bebida (RETTBERG et al., 2018). Apenas em 2021, o Brasil adquiriu no mercado externo 3.506 toneladas desse produto, a um custo de 49,2 milhões de dólares, além de 1.214 toneladas de extrato de lúpulo, no valor de 32,8 milhões de reais⁸. Somadas, essas despesas equivalem, no momento de conclusão desta dissertação, a cerca de 390 milhões de reais⁹.

As inflorescências femininas dessa planta trepadeira da família *Cannabaceae*, cujo nome científico é *Humulus lupulus* (Figura 1), são utilizadas no processo de fabricação de cerveja como agente conservante e para conferir aroma e sabor característicos à bebida. O amargor proveniente da adição de lúpulo “é a espinha dorsal da cerveja, equilibrando a doçura natural do malte” (OLIVER, 2012, p. 31). Das suas inflorescências, conhecidas como sincarpas, botanicamente chamadas de estróbilos e referidas no meio cervejeiro como cones (SPÓSITO et al., 2019), em razão de seu formato, “provêm óleos essenciais, substâncias minerais, polifenóis e resinas amargas, que conferem à bebida o amargor, sabor característico e propriedades microbianas” (D’AVILA et al., 2012, p. 61). Além disso, a adição de lúpulo contribui para a boa formação de espuma na cerveja e para a estabilidade de seu sabor (MAHAFFEE et al., 2009).

Em comparação com as grandes quantidades de malte necessárias à produção de cerveja, a quantidade de lúpulo necessária é significativamente menor. Este ingrediente tem, no entanto, um impacto crucial na qualidade da cerveja e, portanto, o lúpulo é de suma importância para a fabricação de cerveja. (ALMAGUER et al., 2014, p. 289)¹⁰

⁷ Disponível em <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/08/mercado-cervejeiro-cresce-no-brasil-e-aumenta-interesse-pela-producao-nacional-de-lupulo-e-cevada>> Acesso em 26 ago. 2021

⁸ Disponível em <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/53543>> Acesso em 29 mar. 2022

⁹ Disponível em <<https://economia.uol.com.br/cotacoes/cambio/>> Acesso em 29 mar. 2022

¹⁰ “Compared with the large quantities of malt required in beer production, the amount of hops needed is significantly smaller. This minor ingredient has, however, a crucial impact on beer quality and, thus, hops are of paramount importance for beer brewing.” (tradução do autor)

Figura 1 – Inflorescência de lúpulo



Fonte: Arquivo pessoal (janeiro de 2020, Lages – SC)

Uma cerveja sem lúpulo perde as características que a tornaram uma bebida mundialmente tão popular. “Sem o lúpulo, a cerveja seria uma bebida doce, nauseante, e, conseqüentemente menos prazerosa. O amargor do lúpulo confere à cerveja seu equilíbrio, sua capacidade de saciar a sede, e parte de sua afinidade com comida” (OLIVER, 2012, p. 33).

Esta dissertação, portanto, discute o lúpulo, amparada por suas possibilidades como oportunidade de negócio, fomentada por um mercado em expansão nos últimos anos e com perspectivas positivas para os próximos. Como trabalho voltado à geografia, a escolha é explorar as características climáticas de uma região, neste caso a Região Intermediária Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, e avaliar suas potencialidades para o cultivo dessa planta, cuja inserção no território nacional ainda é incipiente e carente de pesquisas acadêmicas, especialmente para além do campo das ciências agrárias. A adequação ou não da área de estudo ao cultivo do lúpulo, portanto, é o problema que orienta esta dissertação.

1.1. OBJETIVOS

Objetivo geral:

- Avaliar se a Região Intermediária Caxias do Sul é favorável ao cultivo do lúpulo, tomando como base suas características de temperatura e pluviosidade de 1991 a 2020.

Objetivos específicos:

- Espacializar a área de estudo em função dos elementos climáticos temperatura e pluviosidade.
- Identificar possíveis obstáculos que precisem ser superados por aqueles que já se encontram plantando lúpulo na área de estudo ou pretendem ingressar nessa cadeia produtiva.

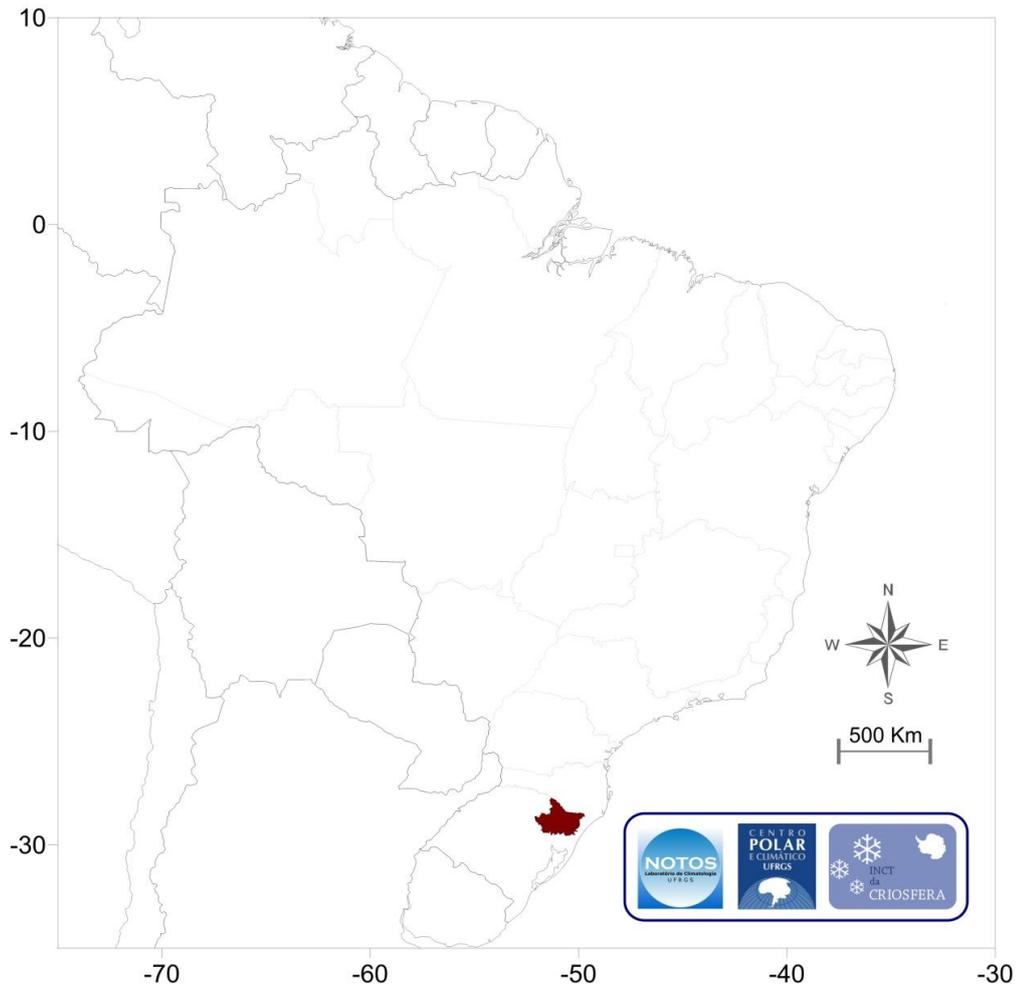
1.2. ÁREA DE ESTUDO

O foco deste trabalho é o extremo nordeste do Rio Grande do Sul, estado mais meridional do Brasil. Inicialmente, a intenção era abordar a região historicamente conhecida como Campos de Cima da Serra, que ocupa grande parte dessa porção do Estado. Sua delimitação, porém, não é única. Características fisiográficas, históricas, socioeconômicas e de outras naturezas levam a definições distintas, e a demarcação de seus limites não obedece a critérios estanques.

Em razão disso, optou-se por utilizar uma definição bem estabelecida e que abrangesse de forma ampla a área previamente determinada como foco desta dissertação. Para essa finalidade, foi considerada a classificação de Regiões Geográficas Intermediárias, convencionada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em substituição à prévia categorização em mesorregiões. Esse ordenamento, de acordo com o órgão, oferece um retrato mais detalhado do território brasileiro, delimitando essas regiões a partir de metrópoles ou de capitais regionais, e, na sua ausência, centros urbanos de menor dimensão, mas representativos em escala regional (BRASIL, 2017). A Região Intermediária

escolhida como área de estudo, portanto, é a de Caxias do Sul (figura 2), que abrange um total de 54 municípios. Sua área é de 24.197,329 km², enquanto sua população é de 1.269.897 habitantes.

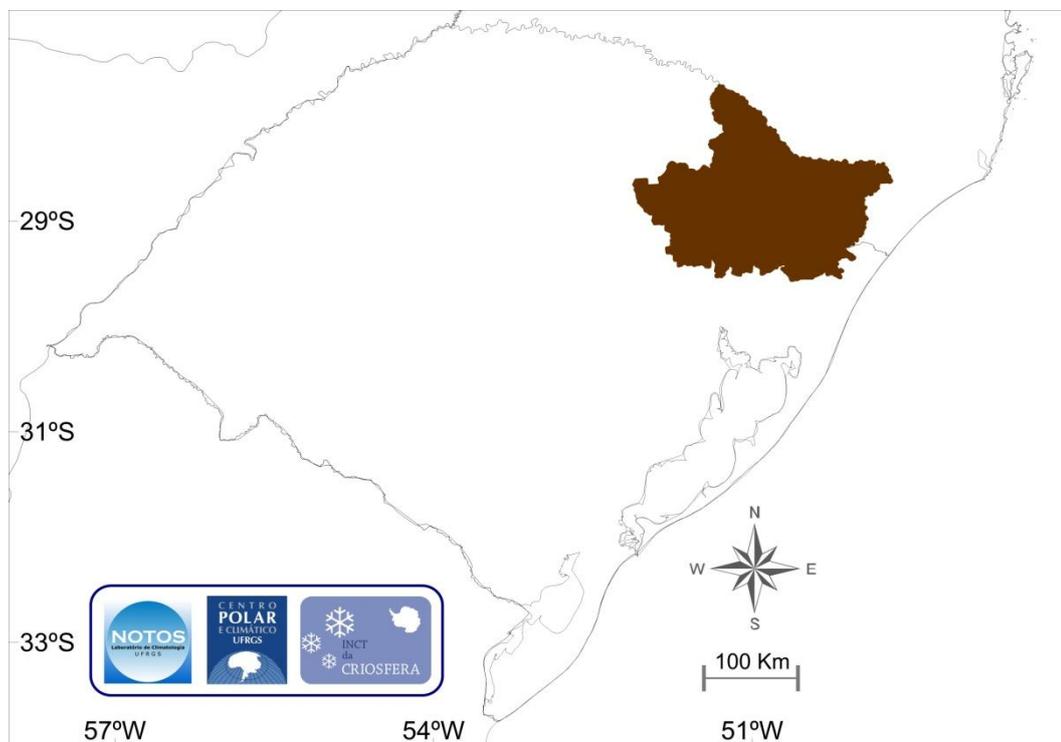
Figura 2 – Localização da Região Intermediária Caxias do Sul no contexto nacional



Essa divisão, por sua vez, contém quatro Regiões Geográficas Imediatas, conformação seguinte na escala de subordinação regional: Bento Gonçalves (com 14 municípios), Caxias do Sul (18), Nova Prata – Guaporé (14) e Vacaria (8). A primeira consiste nos municípios de Barão, Bento Gonçalves, Boa Vista do Sul, Carlos Barbosa, Coronel Pilar, Cotiporã, Fagundes Varela, Garibaldi, Monte Belo do Sul, Pinto Bandeira, Santa Tereza, São Valentim do Sul, Veranópolis e Vila Flores. A segunda, em Alto Feliz, Antônio Prado, Cambará do Sul, Campestre da Serra, Canela, Caxias do Sul, Farroupilha, Feliz, Flores da Cunha, Gramado, Ipê, Nova Pádua, Nova Petrópolis, Nova Roma do Sul, Picada Café, São Francisco de Paula,

São Marcos e Vale Real. A terceira, em André da Rocha, Dois Lajeados, Guabiju, Guaporé, Montauri, Nova Araçá, Nova Bassano, Nova Prata, Paraí, Protásio Alves, São Jorge, Serafina Corrêa, União da Serra e Vista Alegre do Prata. A quarta, em Bom Jesus, Esmeralda, Jaquirana, Monte Alegre dos Campos, Muitos Capões, Pinhal da Serra, São José dos Ausentes e Vacaria. A Região Intermediária Caxias do Sul pode ser melhor observada na Figura 3.

Figura 3 – Localização da Região Intermediária Caxias do Sul no contexto do estado do Rio Grande do Sul



As características climáticas da área de estudo, percebidas como potenciais à implementação da cultura de lúpulo, serão discutidas posteriormente, no decorrer deste trabalho, de forma a oferecer a contextualização necessária.

2. LÚPULO: CARACTERIZAÇÃO

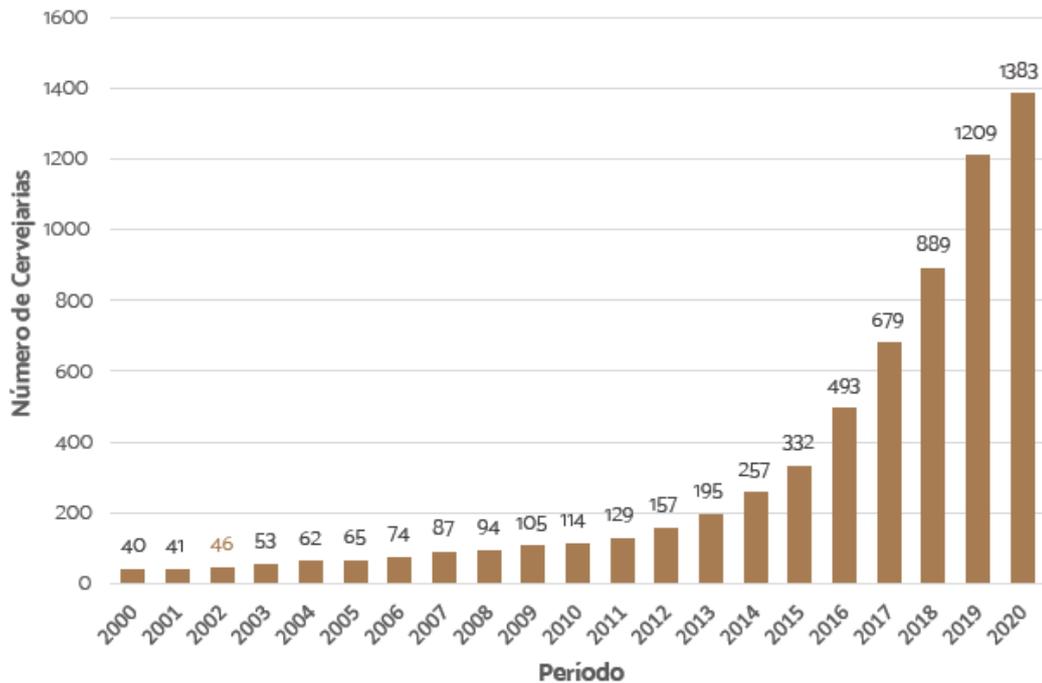
2.1. ATUALIDADE DO LÚPULO NO BRASIL

Nos últimos anos, o mercado cervejeiro brasileiro tem demonstrado notável crescimento e diversificação. Mais do que a produção em litros, é importante observar a ampliação da base fabril. De acordo com o “Anuário da Cerveja 2020”, publicado em abril de 2021 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), até o fim de 2020, um total de 1.383 cervejarias estavam registradas no País. Esse número representa um incremento de 14,4% em relação a 2019, quando eram 1.209 os estabelecimentos industriais desse tipo¹¹.

Cabe citar que, conforme o Mapa, cervejarias consideradas “ciganas” não estão contabilizadas entre aquelas citadas pelo “Anuário da Cerveja 2020”, somente as fábricas propriamente ditas, dotadas de instalações próprias. Essa nomenclatura é utilizada em referência àquelas empresas que não possuem a aparelhagem necessária à fabricação da bebida, terceirizando sua produção nas plantas de outros empresários do ramo, que alugam seus equipamentos como forma de reduzir seu nível de ociosidade. Trata-se, portanto, de mais um elemento a atestar a crescente robustez do setor, que se desenvolve para muito além das grandes cervejarias consolidadas. Essa constante evolução pode ser observada no gráfico seguinte, que representa os números do segmento nos últimos 20 anos (Figura 4).

¹¹ Disponível em <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja2.pdf>> Acesso em 27 jun. 2020

Figura 4 – Evolução no número de cervejarias registradas no Brasil de 2000 a 2020



Fonte: Anuário da Cerveja 2020

Apesar do dado positivo, mantendo uma constante evolução, o índice mais recente não chegou a satisfazer as projeções menos otimistas que o segmento cervejeiro havia estimado em 2019, ainda segundo dados contidos no “Anuário da Cerveja 2020”. Por mais que seja difícil fazer uma afirmação categórica quanto aos motivos que levaram a esse crescimento mais tímido do que o esperado, deve-se levar em conta os impactos causados pela pandemia do novo coronavírus, que ainda não era uma realidade quando essa estimativa foi realizada. Exemplo disso é o fato de que, por mais que 204 novas cervejarias tenham sido registradas em 2020, outras 30 cancelaram seus registros, totalizando o saldo de 174 novos estabelecimentos em comparação com o ano anterior.

A despeito da relativa desaceleração experimentada em 2020, basta voltar o olhar para o período pré-pandemia a fim de perceber como o ritmo de crescimento do setor vinha se intensificando conforme o tempo avançava, fato que também pode ser observado na Figura 4. Considerando o período de 20 anos entre 1999 e 2019, a expansão média foi de 19,6% ao ano. Tomando os últimos dez, esse acréscimo foi de 26,6% a cada 12 meses, enquanto a elevação anual nos cinco anos mais

recentes desse ciclo foi de 36,4%, em média, conforme dados apresentados no “Anuário da Cerveja 2019”¹², publicado pelo Mapa em março de 2020.

O Rio Grande do Sul apresenta posição de destaque no mercado cervejeiro nacional. Apesar de, em 2019, ter perdido para São Paulo o primeiro posto quando o assunto é o número absoluto de cervejarias, o Estado tem mantido um ritmo constante de crescimento. Em 2018, eram 184 os estabelecimentos industriais, número que passou, em 2019, para 236, e chegou a 256 em 2020. Proporcionalmente ao número de habitantes, o Rio Grande do Sul mantinha-se como a unidade da federação mais prolífica até 2019, registrando uma cervejaria para cada 48.209 habitantes. Em 2020, contudo, Santa Catarina tomou a frente nesse índice (uma produtora da bebida para cada 41.443 pessoas). Apesar da perda do primeiro posto, o Estado segue evoluindo, registrando um estabelecimento cervejeiro para cada 44.275 habitantes, de acordo com os dados relativos a 2020.

Porto Alegre, por sua vez, mantém seu protagonismo como o maior polo cervejeiro municipal no Brasil, abrigando 40 fábricas, segundo informações extraídas do “Anuário da Cerveja 2020”. Caxias do Sul também mostra proeminência no segmento, sendo o quinto município brasileiro com o maior número de plantas industriais de produção de cerveja (19), atrás apenas da capital gaúcha, de São Paulo (SP), de Nova Lima (MG) e de Curitiba (PR). Proporcionalmente ao número de habitantes, nada menos do que nove entre os dez municípios com maior densidade cervejeira estão localizados no Rio Grande do Sul, destacando em primeiro lugar Santo Antônio do Palma, no norte do Estado, com uma cervejaria para cada 1.062 habitantes.

Por trás da expansão desses números, dificilmente vislumbrados há uma ou duas décadas, está o setor artesanal. Apesar de seu processo de fabricação ser análogo ao das empresas que produzem cervejas massivamente, envolvendo técnicas e equipamentos semelhantes, a produção mais reduzida, uma série de características sensoriais diferenciadas e o uso mais intensivo de matérias-primas (MARCUSO; MÜLLER, 2019) fazem com que o termo “artesanal” seja válido e bem aceito como forma de distinção em relação às cervejas consolidadas e vendidas em grande quantidade no mercado nacional. Além disso, a fabricação legitimamente

¹² Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/anuario-da-cerveja-2019/view>> Acesso em 21 mar. 2020

feita em casa tem muito a ver com o crescimento histórico do setor, sendo a legalização da produção caseira nos Estados Unidos, ocorrida em 1978, um marco na revolução das artesanais (TIERNEY-JONES, 2011), colocando o país na vanguarda desse movimento, à frente de outras nações historicamente mais associadas com esse segmento, como Alemanha, Bélgica e Inglaterra.

Um procedimento responsável por grande parte das características organolépticas que diferenciam as artesanais das cervejas produzidas em grande escala é o emprego de uma quantidade mais elevada de lúpulo e de uma variedade maior de cultivares dessa planta, que podem resultar em estilos diferentes de cerveja. Um bom exemplo da utilização mais intensiva desse insumo é o estilo *India Pale Ale* (IPA) e suas variações, intimamente ligado à popularização das artesanais, primeiramente nos Estados Unidos e posteriormente em outros países, como o Brasil.

Uma verdadeira *India Pale Ale* deve ser âmbar clara, ter um aroma de lúpulo intenso, terroso e frutado, e um amargor lupulado extremamente pronunciado, sustentado por maltes robustos, além de um teor alcoólico de, no mínimo, 6% [...] Não soa como uma cerveja para fracos, mas uma IPA bem feita desce com admirável suavidade (OLIVER, 2012, p. 175).

Outros tipos de cerveja apresentam lúpulo, assim como outros ingredientes, em menor ou maior dosagem. Cada estilo tem seu perfil de sabor cujo equilíbrio depende da quantidade adequada de insumos, entre eles as diferentes cultivares e a quantidade de lúpulo empregada. “O sabor e o aroma do lúpulo precisam ser integrados harmonicamente na matriz da cerveja” (KROTTENTHALER, 2009, p. 91)¹³. Uma típica *Bitter* inglesa, por exemplo, tem entre suas características “[...] um nítido sabor de grãos envolto por fruta e sustentado por um amargor lupulado relativamente robusto” (OLIVER, 2012, p. 166). Já uma *Belgian Pale Ale* possui um perfil no qual “[...] tanto o aroma quanto o sabor de lúpulo são moderados, sustentando um centro de corpo médio, maltado e abiscoitado, conduzindo a um final limpo e seco” (OLIVER, 2012, p. 261-262). Por outro lado, um exemplo de estilo no qual o lúpulo possui posição mais próxima à de coadjuvante é o alemão *Helles*,

¹³ “The taste and aroma of the hops need to be integrated harmonically into the beer matrix.” (tradução do autor)

no qual “[...] o equilíbrio tende mais para o malte, muitas vezes com admirável intensidade de sabor” (OLIVER, 2012, p. 362).

Isso significa que grande parte do combustível indispensável ao crescimento e à diversificação do mercado cervejeiro nacional depende da aquisição de um insumo no mercado externo, uma vez que o Brasil não é, historicamente, uma nação produtora de lúpulo. Um dos grandes entraves para que essa cultura torne-se uma realidade, segundo aqueles que já se encontram no meio, é a falta de informação técnica para o cultivo, desde o uso de defensivos agrícolas, o manejo de plantas daninhas, a escolha do sistema de condução, a época de poda, o ponto de colheita e os níveis de adubação (FAGHERAZZI; RUFATO, 2018).

Conforme as informações mais recentes disponibilizadas pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), referentes a 2020¹⁴, o Brasil sequer é mencionado em suas estatísticas quando o assunto é a produção de lúpulo. Essa realidade repete-se em todos os anos da série histórica, que tem início em 1961. Em 2019, esse ranking foi liderado por Estados Unidos, que somou 47.090 toneladas produzidas, Alemanha (46.900 toneladas), China (7.837 toneladas), República Tcheca (5.930 toneladas), e Polônia (3.420 toneladas). O único país sul-americano com destaque na produção de lúpulo é a Argentina, com cerca de 150 hectares plantados nas regiões de Alto Vale do Río Negro e El Bolsón, resultando em 471 toneladas do insumo, segundo a mesma sondagem da FAO.

Considerando que, apenas em 2021, o Brasil precisou adquirir no mercado externo 4.720 toneladas dessa matéria-prima, a um custo de 390 milhões de reais, configura-se deste modo uma oportunidade de negócio cuja demanda, além de já estar consolidada, ainda demonstra tendência de aumentar, acompanhando o constante ritmo de crescimento do mercado cervejeiro nacional. Atualmente, a maior parte desse insumo é importada de Estados Unidos e Alemanha (FAGHERAZZI; RUFATO, 2018). Outra motivação para que se estruture uma cadeia de produção do lúpulo no Brasil é o fato de que, ao adquirir esse insumo no mercado externo, sua qualidade pode ser reduzida, devido ao tempo de armazenamento e transporte que o ingrediente atravessa. O lúpulo fresco, por outro lado, apresenta menores perdas dos compostos desejados no processo de fabricação de cerveja (PINTO, 2018).

¹⁴ Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>> Acesso em 26 mar. 2022

Outro fator que pode influenciar a preferência por lúpulo cultivado e processado em solo brasileiro é a crescente valorização do produto local em razão de seu *terroir*, expressão habitualmente ligada ao universo do vinho e que representa as características especiais que um produto ostenta em razão das interações entre o ambiente físico e biológico e as práticas produtivas adotadas pelos agricultores de determinada região¹⁵. Cada vez mais, cervejeiros e produtores de lúpulo estão interessados em saber como as características de cada local e as técnicas de cultivo influenciam na química do lúpulo e em sua expressão nos perfis de aroma e sabor (VERHOEVEN et al., 2019).

Terroir, cultura e regionalidade desempenham um papel na escolha do consumidor e tornam-se parte da história que define e diferencia uma marca. Assim como em relação ao vinho, cultivar o senso geral de lugar é o que torna uma cerveja produzida no Oregon diferente de uma cerveja produzida na Califórnia, na Alemanha ou em qualquer outro lugar. (VERHOEVEN et al., 2019, p. 147)¹⁶

Nos Estados Unidos, a expansão da indústria da cerveja artesanal intensificou a demanda por esse ingrediente. De 2000 a 2020, a produção de lúpulo cresceu 54%, a área cultivada teve ampliação de 62% e o preço desse insumo teve um aumento de 219% (AGEHARA et al., 2021). São circunstâncias como essas e outras supracitadas que já têm atraído alguns pioneiros, que deram início à produção de lúpulo no Brasil nos últimos anos. Entre eles, ao menos 30 são residentes no Rio Grande do Sul.

Visualizando a produção desse ingrediente no Brasil como uma crescente oportunidade de negócio, considerando sua constante e provavelmente crescente demanda, este trabalho busca inserir o conhecimento geográfico como mais um agente na construção dessa cultura no País, somando-se a outras áreas, estimulando crescimento econômico a nível regional e nacional. Trata-se de uma

¹⁵ Disponível em <<https://www.wine.com.br/winepedia/curiosidades/o-que-e-terroir/>> Acesso em 28 fev. 2022

¹⁶ "Terroir, culture, and regionality play a role in consumer choice and become a part of the story that defines and differentiates a brand. Very much like wine, cultivating the overall sense of place is what makes a beer crafted in Oregon different than one crafted in California, or Germany, or anywhere else." (tradução do autor)

oportunidade dupla, uma vez que a demanda crescente é um estímulo ao plantio, que, por sua vez, pode oferecer uma alternativa às cervejarias nacionais, aos poucos substituindo as atuais importações por lúpulo plantado, colhido e processado no Brasil. Tendo em vista o fato de se tratar de um cultivo que exige mão de obra intensiva, geralmente desenvolvido em pequenas extensões territoriais, Sarnighausen et al. (2017) apontam seu potencial como nicho a ser preenchido pela agricultura familiar.

Mesmo a gigante Ambev, detentora de 60% do mercado produtor de cerveja no País¹⁷, já percebeu esse potencial e estabeleceu parceria com agricultores catarinenses, junto à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), à Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) e ao Mapa, além da Prefeitura Municipal de Lages (SC), onde o pacto foi firmado. O projeto inclui fomento aos produtores e ao compartilhamento de conhecimento sobre a cultura, a instalação de uma planta de beneficiamento e a oportunidade de destinação da produção à própria Ambev¹⁸.

Essa parceria começou a tomar contornos mais efetivos no segundo semestre de 2020, com a construção de um viveiro com capacidade para produzir até 60 mil mudas de lúpulo por ano, em Lages. A medida, batizada de Projeto Hildegarda, prevê que 500 famílias de agricultores, selecionadas em parceria com a Epagri, sejam beneficiadas com a distribuição de cerca de 5 mil mudas mensais¹⁹. Esse projeto já começou a dar frutos na forma de uma cerveja fabricada com lúpulo catarinense. Em parceria com a Lohn Bier, sediada no município de Lauro Müller (SC), além de mais nove microcervejarias do estado, surgiu a Brazilian Blonde Ale, lançada em dezembro de 2020²⁰.

Também em parceria com a Lohn Bier, a Ambev deu outro passo rumo a criar cervejas sem a necessidade de insumos importados. Em julho de 2021, foi apresentada a TodaNossa Brazilian Pale Ale, totalmente fabricada com matérias-

¹⁷ Disponível em <<https://exame.com/negocios/itaipava-e-heineken-pressionam-ambev/>> Acesso em 2 jul. 2021

¹⁸ Disponível em <<https://clmais.com.br/sucesso-do-plantio-de-lupulo-estimula-expansao-na-serra/>> Acesso em 23 mar. 2020

¹⁹ Disponível em <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2020/10/industria-investe-no-plantio-de-lupulo-no-brasil-para-alavancar-producao-de-cerveja.html>> Acesso em 14 nov. 2020

²⁰ Disponível em <<https://revistadacerveja.com.br/ambev-lohn-bier-e-microcervejarias-catarinenses-criam-cerveja-colaborativa-com-lupulo-nacional/>> Acesso em 28 dez. 2020

primas nacionais: lúpulos plantados e processados em Santa Catarina, maltes beneficiados de cevada brasileira e levedura nacional. O projeto inicial foi a produção de 2 mil litros da bebida em agosto, mas o objetivo final é começar a realizar sua produção em larga escala²¹.

Em fevereiro último, a Epagri divulgou a previsão de uma colheita de cerca de dez toneladas de lúpulo em Santa Catarina até o término da safra 2022, que se encerrou em meados de março²². O Projeto Hildegarda foi citado como grande fomentador desse efeito positivo, possibilitado pelo trabalho realizado em 20 propriedades rurais no estado, ocupando uma área de cerca de 20 hectares. Também foram citados os municípios catarinenses de Lages e São Joaquim como parte de um projeto que estuda a adaptação de cultivares de lúpulo e outros fatores intrínsecos ao sucesso dessa cultura. Ambos os municípios são fronteiriços ao Rio Grande do Sul e contíguos à área de estudo abordada por esta dissertação.

No Rio Grande do Sul, a Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural – Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (Emater/RS-Ascar) também começou a manifestar interesse na popularização desse insumo. Em setembro de 2020, foi realizada a primeira reunião virtual do Projeto Monitoramento e Desenvolvimento da Cultura do Lúpulo no Rio Grande do Sul, que começou a mapear o potencial de produção da planta no Estado. Em conjunto com a Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, o empreendimento consiste, inicialmente, na realização de ações em seis propriedades rurais que estão realizando experiências de plantio de lúpulo, localizadas nos municípios de Bom Jesus, Nova Petrópolis, São Francisco de Paula, Serafina Corrêa e Vacaria. Nessas unidades, é realizada a observação das rotinas do cultivo, além da coleta de dados agrometeorológicos e de amostras de solos, entre outras atividades²³.

Outro passo significativo dado em relação à cultura do lúpulo no Brasil e à defesa dos interesses daqueles que já investem nesse ramo foi a fundação da Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo (Aprolúpulo). Com apoio da

²¹ Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/mirando-larga-escala-ambev-lanca-cerveja-que-nao-depende-deprodutos-importados/>> Acesso em 27 ago. 2021

²² Disponível em <<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2022/02/25/santa-catarina-preve-safra-de-10-toneladas-de-lupulo/>> Acesso em 26 fev. 2022

²³ Disponível em <<http://www.emater.tche.br/site/multimedia/noticias/detalhe-noticia.php?id=31447#>> Acesso em 9 nov. 2020

Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) em Lages, os trabalhos da entidade tiveram início em 19 de maio de 2018, com cerca de 50 associados²⁴. Conforme as mais recentes atualizações, já são mais de 150 produtores integrantes da entidade²⁵. Os associados se encontram em 14 diferentes unidades da federação, sendo os estados de Santa Catarina (27%), Rio Grande do Sul (22%) e São Paulo (18%) aqueles com o maior número de afiliados, de acordo com o atual presidente da Aprodúpulo, Marcos Paulo Stefanés Ribeiro.

É pelos motivos até aqui mencionados que um trabalho como este se apresenta. Estudar as características climáticas de determinada área e compará-las com as necessidades que o lúpulo tem para que se desenvolva da melhor maneira possível é atitude de grande importância, uma vez que se trata de uma cultura ainda incipiente no Brasil, carente de pesquisas acadêmicas aprofundadas, especialmente sob o viés geográfico. Segundo os próprios produtores, um dos grandes entraves para que esse cultivo se consolide é a falta de informação técnica (FAGHERAZZI; RUFATO, 2018).

Até poucos anos atrás, o desenvolvimento de novas cultivares de lúpulo e mesmo informações a respeito de seu plantio e de suas características eram geradas quase exclusivamente naqueles países em que a produção desse insumo é destacada (ROSSINI et al., 2016). Trata-se ainda de um trabalho de imediata aplicação prática, que pode ajudar a orientar atuais e futuros produtores na tarefa de colocar em desenvolvimento e expandir essa nova cultura, gerando emprego e renda em meio a uma cadeia produtiva que cada vez mais vem se consolidando.

2.2. LÚPULO COMO INSUMO CERVEJEIRO

É possível que as propriedades medicinais do lúpulo já fossem conhecidas desde 3000 A.C. (MAHAFEE et al., 2009). Não é certo se outras culturas ancestrais, como os babilônios, utilizaram-se ou não da planta, mas seu primeiro cultivo documentado remonta aos séculos VIII e IX, época em que mosteiros localizados

²⁴ Disponível em <https://www.udesc.br/noticia/produtores_de_lupulo_criam_associacao_brasileira_com_sede_na_udesc_lages> Acesso em 14 jan. 2021

²⁵ Disponível em <<https://copocheio.blogfolha.uol.com.br/2020/10/26/lupulo-brasileiro-sim-ele-existe-e-esta-na-nova-braza-hops-saiba-mais/>> Acesso em 14 jan. 2021

em regiões onde atualmente encontram-se França e Alemanha utilizavam-se da planta em busca de suas propriedades medicinais (BURGESS, 1964). Brotos novos e folhas de lúpulo chegaram a ser usados como salada durante os tempos medievais (MAHAFEE et al., 2009). Até o século XIV, essa cultura manteve-se majoritariamente nas mãos dos monges. A utilidade do lúpulo “[...] para aromatizar e conservar bebidas parece ter sido reconhecida no século XII. Seu uso na cerveja provavelmente é de origem alemã, e as lavouras de lúpulo são frequentemente mencionadas em decretos estatais do século XIII” (BURGESS, 1964, p. 1)²⁶.

A primeira menção documentada a respeito da utilização dessa planta (Figura 5) no processo de fabricação de cerveja encontra-se no livro *“Physica sive Subtilitatum”*, escrito pela monja beneditina alemã Hildegard von Bingen, que viveu entre 1098 e 1179 (FAGHERAZZI et al., 2017). Apesar de ter se tornado uma característica indissociável da cerveja, o amargor proveniente do lúpulo não gozou de popularidade desde o início de seu emprego, sendo universalmente aceito apenas a partir do século XIX (BURGESS, 1964). O emprego da planta não visava atender aos paladares dos consumidores, mas atuar como agente conservante, protegendo a cerveja da deterioração. Até então, as cervejas medievais azedavam rapidamente e transformavam-se em vinagre de malte (BRIGGS et al., 2004). Essa propriedade conservante inclusive condicionou a expansão da fabricação de cerveja em larga escala, uma vez que a utilização de lúpulo permitiu que a bebida sobrevivesse ao transporte para mercados mais distantes, desempenhando assim um papel vital na popularização da cerveja (MATHIAS, 1959).

²⁶ “[...] the value of hops for flavouring and preservation of beverages appears to have been recognized in the twelfth century. Their use in beer is probably of german origin, and hop gardens are frequently mentioned in german state enactments of the thirteenth century.” (tradução do autor)

Figura 5 – Planta de lúpulo da cultivar *Hallertau Mittelfrüh*, carregada de inflorescências



Fonte: Arquivo pessoal (janeiro de 2020, São José dos Ausentes – RS)

Atualmente, cerca de 97% da produção mundial de lúpulo é utilizada na produção da bebida (ALMAGUER, 2014). Sua composição, contudo, garante seu nome entre os fármacos comerciais, uma vez que, além das propriedades antimicrobianas que tornam a planta atraente ao processo de fabricação de cerveja, o lúpulo possui atributos antioxidantes e anti-inflamatórios. A planta também contém prenilflavonóides, um fitoestrogênio empregado em suplementos alimentares voltados a mulheres com distúrbios hormonais devido à menopausa. Além disso, seus óleos e resinas possuem propriedades sedativas (SPÓSITO et al., 2019). Outro uso medicinal do lúpulo é como enchimento para travesseiros, para ajudar àqueles que sofrem de insônia (MAHAFFEE et al., 2009).

Três espécies de lúpulo são conhecidas: *H. lupulus*, *H. japonicus* e *H. yunnanensis* (NEVE, 1991), mas apenas a primeira apresenta as características que a transformaram em insumo essencial à fabricação de cerveja. Suas inflorescências consistem de estruturas semelhantes a pétalas, chamadas de brácteas e bractéolas, que se formam a partir de um eixo central. Na base das bractéolas, glândulas de lupulina (visíveis na Figura 6), um pó resinoso e amarelo, são formadas à medida que a inflorescência amadurece (ALMAGUER, 2014). É a lupulina que “[...] contém

as resinas amargas e as substâncias aromáticas tecnicamente importantes” (KROTTENTHALER, 2009, p. 87)²⁷. Conforme mencionado anteriormente, apenas as inflorescências femininas, conhecidas no meio cervejeiro como cones, apresentam utilidade no processo de fabricação de cerveja. É necessário, portanto, esclarecer que o lúpulo é uma planta dioica, uma vez que há diferenciação entre fêmeas e machos (BURGESS, 1964). Isto é, suas inflorescências unissexuais masculinas e femininas nascem em plantas separadas.

Figura 6 – Inflorescência de lúpulo aberta, destacando as glândulas e o pó de lupulina (amarelos)



Fonte: Alexander Cruz (fevereiro de 2021, Lages – SC)

As plantas femininas são as únicas de interesse comercial, pois são elas que contêm quantidades significativas dos compostos necessários ao processo cervejeiro e à produção de outros artigos que as utilizam como base, especialmente na indústria farmacêutica. Essas resinas e óleos essenciais estão presentes na lupulina. Plantas masculinas, produtoras de pólen, que pode ser carregado pelo

²⁷ “[...] contain the technically important bitter resins and aroma substances.” (tradução do autor)

vento por longas distâncias (BRIGGS et al., 2004), são removidas das áreas de cultivo a fim de evitar que fertilizem as plantas femininas e ocasionem a produção de sementes (ALMAGUER, 2014). Elas são consideradas indesejáveis pelos cervejeiros, uma vez que a oxidação dos ácidos graxos nelas contidos produz sabores desagradáveis na bebida (SILVA, 2019).

Plantas masculinas contêm quantidades muito pequenas de glândulas de lupulina (SPÓSITO et al., 2019) e são cultivadas somente quando são necessárias sementes para fins reprodutivos (BEVERLEY, 2015). Enquanto os espécimes femininos possuem cerca de 10 mil glândulas de lupulina em cada cone, os espécimes masculinos contam com apenas de dez a quinze glândulas em cada um (SPÓSITO et al., 2019). Em razão dessa característica, o método mais amplamente utilizado para criar novas mudas de lúpulo ocorre a partir do processo de propagação vegetativa, quando partes da planta matriz são empregadas a fim de criar clones (SPÓSITO et al., 2019), assegurando a uniformidade da lavoura e potencializando sua qualidade (Figura 7).

Figura 7 – Muda de lúpulo criada por propagação vegetativa



Fonte: Arquivo pessoal (março de 2019, Nova Roma do Sul – RS)

Na Alemanha, há inclusive legislação obrigando a remoção de espécimes masculinos das lavouras. Exceção é feita àqueles utilizados em estações dedicadas à geração e à reprodução de novas cultivares (BRIGGS et al., 2004). As plantas masculinas são essenciais nos programas de melhoramento, a fim de desenvolver novas cultivares a partir de processos de hibridização controlada (ALMAGUER, 2014).

Entre os compostos encontrados no lúpulo, cabe destacar os alfa-ácidos e os beta-ácidos. Os alfa-ácidos, compostos por humulona e por outras substâncias relacionadas (co-humulona, ad-humulona, pré-humulona e pós-humulona), são responsáveis pelo amargor conferido à bebida (ATTOKARAN, 2017). O teor de alfa-ácidos encontrado no lúpulo é essencial para determinar seu valor como insumo cervejeiro. Nas três últimas décadas, inclusive, o segmento produtivo da planta tem focado no desenvolvimento de cultivares que maximizem o nível de alfa-ácidos (MACKINNON et al., 2020).

Os beta-ácidos, por sua vez, contêm lupulona e outros compostos, como colupulona e adlupulona, sendo agentes caracterizadores do aroma da cerveja. São as diferentes concentrações desses dois elementos principais, alfa-ácidos e beta-ácidos, que resultam em todas as cultivares de lúpulo atualmente existentes (FAGHERAZZI et al., 2017), como a alemã *Hallertau Mittelfrüh*, a norte-americana *Cascade*, a inglesa *Challenger*, a tcheca *Saaz* e a australiana *Galaxy*. Atualmente, ao menos 267 diferentes cultivares da planta já foram catalogadas²⁸.

Habitualmente, o lúpulo não é utilizado em sua apresentação fresca, uma vez que se trata de um produto volumoso, pouco adequado à adição automatizada nos equipamentos utilizados na fabricação de cerveja. Além disso, o lúpulo fresco contém cerca de 80% de umidade e mofa rapidamente caso não seja submetido a um processo de secagem (BRIGGS et al., 2014). Para que o lúpulo fresco seja utilizado na fabricação de cerveja de forma a melhor aproveitar suas propriedades, o ideal é que o intervalo entre a colheita e o processamento não seja superior a 12 horas (SPÓSITO et al., 2019).

A fim de otimizar seu uso e sua durabilidade, o formato mais habitual no qual a planta se apresenta comercialmente é o de *pellets*, que consistem em

²⁸ Disponível em <<https://www.hopslist.com/hops/>> Acesso em 2 mar. 2022

inflorescências desidratadas (geralmente contêm cerca de 10% de umidade), moídas e compactadas de forma a ocupar menor volume, facilitando o transporte do produto e sua utilização no processo de produção da bebida, uma vez que os equipamentos geralmente estão mais adaptados a receber o insumo nessa conformação (Figura 8).

Figura 8 – Diferentes apresentações do lúpulo, da esquerda para a direita: cones inteiros frescos, cones inteiros secos, cones em pó e *pellets*



Fonte: Natanael Moschen Lahnel (março de 2019, Gramado – RS)²⁹

A fim de manter sua vida útil mais longa possível, o lúpulo no formato de *pellets* é resfriado e embalado a vácuo em plástico laminado tão logo é processado, sendo então preferencialmente mantido em temperaturas que oscilam entre 1°C e 5°C (BRIGGS, et al., 2014). Mais uma vantagem do *pellet* é o fato de o processo de prensagem diminuir o contato do lúpulo com o ar, reduzindo seu potencial de oxidação (CASTRO, 2019). Outras apresentações também são possíveis, como na condição de inflorescências desidratadas, porém íntegras, ou na forma do pó secretado pelas glândulas de lupulina.

O emprego de lúpulo ocorre em quantidades variadas conforme os tipos distintos de cerveja, que atualmente já se contam às centenas. Estilos que há dez anos ainda possuíam raros exemplares no mercado nacional, como o norte-

²⁹ Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Xf1G_mfecgw> Acesso em 23 jun. 2019

americano *American Pale Ale* e o inglês *India Pale Ale*, cuja característica principal é “[...] ter um aroma de lúpulo intenso, terroso e frutado” (OLIVER, 2012, P. 175), recebem cargas generosas desse ingrediente e atualmente são lugar-comum no portfólio de centenas de cervejarias brasileiras. Esse diferencial lhes confere um amargor muito mais intenso do que aquele experimentado nas cervejas vendidas em grande escala, além de uma gama mais ampla de aromas e sabores, que podem variar conforme a cultivar utilizada.

2.3. EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS DO LÚPULO

O lúpulo é nativo das zonas temperadas do Hemisfério Norte, sendo a China o provável centro de sua origem, de onde se espalhou para a Europa e a América do Norte (NEVE, 1991). Atualmente, países que possuem território situado nessas áreas permanecem sendo os grandes centros produtores desse insumo, como é o caso dos já mencionados Estados Unidos, Alemanha, China e República Tcheca. Nações localizadas no Hemisfério Sul, contudo, também começam a ocupar posição de destaque, mesmo que ainda tímido em relação aos supracitados. É o caso de Nova Zelândia, que em 2020 ocupou a 10^a posição no ranking dos maiores produtores (898 toneladas), Austrália (13^a, com 606 toneladas), Argentina (16^a, com 471 toneladas) e África do Sul (17^a, com 445 toneladas)³⁰, conforme as estatísticas mais recentes compiladas pela FAO.

Para que não seja causada confusão entre aqueles que não estão habituados a essas estatísticas e possam ter interesse em acessá-las, cabe destacar que a Etiópia, que a princípio aparece na primeira posição nesse mesmo ranking, com 47.323 toneladas produzidas em 2020, não deve ser levada em consideração. Isso ocorre porque uma planta conhecida nesse país e na Eritreia como *gesho* (*Rhamnus prinoides*), utilizada de maneira semelhante ao lúpulo no preparo de bebidas³¹, é estatisticamente considerada como o mesmo item em meio às informações agregadas e publicadas pela FAO. Essa ausência de distinção faz com que

³⁰ Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity> Acesso em 26 mar. 2022

³¹ Disponível em <<https://www.press.et/english/?p=25061>> Acesso em 13 jun. 2021

reportagens e publicações em geral ligadas ao meio cervejeiro incluem informações equivocadas, causando dúvida entre aqueles menos experientes.

Ao contrário de cultivos como soja, trigo, milho e arroz, o lúpulo não é uma cultura anual, mas perene. Cada planta, inclusive, necessita de alguns anos para atingir a maturidade. Beverley (2015) menciona um período de cinco anos a fim de que o lúpulo alcance o seu potencial máximo de produtividade. Até a completude desse período, “[...] a planta aumenta o tamanho das raízes de armazenamento e as reservas de carboidratos nelas contidas durante a fase de estabelecimento até atingir a maturidade” (BEVERLEY, 2015, p. 71)³². A vida útil do lúpulo pode ser de até 50 anos, porém a renovação das plantas costuma-se realizar em períodos menores, de dez a 20 anos, acompanhando, inclusive, as exigências mercadológicas por cultivares específicas (FAGHERAZZI et al., 2017).

O lúpulo desenvolve-se em duas fases distintas, que se repetem anualmente: dormência e crescimento. A dormência acontece durante o outono e o inverno, enquanto o crescimento ocorre na primavera e no verão (THOMÉ et al., 1999), invertendo-se apenas os meses nos quais essas etapas ocorrem conforme o hemisfério no qual a lavoura está localizada. A dormência tem início quando os dias já começam a diminuir sua duração (MARCOS et al., 2011), estando nesse momento a colheita já realizada. No início da dormência, a parte aérea da planta e suas raízes mais finas morrem. Esse processo evolui conforme os dias têm sua duração reduzida (DODDS, 2017), morrendo também os brotos, enquanto as reservas energéticas acumulam-se nas raízes de armazenamento.

Outro estágio distinto da dormência é sua quebra, quando o desenvolvimento da planta gradualmente volta a se tornar possível conforme as condições climáticas permitem (NEVE, 1991), dando início a um novo período de crescimento. No início dessa etapa, também conhecida como fase vegetativa, ocorrem as brotações, que dão origem a novas raízes, e o crescimento linear vertical desde a brotação, estabelecendo uma nova parte aérea, quando os ramos iniciam sua escalada em torno de um suporte de sustentação (SPÓSITO et al., 2019), como pode ser observado na Figura 9.

³² “[...] the plant increases its rootstock size, as well as the carbohydrate reserves it contains during this establishment phase until it reaches maturity.” (tradução do autor)

Figura 9 – Planta de lúpulo conduzida em torno de um fio de sisal (à esquerda)



Fonte: Alexander Creuz (fevereiro de 2019, Lages – SC)

Lavouras de lúpulo são encontradas em locais de climas diversos (MAHAFEE et al., 2009), mas isso não significa que as plantas consigam se desenvolver de maneira adequada ou minimamente satisfatória em todas essas situações. A literatura consultada a fim de embasar este estudo apresenta uma série de restrições para aqueles que pretendem dar início a esse plantio. A principal variável física apontada como responsável por balizar a possibilidade de cultivo do lúpulo é a disponibilidade de luminosidade no decorrer do período de crescimento. Isso depende, portanto, da latitude na qual a área plantada se encontra. Dias longos (ENGELHARD; LUTZ; SEIGNER, 2011), com 16 a 18 horas de luminosidade, durante a fase de crescimento vegetativo, são apontados como essenciais para que essa cultura obtenha seus melhores resultados. “Essas condições são satisfeitas

apenas entre 35° e 55° de latitude nos hemisférios Norte e Sul” (ENGELHARD; LUTZ; SEIGNER, 2011, p. 9)³³.

Reforçando a informação propagada pelos autores supracitados, Dodds afirma que “[...] a faixa de latitude geralmente aceita para uma boa produção comercial é de 35° a 55°, a norte ou sul do equador” (2017, p. 5)³⁴, citando ainda as latitudes médias das duas principais regiões plantadoras de lúpulo no planeta, Hallertau, no estado da Baviera, sul da Alemanha (48° N), e Yakima, no estado de Washington, noroeste dos Estados Unidos (46° N). Krottenthaler é outro autor que confirma essa informação, reforçando que “o lúpulo cresce apenas entre 35° e 55° de latitude, uma vez que os longos dias de verão preenchem o pré-requisito das flores” (2009, p. 86)³⁵.

Outros autores consideram variações relativamente pequenas nas zonas apontadas como mais adequadas. De acordo com Kneen (2003), as faixas entre as latitudes de 30° a 50°, em ambos os hemisférios, são tidas como naturalmente indicadas para a produção de lúpulo. Já Hieronymus (2012) cita como preferencial a área entre as latitudes 30° e 52°, com resultados ainda mais satisfatórios entre 45° e 50°, lembrando ainda que as plantas necessitam de ao menos 15 horas diárias de luminosidade durante seu ciclo de crescimento. Briggs et al. (2004) indicam uma situação menos restritiva, referindo-se a um mínimo de 13 horas diárias a fim de que o crescimento vegetativo ocorra de maneira satisfatória, apontando ainda o foco no cultivo de variedades adaptadas a períodos menores de luminosidade em regiões nas quais essas condições não são satisfeitas. Já Mahaffee et al. (2009) estabelecem uma latitude mínima de 35° como balizadora, entretanto, mencionam lavouras comerciais de lúpulo localizadas na África do Sul (34° S) e no Zimbábue (18° S), condicionando-as ao uso de iluminação artificial suplementar. Dias muito curtos, com oito horas ou menos, induzem à dormência da planta antes que ela possa começar a florescer (THOMAS; SCHWABE, 1969).

A esse fator condicionante descrito acima dá-se o nome de fotoperiodismo, essencial ao desenvolvimento de múltiplas espécies vegetais, vinculado à

³³ “Diese Bedingungen werden nur zwischen dem 35. und 55. Breitengrad auf der Nord- und Südhalbkugel erfüllt.” (tradução do Prof. Dr. Heinrich Hasenack)

³⁴ “[...] the generally accepted latitude range for good commercial production is 35° to 55° north or south of the equator.” (tradução do autor)

³⁵ “Hops grow only between 35° and 55° latitude since the long days in summer fulfill the prerequisite of the flowers.” (tradução do autor)

capacidade de uma planta “[...] crescer e florescer em resposta ao dia ou à noite” (DODDS, 2017, p. 5)³⁶. O fotoperíodo, portanto, consiste na fase em que há presença de radiação luminosa durante o período de 24 horas, relacionado aos movimentos de rotação e translação terrestres, assim como à inclinação do eixo da Terra (TAVARES, 2018). “Em espécies sensíveis ao fotoperíodo, uma mesma cultivar terá seu ciclo alterado ao ser cultivada em épocas ou latitudes diferentes” (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017, p. 97). A fim de potencializar o aproveitamento da luminosidade que incide sobre a lavoura, o procedimento padrão é orientar as linhas de plantio no sentido norte-sul (Figura 10), dessa forma também evitando que uma linha promova sombreamento sobre a linha paralela contígua (SPÓSITO et al., 2019).

Figura 10 – Lavoura de lúpulo, destacando as linhas de plantio



Fonte: Arquivo pessoal (janeiro de 2020, Lages – SC)

Thomas e Schwabe (1969) sugerem que a latitude na qual se encontra o plantio exerce influência na data em que ocorre a floração das plantas, cuja definição tem a quantidade de horas de luminosidade como um fator decisivo.

³⁶ “[...] to grow and flower in response to day or night length.” (tradução do autor)

Baseando-se nisso, é possível que o posicionamento geográfico da área de estudo acarrete uma temporalidade distinta daquela experimentada nos países tradicionalmente produtores de lúpulo, sendo necessário o desenvolvimento de estudos que ajudem a melhor definir a temporalidade dessa cultura adaptada às condições locais (DAGOSTIM, 2019).

Baseando-se nas referências, portanto, a área de estudo não se apresenta como potencial ao cultivo de lúpulo. Sua localização configura-se em um obstáculo a ser superado, uma vez que está situada entre as latitudes 27°43' S, no ponto mais setentrional do município de Pinhal da Serra, e 29°33' S, no ponto mais meridional do município de São Francisco de Paula. Porto Alegre (30° S), por exemplo, apresenta um fotoperíodo máximo de 14 horas, no solstício de verão (21 de dezembro) (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017), abaixo do período apontado como ideal segundo os autores citados nos parágrafos anteriores. No decorrer do período de crescimento (primavera e verão), a área de estudo, que se localiza a norte da capital gaúcha, apresenta um fotoperíodo médio de 13 horas (BRASIL, 2005). Convém ainda mencionar que esses números não são absolutos, uma vez que as condições climáticas e atmosféricas interferem na quantidade de radiação que chega à superfície.

Considerando, porém, as já existentes experiências em plantio de lúpulo no Brasil, inclusive em latitudes inferiores, a opção é focar em outras variáveis importantes ao êxito dessa cultura. Conforme atestam as investidas em solo catarinense, além de informações disponíveis por meio da Aprodúpulo, que agrega associados em 14 unidades da federação, todas mais setentrionais do que o Rio Grande do Sul, a pergunta transforma-se de um “se” para um “como”. Em Brasília (DF), por exemplo, cuja latitude aproximada é 15° S, há pelo menos cinco anos já existem experiências em plantio de lúpulo³⁷. Nessa localidade, os dias mais longos, em março, apresentam 12 horas de luminosidade (SPÓSITO et al., 2019).

A despeito da presumida limitação latitudinal, o cultivo do lúpulo pode ser desenvolvido em diversos climas, desde que suas exigências sejam satisfeitas, “[...] incluindo regiões semiáridas, marítimas, continentais úmidas e subtropicais, com

³⁷ Disponível em <<https://www.metropoles.com/gastronomia/beber/bravos-ervejeiros-conheca-quem-aposta-no-cultivo-de-lupulo-no-brasil>> Acesso em 13 dez. 2020

diferentes cultivares sendo mais adaptadas às diferentes condições climáticas”³⁸ (TURNER et al., 2011). De acordo com Burgess (1964), dois elementos climáticos são determinantes para o sucesso de uma lavoura de lúpulo: a temperatura no verão e um fornecimento suficiente de água. Esse suprimento deve ser adequado tanto em quantidade quanto em distribuição ao longo do tempo, obrigando, inclusive, o emprego de irrigação caso seja insuficiente para atender às necessidades mínimas da planta. Por isso, ter acesso a uma fonte de água constante e abundante é fator importante no momento de selecionar o terreno sobre o qual se pretende introduzir uma lavoura de lúpulo (DODDS, 2017).

Temperatura e pluviosidade, portanto, são fatores decisivos que merecem atenção especial. Krottenthaler (2009) reitera a necessidade de temperaturas mais elevadas no decorrer do crescimento e da floração, assim como a precipitação durante o desenvolvimento dos cones, que é benéfica para a melhor concentração das resinas amargas, que lhe são desejáveis. A temperatura invernal também é condição essencial ao desenvolvimento de uma lavoura produtiva. Segundo Dodds (2017), caso a exposição ao frio durante o período de dormência seja inferior ao necessário, a quebra da dormência pode ser insuficiente, acarretando crescimento defasado das plantas no período posterior. Mahafee et al. (2009) citam casos de lavouras na Califórnia (EUA) e no Quênia, onde a ausência de resfriamento invernal suficiente ocasionou uma quebra de dormência lenta e irregular. A essa exposição ao frio que garante seu período de dormência dá-se o nome de vernalização (CASTRO, 2019).

A exigência de um período frio, contudo, não se apresenta de forma absoluta. Conforme a literatura consultada, pequenas variações são admitidas. Em um estudo trabalhando com condições sul-africanas, Beverley (2015) cita Thomas (1982) e aponta um intervalo de quatro a cinco semanas com temperaturas de até 5°C como recomendação para um bom crescimento. Em uma conjuntura norte-americana, Dodds (2017) sugere uma temperatura limítrofe de 4,4°C a 6°C durante um período cumulativo de um a dois meses, enquanto Hieronymus (2012) aponta a necessidade de seis a oito semanas com temperaturas inferiores a 4,4°C.

³⁸ “[...] including semiarid, maritime, humid continental, and sub-tropical regions, with different cultivars being more adapted to different climatic conditions.” (tradução do autor)

Essa necessidade de temperaturas efetivamente mais baixas durante o inverno foi um dos motivos fundamentais que me fizeram apontar a Região Intermediária Caxias do Sul como área de estudo, uma vez que se trata da região do Rio Grande do Sul na qual são experimentadas não apenas as menores médias invernais, mas em qualquer estação do ano, conforme será visualizado em outra etapa deste trabalho. O verão mais ameno em relação a outras regiões do Estado, inclusive, é mais uma razão a elencar a área de estudo como potencial ao cultivo do lúpulo, uma vez que também facilita a adaptação desse cultivo, conforme será explanado nos parágrafos seguintes.

Citando um estudo que analisa as temperaturas em polos produtores no Hemisfério Norte, Thomé et al. (1999) apontam uma variação de 13,2°C a 20,5°C durante a primavera e o verão, época de crescimento e de colheita do lúpulo. Especificamente no verão, foi verificada oscilação de 15,5°C a 19,4°C. Burgess (1964), por sua vez, indica a necessidade de uma elevação gradual na temperatura durante a etapa de crescimento, passando de cerca de 10°C, no início da primavera, até uma média máxima entre 15,5°C e 18,3°C durante o verão, incluindo ainda uma queda sutil ao fim dessa estação, durante o amadurecimento dos cones, aprontando-os para a colheita.

Em um trabalho mencionando as condições experimentadas pelo lúpulo na região central da Itália, país com reduzida tradição na produção de lúpulo, Rossini et al. (2016) apontam que, no período de crescimento e colheita (de março a setembro), registrou-se temperatura média mínima de 12,1°C no período compreendido pelos anos de 2013 a 2015. A temperatura média máxima nesse mesmo intervalo de tempo foi de 24,7°C, configurando, portanto, uma maior amplitude térmica em relação aos números apurados por Thomé et al. (1999). Nos meses mais quentes da temporada (junho e julho), a média das temperaturas máximas de 2013 a 2015 foi de 27,7°C (junho) e de 31,1°C (julho).

Na Flórida, estado localizado no extremo sudeste dos Estados Unidos, o University of Florida's Institute of Food and Agricultural Sciences tem realizado experiências em plantio de lúpulo em uma área cuja posição latitudinal assemelha-se àquela na qual este estudo está focado, na região central dessa unidade federativa (27° 45' N). De acordo com a recente evolução dos estudos, tem-se apontado a adaptação do cultivo aos verões locais, apesar de indicar seu melhor

desenvolvimento em temperaturas médias anuais situadas na faixa entre 5,5°C e 21,1°C (PEARSON, 2013). Nessa localidade, de clima subtropical, estão ocorrendo dois ciclos de crescimento por ano, sendo produzidas duas safras anuais em razão de seus invernos curtos e tépidos (AGEHARA et al., 2021). Também tem sido utilizada iluminação artificial suplementar, a fim de estender para mais de 17 horas de luminosidade diária uma situação na qual esse número chega, de forma natural, a no máximo 14 horas por dia (AGEHARA, 2020). Os resultados experimentados nessa região têm sido animadores, especialmente em se tratando do percentual de alfa-ácidos encontrado nos cones. Segundo o pesquisador Shinsuke Agehara, o lúpulo da cultivar Cascade produzido na Flórida já alcançou 8% de teor de alfa-ácidos, valor superior àquele encontrado na mesma cultivar produzida no noroeste dos Estados Unidos, cujo percentual geralmente varia entre 4,5% e 7%³⁹.

Uma tolerância a temperaturas mais elevadas é mencionada por Thomé et al. (1999), em conformidade com Ide et al. (1980), mencionando as médias verificadas nas mais importantes regiões a produzir lúpulo nos Estados Unidos, Yakima (21,3°C) e Sacramento (23°C), números que se aproximam mais daqueles experimentados na área de estudo. Spósito et al. (2019) assinalam um desenvolvimento satisfatório em temperaturas oscilando entre 20°C e 30°C. Temperaturas mais elevadas do que isso, contudo, não são recomendadas, uma vez que a tendência é que o crescimento das plantas seja interrompido quando os valores superam 32°C (RODRIGUES; MORAIS; CASTRO, 2015). Nas condições italianas apuradas por Rossini et al. (2016), abordando os anos de 2013 a 2015, foi 2014 a oferecer a maior produtividade, situação associada pelos autores à ausência de ondas de calor durante o período de crescimento e de colheita.

Outro aspecto a reforçar a necessidade de evitar temperaturas excessivamente elevadas no período de crescimento do lúpulo é a possibilidade de que o teor de alfa-ácidos seja prejudicado. Em um estudo apurando a influência desse e de outros fatores climáticos na concentração de alfa-ácidos na cultivar eslovena Aurora, sob as condições desse país europeu, Mackinnon et al. (2020) apontam uma correlação negativa entre o somatório das temperaturas e o teor desses compostos. De acordo com o trabalho, a evapotranspiração excessiva

³⁹ Disponível em <<https://www.baynews9.com/fl/tampa/news/2021/10/19/cascade-hops-acid-wimauma?web=1&wdLOR=c36FCCDD7-1C89-4099-B19C-2EE0147B740B>> Acesso em 30 mar. 2022

provocada por temperaturas mais altas durante os estágios finais de crescimento, quando os cones estão em formação, impactou negativamente a produção de alfa-ácidos dessa cultivar. Esse resultado coincidiu com aqueles apurados por Srečec et al. (2008), que apontaram essa mesma correlação negativa para o lúpulo Aurora, mas em relação às condições climáticas da Croácia, país vizinho à Eslovênia.

Ainda em relação a temperaturas mais elevadas do que aquelas citadas como mais adequadas ao bom desenvolvimento da cultura, Simieli et al. (2021) submeteram seis cultivares distintas a condições de alta temperatura no município de Ilha Solteira (20° 25" S), no noroeste do estado de São Paulo. As aferições foram realizadas entre os meses de maio e dezembro, com temperaturas médias variando entre 22°C (agosto) e 27,7°C (dezembro). O estudo apontou que o lúpulo alemão Magnum foi aquele que apresentou um resultado mais satisfatório em razão da quantidade superior de cones produzidos, apontando um possível caminho para a seleção de cultivares mais indicadas às condições brasileiras.

Outro fator que faz com que a Região Intermediária Caxias do Sul tenha sido apontada como área de estudo é a boa distribuição pluviométrica média ao longo do ano, não apresentando períodos de estiagem como um comportamento padrão. Escassez hídrica não é bem quista pelo lúpulo, uma vez que impede um crescimento satisfatório. Estiagem no início da primavera, quando esse processo está se iniciando, “[...] coloca o crescimento em xeque, impedindo que os fertilizantes da primavera tenham seu pleno efeito” (BURGESS, 1964, p. 68)⁴⁰.

Caso a pluviosidade seja baixa ou mesmo média, é necessário colocar em prática algum método de irrigação, pois o ritmo de crescimento do lúpulo no decorrer da primavera e do verão é acelerado e o suprimento pode se tornar insuficiente (DODDS, 2017). Nos meses de janeiro e fevereiro, uma grande quantidade de chuva é benéfica, sendo “[...] especialmente importante para conseguir altos rendimentos. Nesse momento, a planta deve estar crescendo vigorosamente, e para isso deve absorver grandes quantidades de nutrientes e água” (BURGESS, 1964, p. 68)⁴¹. Esse crescimento pode ser de até 30 centímetros por planta em apenas um dia (KNEEN, 2003).

⁴⁰ “[...]checks growth by preventing the spring fertilizers from having their full effect.” (tradução do autor)

⁴¹ “[...] especially important for the production of high yields. At this time the plant should be growing vigorously, and to do so it must absorb large quantities of nutrients and water.” (tradução do autor)

O mesmo estudo de Mackinnon et al. (2020) que apontou uma correlação negativa entre temperaturas excessivamente elevadas e o teor de alfa-ácidos no lúpulo esloveno Aurora indicou que a quantidade de chuva nos dois meses anteriores (junho e julho) àquele em que é feita a colheita (agosto) – lembrando que se trata de um país no Hemisfério Norte, a Eslovênia – demonstrou uma correlação positiva. Isto é, chuva mais abundante resultou em lúpulos com maior concentração de alfa-ácidos. Da mesma forma que a correlação negativa entre a variável temperatura e a concentração de alfa-ácidos coincidiu com aquela presente no trabalho de Srečec et al. (2008), o mesmo ocorreu com o fator pluviosidade, que demonstrou correlação positiva no estudo realizado sob condições croatas, isto é, a boa distribuição de chuva no período de crescimento resultou em lúpulos com teor mais elevado de alfa-ácidos.

Chuva excessiva também não é recomendável (KNEEN, 2003), pois umidade em demasia pode agir como facilitador de doenças. É importante que a distribuição seja equânime, adequada às necessidades da planta e à capacidade que o solo tem de absorver água; havendo drenagem adequada, mesmo no inverno (BURGESS, 1964) é possível suportar uma grande quantidade de chuva. As raízes devem estar úmidas, mas de maneira alguma encharcadas, pois isso provoca seu enfraquecimento e um efeito negativo sobre o crescimento, especialmente se ele iniciar em uma estação seca (BURGESS, 1964).

É indicado um volume de ao menos 305 milímetros durante a fase de crescimento para que não seja necessário promover irrigação (BURGESS, 1964), mas essa quantidade pode oscilar dependendo das condições em que a cultura se desenvolve. “[...] A necessidade hídrica é variável conforme o local, pois a demanda por evapotranspiração depende de temperatura, vento, umidade do ar, solo e da planta” (THOMÉ et al., 1999). A umidade necessária à sobrevivência da planta é extraída dos primeiros sessenta centímetros de solo. Umidade abaixo desse nível é perdida (HIERONYMUS, 2012).

Mahaffee et al. (2009) mencionam que, fora da Europa Ocidental, onde o volume de chuva geralmente satisfaz as necessidades do lúpulo, quase todas as regiões de cultivo carecem de irrigação. A quantidade de água necessária para saciar as necessidades das plantas é variável conforme as condições locais. Mahafee et al. (2009) apontam ainda que, em climas mais áridos, de 700 a 800

milímetros de água são precisos para satisfazer a demanda hídrica em uma temporada típica. Irrigação excessiva, por outro lado, pode atuar como fator atraente para uma série de pragas, especialmente o míldio (*Pseudoperonospora humuli*) e o oídio (*Sphaerotheca humuli*), visível na Figura 11, (PEARSON, 2013).

Figura 11 – Folha de lúpulo atacada por oídio (manchas brancas)



Fonte: Arquivo pessoal (janeiro de 2020, São José dos Ausentes – RS)

Em relação às duas principais regiões produtoras de lúpulo dos Estados Unidos, os vales de Yakima (no estado de Washington) e de Willamette (no estado do Oregon), Briggs et al. (2004) apontam uma necessidade, respectivamente, de 760 milímetros, e de 400 a 500 milímetros de água. “Alega-se que a irrigação produz lúpulos melhores, de qualidade mais uniforme, do que a chuva natural” (BRIGGS et al., 2004, p. 232)⁴². Para que a irrigação seja possível, contudo, é necessário que haja um suprimento natural de água a fim de promovê-la satisfatoriamente.

⁴² “It is claimed that irrigation produces better hops, of more even quality, than natural rainfall.” (tradução do autor)

Há ainda a necessidade de levar em conta outro importante fator que pode afetar o cultivo não apenas do lúpulo, mas a agricultura em geral: o atual cenário de mudanças climáticas. Em artigo abordando o impacto dessas mudanças previsto na cultura do lúpulo da cultivar Saaz na República Tcheca, Mozny et al. (2009) preveem repercussões tanto em relação à quantidade de lúpulo colhido quanto em relação à sua qualidade. Entre essas mudanças, estão previstos aumento nas temperaturas e na concentração do dióxido de carbono na atmosfera, mudanças na quantidade e na sazonalidade das precipitações, além da incerteza quanto à disponibilidade de recursos hídricos.

No caso do lúpulo, um grande impacto fisiológico dessas esperadas mudanças climáticas inclui colheitas reduzidas devido ao aumento das temperaturas durante a estação de crescimento, períodos mais curtos de desenvolvimento da cultura, níveis reduzidos de alfa-ácidos devido a precipitações fora de época ou temperaturas e luminosidade adversas durante o desenvolvimento do lúpulo. (MOZNY et al., 2009, p. 918)⁴³

Mozny et al. (2009) apontam como uma possibilidade futura para mitigar os efeitos das mudanças climáticas nas lavouras e evitar perdas nas safras a desconcentração do cultivo em apenas uma região do país, uma vez que, no momento de publicação do artigo, a produção do lúpulo Saaz encontrava-se distribuída em uma área relativamente reduzida do noroeste do país. “A concentração do cultivo de lúpulo em uma região relativamente pequena da República Tcheca tem uma consequência adversa: colocar todos os ovos em uma única cesta climática” (MOZNY et al., 2009, p. 918)⁴⁴. Outra medida apontada a fim de atenuar os efeitos negativos das mudanças climáticas refere-se a um ajuste das condições microclimáticas, utilizando-se de técnicas da silvicultura para amenizar os regimes de umidade e temperatura.

Spósito et al. (2009) enfatizam que, enquanto as mudanças climáticas são fonte de preocupação para os produtores de lúpulo em regiões tradicionais, de clima

⁴³ “In the case of hops, a major physiological impact of these anticipated climatic changes include diminished yields from increased temperatures during the growing season, shorter periods of crop development, reduced alfa-acids from unseasonal precipitation or adverse temperatures and sunshine during hop development.” (tradução do autor)

⁴⁴ “The concentration of hop cultivation in a comparatively small region in the Czech Republic has got one adverse consequence: putting all one’s eggs in a single climatic basket.” (tradução do autor)

temperado, como a supracitada República Tcheca, isso já pode ser uma realidade presente para as novas áreas de produção em clima subtropical, como no Brasil. “Para isso, devem ser realizadas pesquisas em regiões de clima subtropical, na seleção de variedades mais adaptadas e no desenvolvimento de novas práticas de manejo que propiciem produtividade e qualidade do lúpulo produzido” (SPÓSITO et al., 2019, p. 42).

3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDO

Uma vez que esta dissertação tem como foco as variáveis climáticas temperatura e pluviosidade, cabe, nesta etapa, enfatizar a caracterização da área de estudo em função desses elementos, focando mais na expressão prática do clima do que nos sistemas atmosféricos que o alimentam. Conforme apresentado em etapa anterior, o recorte utilizado corresponde à Região Intermediária Caxias do Sul, agregando um total de 54 municípios. A escolha desse delineamento local em detrimento de outras regiões do Estado ocorre em razão de uma avaliação prévia das exigências climáticas do lúpulo a fim de que se obtenham bons resultados, confrontadas com as características locais potenciais, com ênfase nas temperaturas mais amenas e na pluviosidade constante e regular, conforme será contextualizado a seguir.

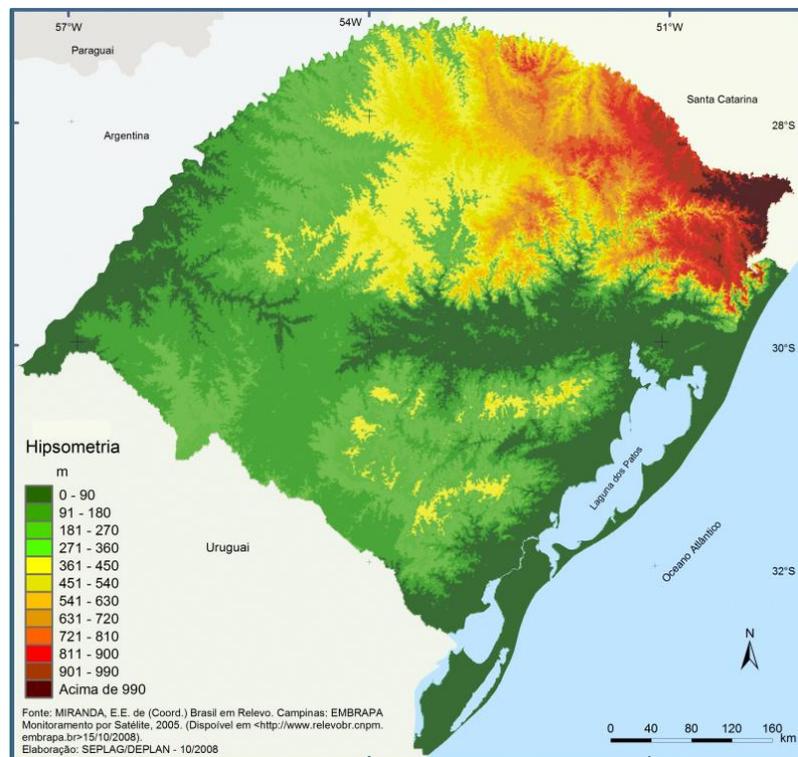
3.1. TEMPERATURA

Cabe iniciar essa caracterização lembrando que, segundo a classificação climática de Köppen, o Rio Grande do Sul encontra-se sob o domínio do tipo Cf, isto é, temperado e úmido. A partir disso, surge o primeiro diferencial que destaca a área de estudo em relação ao restante do Estado. Enquanto a maior parte do Rio Grande do Sul enquadra-se no subtipo Cfa, referente a uma boa distribuição pluviométrica ao longo de todo o ano e verões quentes, uma porção majoritária do nordeste do Estado, onde está localizada a área de estudo, encontra-se sob a categoria climática Cfb, que também apresenta boa distribuição da pluviosidade ao longo do ano, mas experimenta um máximo no decorrer do inverno (STRAHLER, 2013). Além disso, a categoria Cfb representa verões mais tépidos em relação àqueles registrados sob o padrão Cfa.

Enquanto no subtipo Cfa a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é superior a 3°C, na categoria Cfb, a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e a média do mês mais frio é superior a 3°C (MORENO, 1961). Essa diferença experimentada no nordeste do Rio Grande do Sul está especialmente relacionada a efeitos topográficos (GRIMM, 2009), uma vez que

essa área apresenta maior altitude em relação ao restante do Estado. Isso se deve ao fato de a região estar assentada sobre o Planalto Meridional, grande feição de relevo que ocupa a metade norte do Estado, cujas altitudes aumentam de oeste para leste. Essa situação determina ainda o fato de a área de estudo constituir a região na qual a precipitação em forma de neve é mais comum (GRIMM, 2009), ajudando a evitar também verões essencialmente quentes (NIMER, 1979). O perfil hipsométrico do Rio Grande do Sul, presente na Figura 12, ilustra as particularidades do relevo supracitadas.

Figura 12 – Representação hipsométrica do Rio Grande do Sul

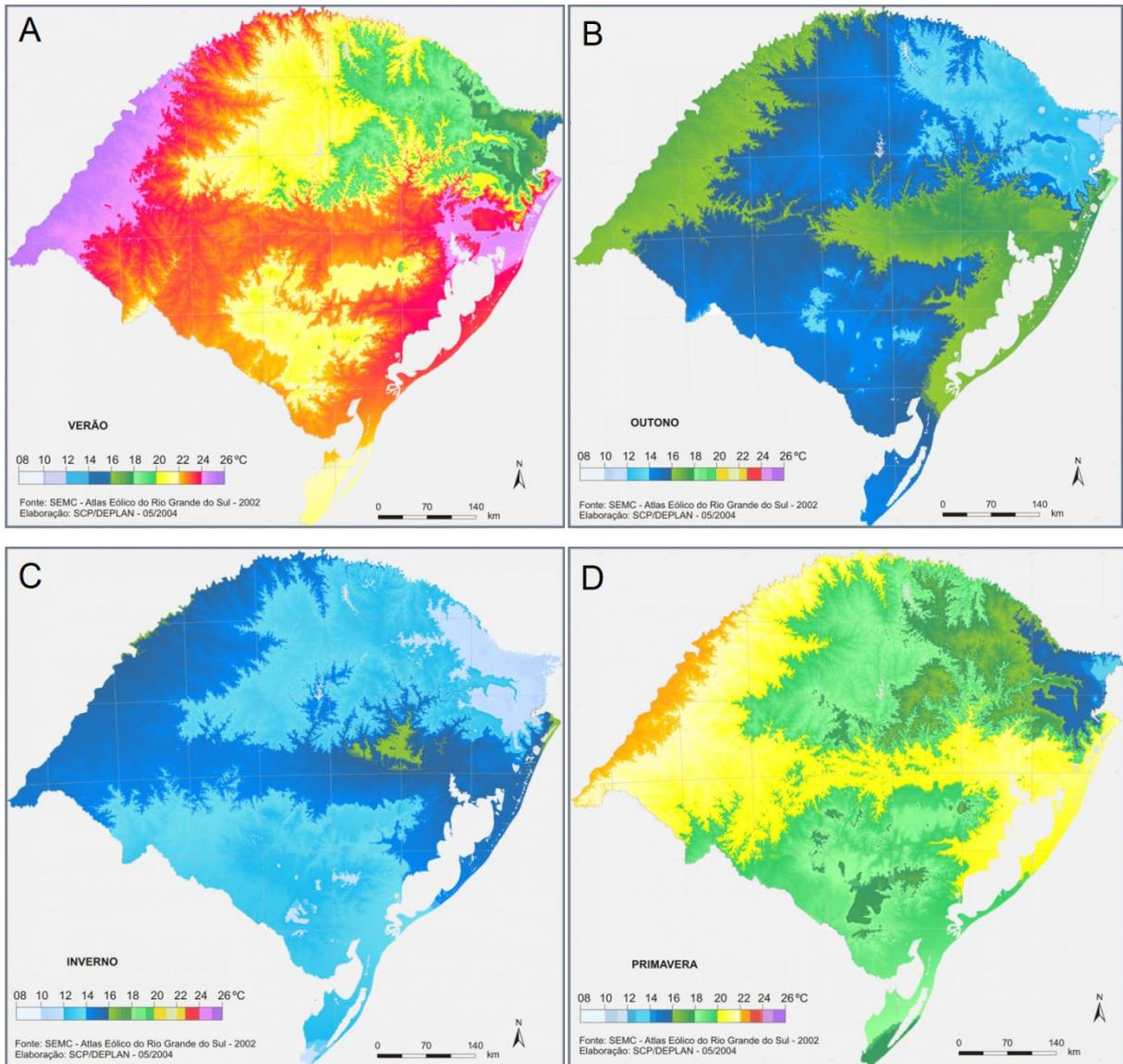


Fonte: Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul⁴⁵

A percepção desse efeito topográfico sobre as temperaturas médias fica bastante evidente quando se compara o supracitado perfil hipsométrico com o comportamento da temperatura média sazonal no Rio Grande do Sul, ilustrado na Figura 13. Em todas as estações do ano, é a região nordeste do Estado, onde se localiza a Região Intermediária Caxias do Sul, aquela que apresenta temperaturas médias mais baixas, confirmando ainda o perfil de diminuição de oeste para leste.

⁴⁵ Disponível em <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/hipsometria-e-unidades-geomorfologicas>> Acesso em 9 jun. 2019

Figura 13 – Comportamento sazonal da temperatura média no Rio Grande do Sul durante o verão (A), outono (B), inverno (C) e primavera (D)



Fonte: Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul⁴⁶

De acordo com Nimer (1979), a área de estudo, assim como sua continuidade no estado de Santa Catarina, apresenta temperatura média anual de 14°C, a mais baixa do Sul do Brasil. “[...] É sobre a superfície do planalto de Vacaria-Lages-São Joaquim (Santa Catarina e Rio Grande do Sul), acima de 1 mil metros aproximadamente, que esta isoterma delimita sua maior área” (NIMER, 1979, p. 227). Em janeiro, mês mais representativo do verão, a isoterma que abrange a maior

⁴⁶ Disponível em <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>> Acesso em 9 jun. 2019

área é a de 21°C, mas a porção leste da área de estudo, margeando a encosta do Planalto Meridional, também está abrangida em grande parte pela isoterma de 20°C. Em julho, mês mais representativo do inverno, a isoterma de 13°C envolve grande parte do Planalto Meridional, mas também é possível destacar áreas em cotas mais elevadas que são envolvidas pela isoterma de 10°C (NIMER, 1979).

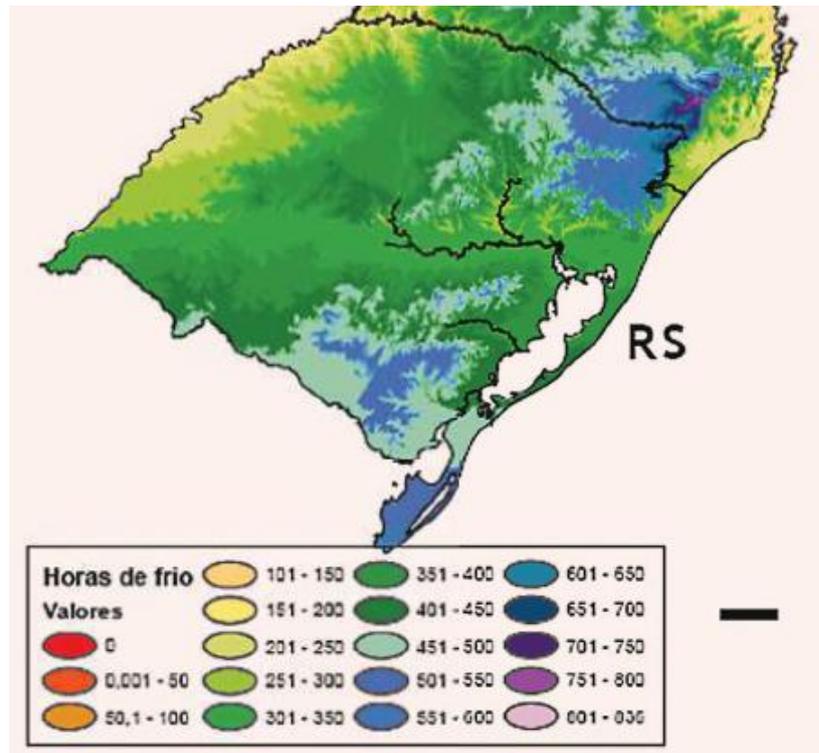
Diferentes autores seguem critérios distintos de regionalização. Por isso, alguns trabalhos tomados como referência nesta etapa apresentam diferenças em relação à área de estudo delimitada. Pereira, Fontana e Bergamaschi (2009) incluem diversos municípios a oeste da região sobre a qual esta pesquisa se debruça, caso de Lagoa Vermelha e Sananduva. Esses autores analisam as temperaturas médias, máximas e mínimas dos Campos de Cima da Serra no decorrer de 60 anos, de 1931 a 1990, estando as principais estações meteorológicas utilizadas como base para a realização desse estudo situadas em Vacaria, Bom Jesus e Lagoa Vermelha. A variação da temperatura média aferida no verão foi de 19,7°C a 22,7°C, enquanto as máximas variaram entre 24,9°C e 27,2°C e as mínimas, entre 14,4°C e 16,1°C. No inverno, a temperatura média verificada foi de 11,8°C a 13,3°C, as máximas variaram de 17°C a 18,4°C, enquanto as mínimas estiveram entre 6,4°C e 8,2°C. É digno de nota o fato de esses resultados confirmarem a já citada tendência de diminuição das temperaturas de oeste para leste, reforçando a importância do efeito da altitude sobre o clima dessa região. “As temperaturas (máxima, média e mínima) foram sempre inferiores em Bom Jesus e superiores em Lagoa Vermelha, coerente com a altitude destes locais” (PEREIRA; FONTANA; BERGAMASCHI, 2009, p. 147).

Uma quantidade adequada de horas de frio também é elemento valioso no bom desenvolvimento do lúpulo, permitindo que a planta exerça seu estágio de dormência da melhor maneira possível. Em um estudo voltado à produção de maçã, bastante significativa na área de estudo, especialmente em Vacaria (233.520 toneladas da fruta colhidas em 2020)⁴⁷, Monteiro (2009) destaca o número de horas com temperatura abaixo de 7,2°C entre maio e setembro e afirma que, em relação a essa planta, “regiões com mais de 1 mil horas de frio são consideradas ideais, enquanto locais com 500 horas são considerados adequados, desde que sejam utilizados tratamentos químicos para a quebra da dormência” (p. 456). Na ausência

⁴⁷ Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>> Acesso em 26 mar. 2022

de estatísticas mais adequadas ao lúpulo, a Figura 14 exhibe a distribuição média das horas abaixo de 7,2°C no Rio Grande do Sul entre maio e setembro, evidenciando aptidão a área de estudo em relação ao restante do Estado.

Figura 14 – Horas de frio (abaixo de 7,2°C) no Rio Grande do Sul



Fonte: Adaptado de Monteiro (2009)

De maneira complementar, em um estudo abrangendo o período de 1983 a 2009, apenas na região de Vacaria, Cardoso et al. (2012) indicam uma média de 759 horas abaixo de 7°C de maio a setembro. O ano no qual foi atingido o mínimo de horas de frio foi 2005, com apenas 430 horas abaixo de 7°C, enquanto o máximo foi apurado em 1989, quando se somaram 1.070 horas no período.

Em um artigo cuja abrangência extrapola a área de estudo, incluindo municípios de diversas regiões do Estado, Matzenauer et al. (2005) elaboram, como resultado, uma tabela apresentando a quantidade média de horas abaixo de 7°C e de 10°C de maio a agosto e abaixo de 7°C e de 10°C entre maio e setembro (Tabela 1). A aferição é relativa a vários períodos entre 1956 e 2003, conforme os dados disponíveis para cada localidade, mas, novamente destacando um município da área de estudo, Vacaria, como aquele com o maior número de horas de frio, sob

qualquer critério. Além disso, também salienta outros dois municípios da área de estudo, Caxias do Sul e Farroupilha, ambos alternando-se na segunda e na terceira posição conforme cada um dos quatro critérios.

Tabela 1 – Quantidade média anual de horas de frio em diversos municípios sul-rio-grandenses

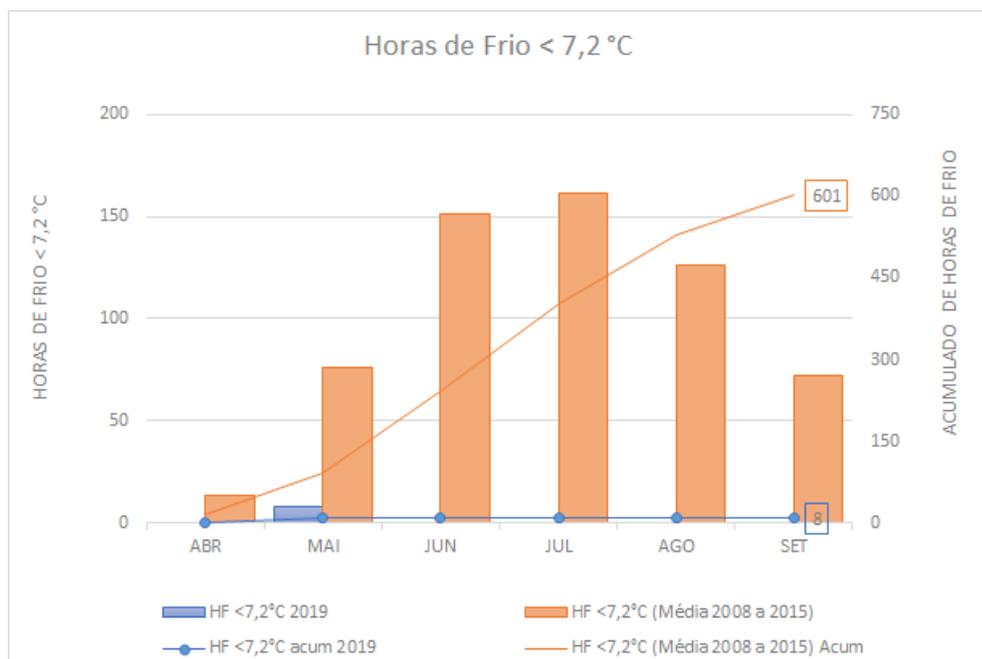
Localidade	Período			
	Maio-agosto		Maio-setembro	
	<7°C	<10°C	<7°C	<10°C
Alegrete	342	680	382	792
Bagé	362	778	410	902
Cachoeirinha	176	457	192	510
Caxias do Sul	395	844	463	1014
Cruz Alta	230	562	259	657
Encruzilhada do Sul	224	583	252	684
Erechim	328	703	364	811
Farroupilha	405	830	464	965
Guaíba	250	580	280	650
Ijuí	189	460	210	522
Jaguarão	310	692	351	782
Júlio de Castilhos	260	620	285	702
Maquiné	211	491	236	564
Passo Fundo	365	768	422	886
Quaraí	357	704	392	794
Rio Grande	150	433	164	479
Santa Maria	210	530	228	594
Santa Rosa	129	351	137	394
Santana do Livramento	304	751	340	862
São Borja	112	340	120	370
São Gabriel	233	576	251	645
Soledade	315	722	366	860
Taquari	160	437	180	490
Uruguaiana	270	620	294	691
Vacaria	492	960	558	1116
Veranópolis	290	676	327	790

Fonte: Adaptado de Matzenauer et al. (2005)

A tabela reforça ainda a tendência de diminuição de temperatura em direção ao nordeste do Estado, relacionada ao efeito topográfico. Além dos números

apurados em Vacaria, Caxias do Sul e Farroupilha, isso também pode ser observado nos resultados verificados no município de Passo Fundo, vizinho à área de estudo, que apresenta o quarto maior número de horas de frio sob todos os critérios. Ainda a respeito de Vacaria, a Figura 15 oferece um recorte temporal mais recente (de 2008 a 2015), representando a quantidade média de horas abaixo de 7,2°C de abril a setembro, mês a mês, e somando a média acumulada do período.

Figura 15 – Quantidade média de horas de frio (abaixo de 7,2°C) em Vacaria de 2008 a 2015



Fonte: Agrometeorologia – Vacaria/RS (Embrapa Uva e Vinho)⁴⁸

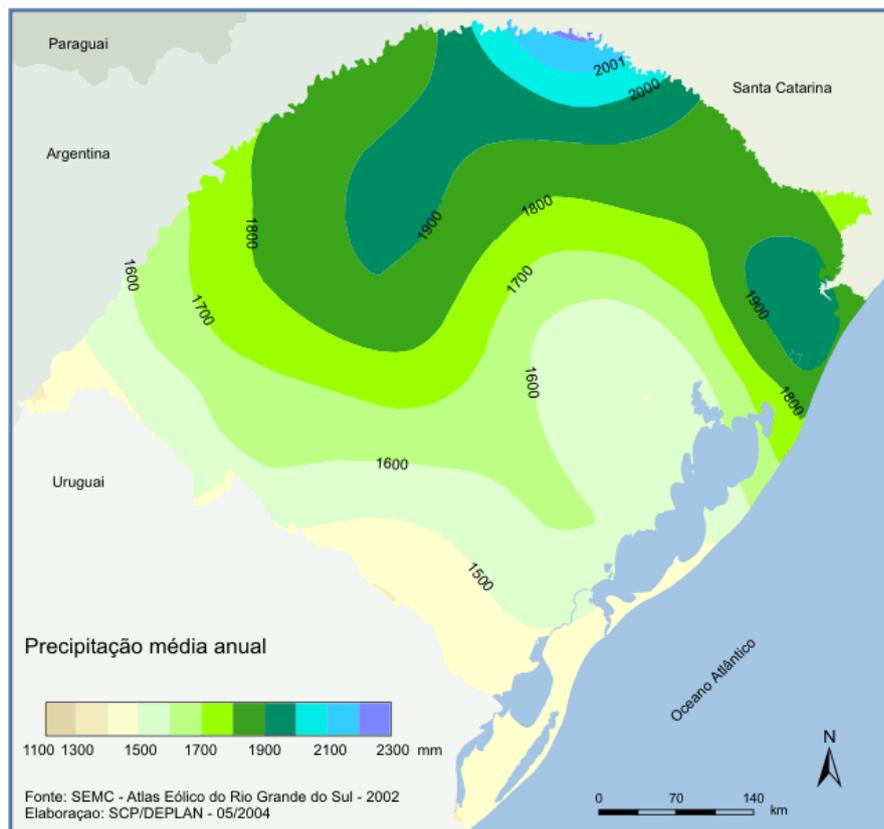
3.2. PLUVIOSIDADE

Feita uma contextualização acerca das características essenciais da variação de temperatura na Região Intermediária Caxias do Sul, cabe focar na pluviosidade. É salutar lembrar de que se trata de um elemento climático cuja variação é relativamente reduzida em todo o território rio-grandense em razão de alguns importantes fatores, entre eles sua localização ao longo do Oceano Atlântico,

⁴⁸ Disponível em <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/vacaria>> Acesso em 13 jun. 2019

formando um litoral de 622 quilômetros de extensão. Isso representa “uma superfície oceânica à disposição de um muito ativo processo de evaporação, e este, por sua vez, à condensação ou formação de nuvens” (NIMER, 1979, p. 197). A umidade transportada do norte/noroeste do Brasil em direção ao sul/sudeste (GRIMM, 2009) também constitui importante alimentador do regime de chuvas do Rio Grande do Sul, ajudando a manter “uma distribuição relativamente equilibrada das chuvas ao longo de todo o ano” (RIO GRANDE DO SUL, 2019)⁴⁹. Esse relativo equilíbrio pode ser visualizado na Figura 16, que ilustra a precipitação média anual em todo o Estado, majoritariamente variando entre 1.500 e 2.000 milímetros.

Figura 16 – Precipitação média anual no Rio Grande do Sul



Fonte: Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul⁵⁰

A área de estudo está majoritariamente situada entre as isoietas de 1.700 e 1.900 milímetros anuais, com exceção de uma porção no leste/sudeste da área de

⁴⁹ Disponível em <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>> Acesso em 5 jun. 2019

⁵⁰ Disponível em <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>> Acesso em 13 jun. 2019

estudo, situado entre as isoietas de 1.900 e 2 mil milímetros, majoritariamente pertencente ao município de São Francisco de Paula. Essa representação aproxima-se daquela apresentada por Nimer (1979), que divide a região correspondente à área de estudo em uma faixa entre as isoietas de 1.500 e 1.750 milímetros e outra entre 1.750 e 2 mil milímetros, indicando ainda a precipitação anual média para Vacaria (1.734 milímetros).

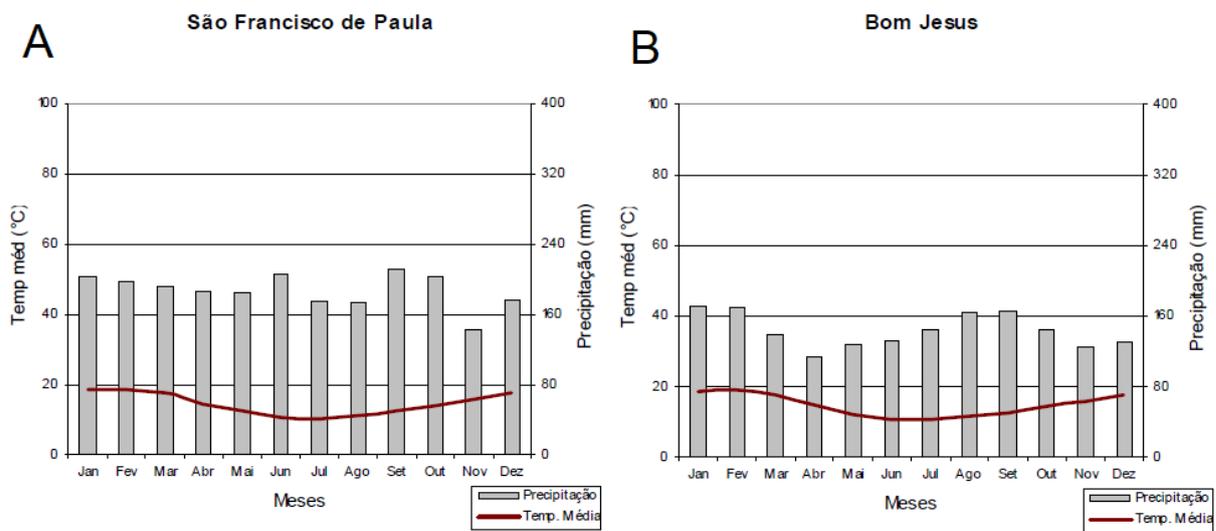
Um fator de interesse em relação à cultura do lúpulo é o regime de precipitação abundante e equânime, tendo em vista sua exigência hídrica elevada. Embora as chuvas sejam bem distribuídas ao longo de todo o ano, existem diferenças mensais relativamente pequenas, influenciadas mais pela intensidade das chuvas do que por sua regularidade (NIMER, 1979). De acordo com GRIMM (2009), o trimestre no qual há maior concentração de chuvas na área de estudo é aquele formado por agosto, setembro e outubro, mas não ao ponto de destoar excessivamente de outros períodos do ano.

O estudo de Pereira, Fontana e Bergamaschi (2009) referenciado anteriormente, que abrange uma área maior em relação àquela aqui apresentada, também examina a pluviosidade da região entre 1931 e 1990, reforçando a percepção de que a carga de chuva recebida apresenta poucas variações. Nas três estações meteorológicas referenciais, a precipitação aferida foi semelhante em quantidade e constância, sendo os totais anuais sempre acima de 1.600 milímetros. “Os totais mensais médios de precipitação pluvial oscilaram entre 101 milímetros e 174 milímetros mensais, não constituindo estação seca definida” (PEREIRA; FONTANA; BERGAMASCHI, 2009, p. 147). O número médio mensal de dias com chuva variou entre nove (nas estações de Lagoa Vermelha e Vacaria) e 16 (em Bom Jesus), enquanto a média anual variou entre 134 e 149 dias. A estação menos chuvosa no período avaliado foi o outono.

Tomando como base os municípios cuja cota altimétrica supera 900 metros, Braga (2004) examinou a precipitação média anual na porção leste da área de estudo entre 1961 e 1981, respaldado por estações meteorológicas situadas em Bom Jesus e São Francisco de Paula e em estações pluviométricas localizadas em São José dos Ausentes e Cambará do Sul. Merece ser destacado o fato de que a pluviosidade média anual aferida em São Francisco de Paula (2.252 milímetros) foi significativamente superior em relação àquela anotada em Bom Jesus (1.726,7

milímetros). A diferença é creditada à proximidade do primeiro município em relação à borda sul da escarpa do Planalto Meridional, sofrendo influência da Frente Polar Atlântica, que “[...] é induzida a ascender, potencializando sua instabilidade” (BRAGA, 2004, p. 40), enquanto o segundo encontra-se mais afastado da borda mais próxima (leste). Essa diferença pode ser visualizada na Figura 17, que agrega os diagramas termopluiométricos de São Francisco de Paula (A) e Bom Jesus (B).

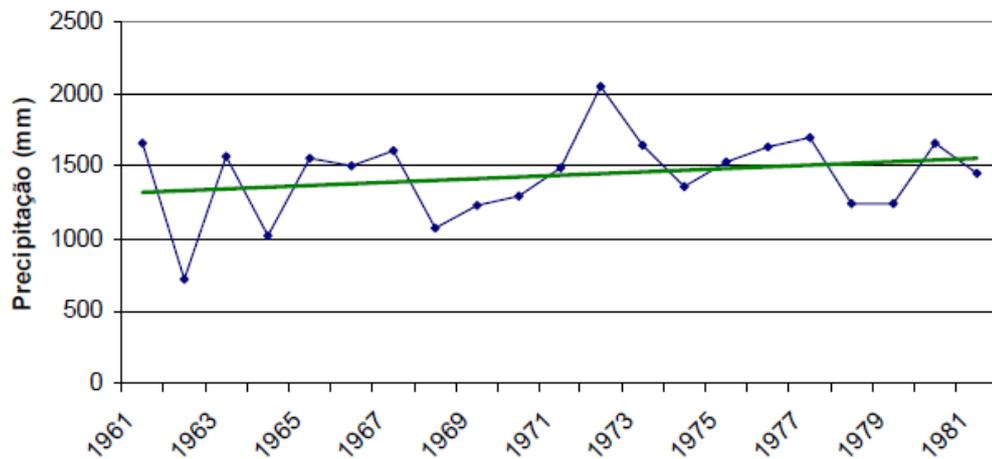
Figura 17 – Diagramas termopluiométricos de São Francisco de Paula (A) e Bom Jesus (B)



Fonte: Adaptado de Braga (2004)

Em relação a Cambará do Sul e São José dos Ausentes, Braga (2004) relata uma tendência de aumento na pluviosidade entre 1961 e 1981 em ambos os municípios. A média anual em Cambará do Sul foi de 1.440,6 milímetros, enquanto o nível mais baixo foi de 722,7 milímetros, verificado em 1962, e o ano mais chuvoso foi 1972, com 2.051 milímetros registrados. A Figura 18 expõe a representação gráfica desses dados.

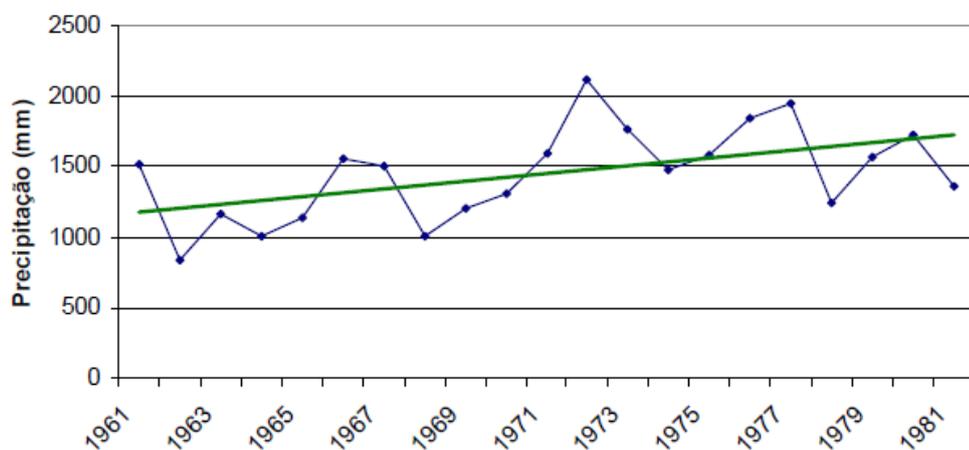
Figura 18 – Série de precipitação em Cambará do Sul, destacando os valores anuais (azul) e a tendência de crescimento (verde)



Fonte: Adaptado de Braga (2004)

Para São José dos Ausentes, o valor médio de precipitação aferido no período foi de 1.452,6 milímetros anuais. O ano que registrou a menor quantidade de chuva foi 1962, com 836,2 milímetros, enquanto a dimensão mais elevada (2.117 milímetros) foi anotada em 1972. Os períodos nos quais foram registrados os extremos coincidem com aqueles aferidos em Cambará do Sul. Da mesma forma, São José dos Ausentes também apresentou, de 1961 a 1981, tendência de elevação em seu nível de pluviosidade, como pode ser verificado na Figura 19.

Figura 19 – Série de precipitação em São José dos Ausentes, destacando os valores anuais (azul) e a tendência de crescimento (verde)



Fonte: Adaptado de Braga (2004)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

Conforme delineado anteriormente, o objetivo geral desta dissertação é avaliar se a Região Intermediária Caxias do Sul é favorável ao cultivo do lúpulo. A fim de oferecer subsídios para responder a essa pergunta, a primeira etapa essencial deste trabalho consistiu em apresentar quais são as características climáticas necessárias para que essa cultura logre êxito, sejam elas ideais ou mínimas imprescindíveis para que experiências de plantio possam obter resultados positivos.

Nessa etapa, alguns elementos destacaram-se como relevantes ao sucesso do cultivo desse insumo. O primeiro a ser apontado como essencial pela grande maioria dos autores foi o longo fotoperíodo durante seu ciclo de crescimento. Isto é, a disponibilidade de luminosidade durante a primavera e o verão, fator determinado pela latitude na qual se encontra a área de plantio. Trata-se, a princípio, de uma dificuldade insuperável, uma vez que consiste em um fator estático (NIMER, 1979), mas que precisa ser colocada em perspectiva.

A primeira condição a ser considerada é a de que já existem experiências em cultivo de lúpulo em localidades cuja latitude não apenas difere daquela apontada pelos autores como ideal para o seu bom desenvolvimento (geralmente entre os paralelos 35° e 55°, em ambos os hemisférios), mas que também é consideravelmente inferior àquela da área de estudo. Exemplo disso é o fato de a Aprolúpulo contar com associados em outras 13 unidades da federação, todas mais setentrionais do que o Rio Grande do Sul, onde se localiza a Região Intermediária Caxias do Sul. A consolidação de uma plantação localizada em Brasília (DF), mencionada anteriormente neste trabalho, é uma amostra do potencial de superação dessa dificuldade.

Outro aspecto a ser considerado é a possibilidade de suplementação do fotoperíodo por meio de iluminação artificial. Cabe citar, contudo, que nenhum dos produtores com os quais foi estabelecido diálogo no decorrer da produção desta pesquisa utilizava-se desse recurso, pelo menos até o momento em que foram

realizados trabalhos de campo em suas propriedades. A única exceção é o produtor Natanael Moschen Lahnel, que se utiliza de iluminação artificial em suas estufas para reprodução de mudas durante os meses de outono e inverno, uma vez que, além de produzir lúpulo para a fabricação de cervejas, é proprietário de um viveiro certificado pelo Mapa. Outras técnicas, como o posicionamento das linhas de plantio no sentido norte-sul, além de um espaçamento adequado das fileiras de forma a não provocar sombreamento, essas sim têm sido habitualmente colocadas em prática.

Além disso, a circunstância latitudinal, apesar de, a princípio, parecer essencialmente negativa, pode condicionar um cenário bem menos pessimista. A localização da área de estudo em latitudes médias condiciona uma absorção de radiação solar média superior àquela observada em latitudes mais elevadas, caso daquelas onde a produção de lúpulo está atualmente concentrada, como o noroeste dos Estados Unidos e a Alemanha. Nimer (1979) aponta que a absorção de radiação solar média para os três estados que integram a Região Sul do Brasil (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) é de aproximadamente 0,34 calorias por centímetro quadrado por minuto em se tratando de ondas curtas e 0,3 calorias por centímetro quadrado por minuto em se tratando de ondas longas. “Portanto, a absorção de calorias na Região Sul do Brasil, embora inferior àquela que se verifica nas latitudes baixas, é, no entanto, bem superior àquela que se verifica nas altas latitudes” (NIMER, 1979, p. 196-197).

Outro aspecto que recebe destaque em meio às exigências climáticas do lúpulo refere-se às temperaturas durante os períodos de dormência (outono e inverno) e de crescimento (primavera e verão). No primeiro momento, destaca-se a necessidade de vernalização, isto é, exposição a temperaturas baixas o suficiente para que as plantas possam entrar em dormência, perdendo suas partes aéreas e concentrando reservas energéticas nas raízes de armazenamento, que serão despertadas quando houver a quebra da dormência, dando origem a um novo ciclo de crescimento.

No segundo momento, quando o lúpulo retoma a brotação e o crescimento de suas partes aéreas, frisa-se a demanda por temperaturas mais elevadas, mas cujas médias não sejam excessivas, uma vez que calor em demasia pode prejudicar o crescimento das plantas e diminuir a concentração de alfa-ácidos nos cones de lúpulo devido à evapotranspiração excessiva. Essa situação é digna de nota, uma

vez que a concentração de alfa-ácidos está intimamente ligada ao valor de mercado que o lúpulo pode atingir, sendo um dos objetivos dos agricultores maximizar o percentual de alfa-ácidos em sua produção.

Outra condição apontada como essencial ao bom desenvolvimento do lúpulo é uma boa distribuição pluviométrica, com ênfase para o período de crescimento, que é aquele no qual as plantas desenvolvem-se de maneira acelerada, precisando absorver grandes quantidades de água. A necessidade hídrica é grande tanto no período de primavera, quando o lúpulo apresenta expansão vertical, orientado por um suporte linear, quanto no período de verão, uma vez que a adequada absorção de água resulta em um rendimento maior e em concentração superior de alfa-ácidos.

A etapa seguinte à apresentação das exigências do lúpulo consistiu em apresentar as características climáticas da área de estudo sobre a qual esta dissertação se debruça e considera, ponderadas as prévias análises que instigaram esta pesquisa, potencial a receber esse cultivo. Por meio de uma revisão de literatura, aspectos físicos e climáticos da Região Intermediária Caxias do Sul foram expostos de forma a explorar as características nela presentes que podem ser potenciais à consolidação da cultura do lúpulo.

4.2. MATERIAIS

Consideradas essas informações, portanto, coube buscar dados qualificados a respeito da evolução das temperaturas e da pluviosidade ao longo do período estabelecido como foco da pesquisa, isto é, o último período de 30 anos, de 1991 a 2020. A opção foi utilizar a base de dados da Climate Research Unit (CRU)⁵¹ (HARRIS et al., 2020). O CRU é um centro de pesquisa estabelecido na University of East Anglia, em Norwich (Inglaterra), pioneira em pesquisas climáticas, cujas informações alimentam uma série de estudos ambientais/climáticos.

Os registros globais dessa base de dados permitem a cobertura da área de estudo com uma resolução espacial de 0,5 graus de latitude x 0,5 graus de longitude, resultando em um determinado número de pontos de grade que a

⁵¹ Disponível em <<https://www.uea.ac.uk/web/groups-and-centres/climatic-research-unit/data>> Acesso em 30 mar. 2022

recobrem. Desses pontos, é possível conseguir dados a respeito da pluviosidade e das temperaturas médias a cada mês, além das médias das mínimas e das médias das máximas, também mês a mês, de forma a obter um panorama a respeito dos padrões e da variabilidade desses elementos climáticos ao longo dos 30 anos que se pretende abranger.

Conforme as exigências climáticas do lúpulo, foi delimitada a demanda pelos dados abordando as temperaturas médias e a média das temperaturas mínimas no decorrer do período de dormência, isto é, de abril a setembro. Para a temporada de crescimento, isto é, os meses de outubro a março, foram demandados os dados das temperaturas médias e a média das temperaturas máximas, além da pluviosidade no decorrer desse mesmo íterim. Para detalhamento e comparação, foi utilizada a normal climatológica mais recente publicada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), referente ao período de 1991 a 2020⁵², do município de Bom Jesus, que se localiza no interior da área de estudo.

4.3. MÉTODOS

A partir da obtenção dessas informações, elas foram organizadas com o programa editor de planilhas de cálculo *Microsoft Office Excel*. As médias também foram calculadas por meio desse mesmo programa. De forma a facilitar a visualização dessas estatísticas e cumprir com o propósito desta pesquisa, resultam desses dados sua espacialização, intermediada pelo programa de sistemas de informações geográficas *Surfer*.

Considerando os períodos de estiagem vivenciados pelo Rio Grande do Sul em anos recentes, decidiu-se aproveitar esta oportunidade para explorar e colocar em perspectiva o possível déficit hídrico ocorrido durante os três últimos períodos de crescimento do lúpulo, isto é, os intervalos de outubro a março nos biênios 2019-2020, 2020-2021 e 2021-2022, encerrado às vésperas da conclusão desta dissertação. Ao todo, oito mapas foram produzidos.

⁵² Disponível em <<https://portal.inmet.gov.br/normais>> Acesso em 30 mar. 2022

Outra etapa importante, que julgo essencial à completude de minha dissertação, foi explorar ao máximo o contato com aqueles que já se encontram plantando lúpulo na área de estudo. Dessa forma, a percepção a respeito das dificuldades enfrentadas por esses agricultores tornou-se um eixo relevante para o sucesso da pesquisa, potencializando ainda a descoberta de particularidades desse cultivo que não necessariamente estão registradas nas referências consultadas e orientando a busca por novas referências. Outro aspecto fundamental desse diálogo com os produtores foi a possibilidade de realizar trabalhos de campo em suas propriedades, tornando efetivo o contato com o produto que motiva a realização dessa pesquisa e com o terreno sobre o qual essas lavouras estão assentadas, além de permitir a ilustração desse trabalho com diversas imagens próprias, registradas em propriedades localizadas no interior da área de estudo.

Ao todo, dois trabalhos de campo foram realizados a fim de embasar minha dissertação. O primeiro ocorreu de 25 a 27 de janeiro de 2020. Na oportunidade, participei da primeira edição do Workshop Lúpulo ao Vivo, ocorrido em uma propriedade produtora de lúpulo em Gramado (RS), de Natanael Moschen Lahnel, na qual os princípios do cultivo foram apresentados *in loco* para um grupo de mais de 40 pessoas. Entre os participantes, estiveram interessados em colocar em prática esse plantio, agricultores que já plantam lúpulo e curiosos em relação a essa novidade, vindos de todos os estados do Sul do Brasil, além de São Paulo, Minas Gerais e Bahia. A ocasião foi relevante não apenas para reforçar conhecimentos acerca da cultura e executar registros fotográficos, mas para realizar contato com pessoas que já se encontram plantando lúpulo na área de estudo.

Esse trabalho de campo possibilitou também visitar a propriedade de Rafael Deluchi Arcari, situada em São José dos Ausentes (RS), localidade dotada de características climáticas ainda mais peculiares em relação a outras regiões do Estado, tendo em vista sua altitude superior e a proximidade com a borda leste do Planalto Meridional. Também foi possível realizar uma visita à propriedade do primeiro presidente da Aprodúpulo, Alexander Kreuz, localizada em Lages (SC). Na oportunidade, foram discutidos não apenas aspectos dessa cultura, mas assuntos relacionados à associação e ao trabalho que tem sido feito para popularizar o lúpulo no Brasil, não apenas entre produtores em potencial, mas dentro das estruturas governamentais, buscando incentivos à produção e fomento à pesquisa acadêmica.

Um segundo trabalho de campo foi realizado no dia 6 de fevereiro de 2021, no interior do município de Bom Jesus (RS). Na ocasião, foi visitada a propriedade denominada Maria Lupulina, onde as irmãs Victória e Letícia Felini plantam meio hectare com diversos cultivares de lúpulo em meio a outras lavouras, com a intenção de abastecer o mercado local de cervejarias artesanais. A propriedade, inclusive, é uma das contempladas pelo Projeto Monitoramento e Desenvolvimento da Cultura do Lúpulo no Rio Grande do Sul, da Emater/RS-Ascar, mencionado no segundo capítulo desta dissertação.

À empresa supracitada somaram-se os esforços realizados para a criação da monografia precedente a essa dissertação, denominada “Lúpulo nos Campos de Cima da Serra: potencialidades climáticas”⁵³. Essa pesquisa incluiu um trabalho de campo que também possibilitou o contato com lavouras de lúpulo em duas localidades distintas do Estado (Gramado e Nova Roma do Sul), ambas no interior da área de estudo, além de conversas com outros produtores. A primeira propriedade é a Lúpulo Gaúcho, supracitada, e a segunda é a Lúpulos da Serra, cujo proprietário é Guilherme de Bastiani. Ao todo, cinco localidades onde se planta lúpulo foram visitadas, sendo quatro no interior da área de estudo. Além disso, nove produtores (sendo oito da área de estudo) estão contabilizados entre as fontes cuja abertura ao diálogo ajudou a delinear os rumos desta pesquisa e permitiu que se fizesse uma conexão direta com aqueles que constituem o verdadeiro propósito para a realização de um trabalho como este que aqui descrevo.

⁵³ Disponível em <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/205470>> Acesso em 22 mar. 2020

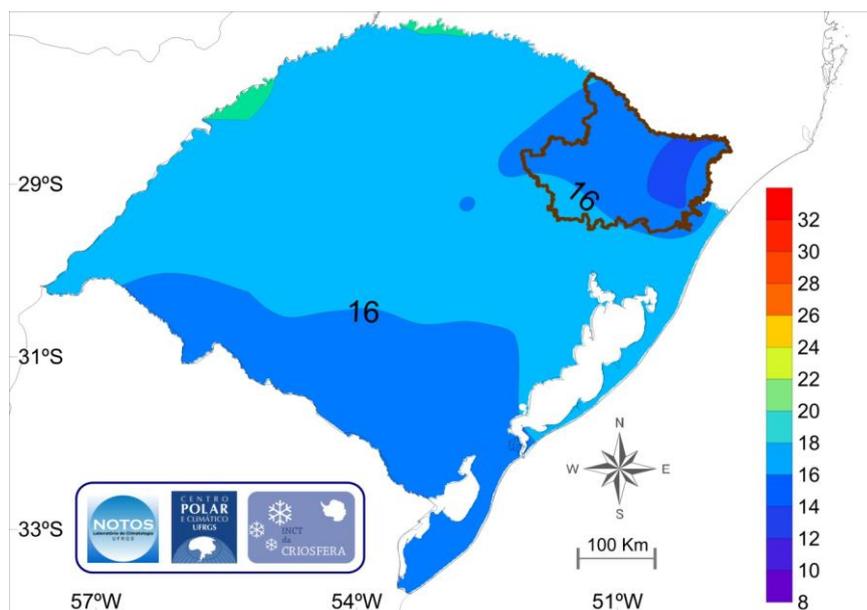
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos segmentos anteriores, foi feita a devida apresentação dos aspectos mais importantes a respeito da cultura do lúpulo, suas exigências e seu potencial como agronegócio, assim como as características da área de estudo. Cabe então, neste capítulo, demonstrar e contextualizar os produtos resultantes deste trabalho.

5.1. TEMPERATURA

O quarto capítulo demarcou, e a análise empreendida neste capítulo confirmou, que as temperaturas médias experimentadas no Rio Grande do Sul durante o estágio de dormência do lúpulo, isto é, de abril a setembro, no período de 1991 a 2020, são menores na área de estudo em relação ao restante do Estado. Conforme mapa na Figura 20, a única região na qual se evidencia a isoterma de 14°C localiza-se na porção leste da área de estudo. Em Bom Jesus, a média das temperaturas nesse intervalo foi de 12,5°C, sendo abril o mês mais quente (15,6°C) e julho, o mais frio (10,5°C) desse ciclo.

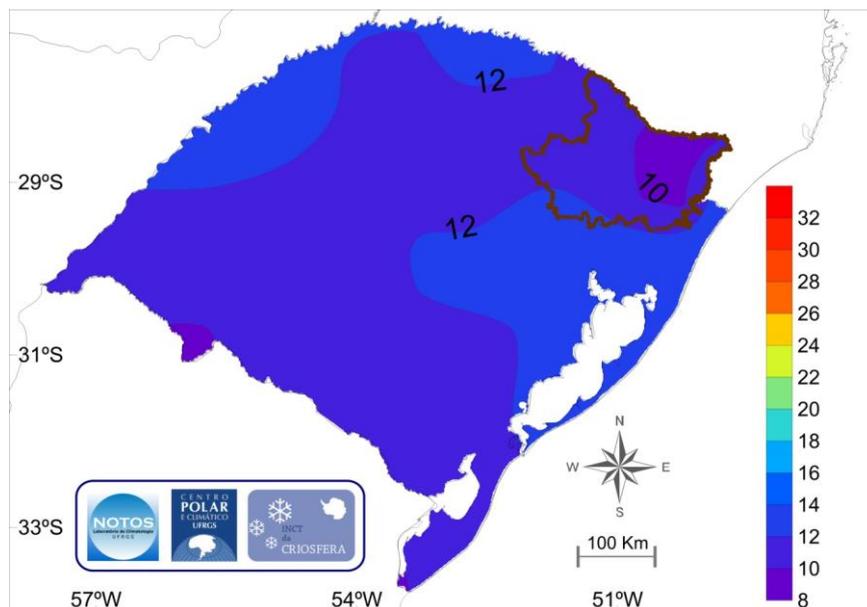
Figura 20 – Temperatura média no Rio Grande do Sul durante os meses de abril a setembro, no período de 1991 a 2020



Em se tratando da média das temperaturas mínimas experimentadas durante o mesmo período, a Região Intermediária Caxias do Sul constitui-se como favorável ao desenvolvimento do cultivo do lúpulo em comparação com o restante do Rio Grande do Sul, buscando respeitar seu ciclo anual de dormência. A tendência de diminuição da média das temperaturas mínimas acompanha a topografia rumo às terras mais altas do nordeste do Estado, de maneira semelhante ao que ocorre em se tratando das médias gerais no mesmo período. Essa situação está evidenciada na Figura 21.

Destaca-se a isoterma de 10°C (Figura 21), que aparece em uma pequena área do sudoeste do Rio Grande do Sul e em outra ainda menor, no ponto mais meridional do Estado, mas cuja prevalência ocorre no nordeste do Estado, na porção leste da área de interesse. No município de Bom Jesus, a média das mínimas para o período de abril a setembro é de 7,9°C, sendo abril o mês mais quente (11,3°C) e julho, o mês mais frio (6°C) desse íterim. O reforço do fato das temperaturas mais baixas do Estado serem registradas na área de estudo fortalece sua indicação como região qualificada a desenvolver o cultivo do lúpulo de forma a permitir que as plantas realizem sua dormência.

Figura 21 – Média das temperaturas mínimas no Rio Grande do Sul durante os meses de abril a setembro, no período de 1991 a 2020



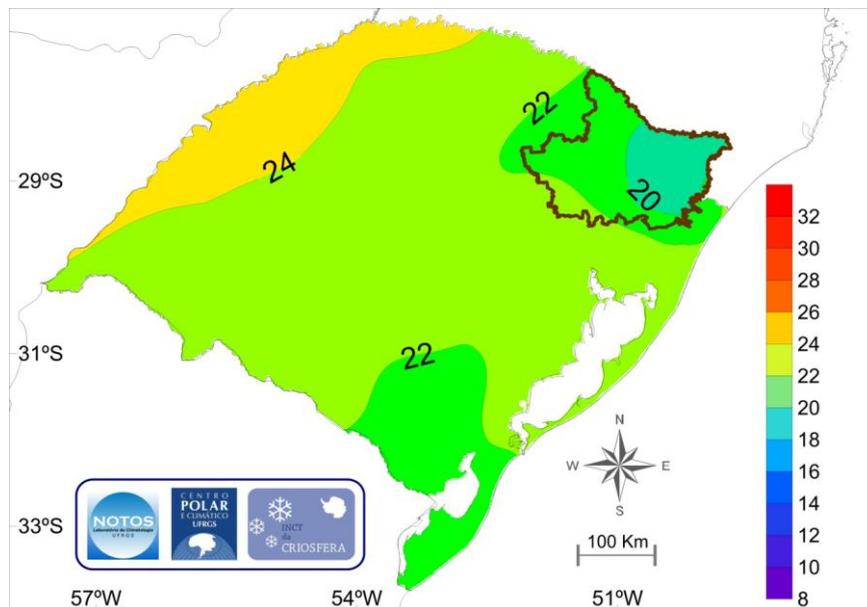
De acordo com as referências consultadas, presentes no segundo capítulo, indica-se uma fase de frio invernal mais intenso do que aquele experimentado na área de estudo, como as citadas temperaturas limítrofes de 4,4°C (HIERONYMUS, 2012) e de 6°C (DODDS, 2017) durante oito semanas. Cabe, contudo, colocar essas informações em contexto e atentar para o fato de que o desenvolvimento da cultura do lúpulo no Brasil passa pela construção de conhecimento atento às características locais, que é propósito deste trabalho. Além disso, o objetivo geral desta dissertação não é buscar as condições ótimas para esse cultivo, mas avaliar se a Região Intermediária Caxias do Sul possui características favoráveis ao desenvolvimento satisfatório do lúpulo.

É salutar ainda pontuar que, conforme os relatos dos produtores visitados no decorrer dos trabalhos de campo, o lúpulo tem conseguido exercer seu período de dormência de maneira adequada, sendo empregadas técnicas a fim de ajudar o solo a manter uma temperatura mais estável em relação àquela do ar, como a manutenção de cobertura vegetal sobre as linhas de plantio, tornando-as menos suscetíveis às alterações esporádicas e possíveis ondas de calor no decorrer da dormência. O produtor Natanael Moschen Lahnel, de Gramado, citou a cobertura das plantas já podadas com uma camada de palha, assim como com pastagens de inverno, como aveia e azevém. Guilherme de Bastiani, de Nova Roma do Sul, também mencionou o plantio de aveia, enquanto Rafael Deluchi Arcari, de São José dos Ausentes, indicou o uso de acículas de pinheiro (*Pinus elliottii*) como cobertura, não apenas para proteger o lúpulo das variações indesejáveis de temperatura, mas também para desestimular o crescimento de ervas daninhas.

Outro importante eixo sobre o qual se equilibra a hipótese que orienta esta dissertação é o fato da área de estudo apresentar as menores temperaturas médias do Estado no decorrer do ciclo de crescimento, assim como as menores médias das temperaturas máximas, considerando, desta vez, o período de outubro a março. Isso decorre do fato de que, apesar do lúpulo necessitar de uma atmosfera mais aquecida a fim de que possa crescer satisfatoriamente, temperaturas excessivamente elevadas são prejudiciais, especialmente para o bom desenvolvimento dos alfa-ácidos, cuja maximização é um objetivo de essencial importância para os produtores.

A Figura 22 demonstra uma queda das temperaturas médias rumo ao nordeste do Estado no intervalo mencionado, de 1991 a 2020, estando a isoterma de 20°C identificada apenas no interior da área de estudo, em sua porção mais a leste, rumo à escarpa do Planalto Meridional. Em Bom Jesus, a média registrada entre os meses de outubro a março foi de 17,8°C, sendo dezembro o mês mais frio (15,2°C) e janeiro o mês mais quente (19,4°C).

Figura 22 – Temperatura média no Rio Grande do Sul durante os meses de outubro a março, no período de 1991 a 2020

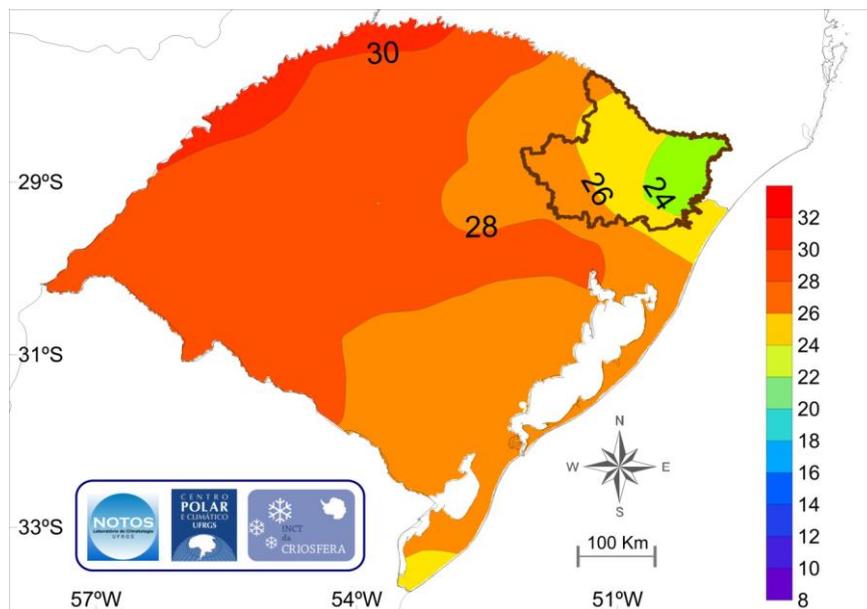


Esses números revelam uma proximidade com aqueles mencionados pelas referências para o período de crescimento do lúpulo, como os citados por Thomé et al. (1999) em relação a polos produtores do Hemisfério Norte, apontando uma variação de 13,2°C a 20,5°C no decorrer de primavera e verão. A mesma autoria menciona ainda as temperaturas médias apuradas em dois importantes polos produtores dos Estados Unidos: Yakima (21,3°C) e Sacramento (23°C), novamente reforçando uma salutar afinidade com aquelas aferidas no interior da área de estudo.

A Figura 23, por sua vez, atesta novamente a Região Intermediária Caxias do Sul como a região do Estado com o clima mais ameno, nesta oportunidade considerando a média das temperaturas máximas aferidas entre os meses de outubro a março, no período de 1991 a 2020. Chega-se a registrar uma diferença de 6°C entre as verificações realizadas no setor leste da área de estudo e aquelas

medidas no noroeste do Rio Grande do Sul, próximo à divisa com o estado de Santa Catarina e à fronteira com a Argentina, adjacente às margens do rio Uruguai. A oscilação no interior da área de interesse não entra em conflito com aquela indicada por Spósito et al. (2019), que assinalam um desenvolvimento satisfatório em temperaturas variando entre 20°C e 30°C.

Figura 23 – Média das temperaturas máximas no Rio Grande do Sul durante os meses de outubro a março, no período de 1991 a 2020



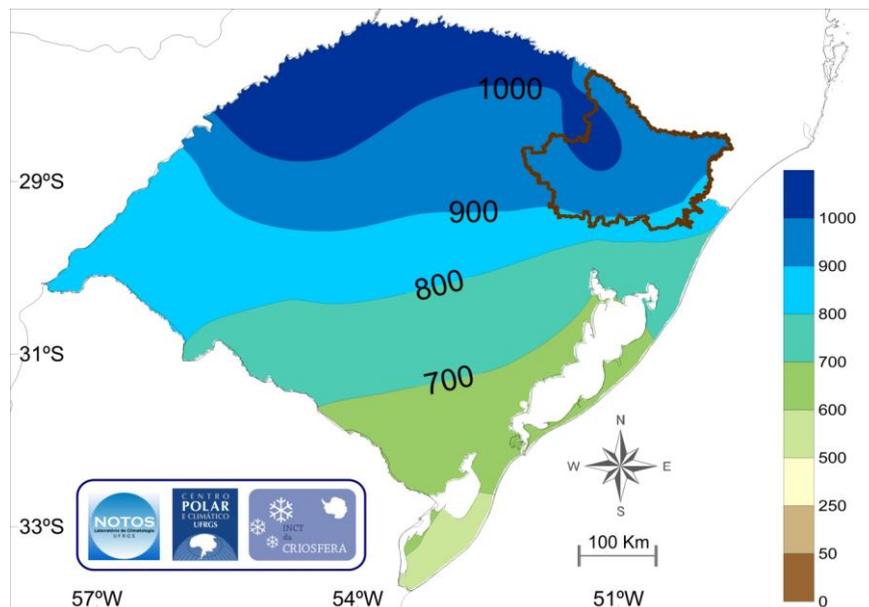
No município de Bom Jesus, a média das temperaturas máximas entre outubro e março foi de 24,2°C, sendo outubro o mês mais frio (21,5°C) e janeiro o mais quente (25,6°C). Os números são inferiores àqueles apurados por Rossini et al. (2016) na região central da Itália, que marcou como média das temperaturas máximas no estágio de crescimento 24,7°C. A mesma situação ocorre com as médias das temperaturas máximas apuradas nos meses mais quentes, que em Bom Jesus foram de 25,6°C (janeiro) e de 25,4°C (fevereiro), enquanto na área de estudo italiana apontada por Rossini et al. (2016) foram de 27,7°C (junho) e de 31,1°C (julho).

Mais uma vez, é reforçada a aptidão da área de estudo, consideradas suas características de temperatura. Um verão mais tépido condiciona menor perda de alfa-ácidos por evapotranspiração, valorizando o produto dos agricultores locais, conforme mencionado por Mackinnon et al. (2020) e Srečec et al. (2008).

5.2. PLUVIOSIDADE

Uma boa distribuição pluviométrica ao longo do ano é fator apontado como benéfico ao lúpulo não apenas pelas referências, mas pelos agricultores consultados no decorrer dos trabalhos de campo, que citaram esse elemento como potencial ao sucesso de suas lavouras. Considerando que a necessidade hídrica concentra-se especialmente durante o ciclo de crescimento das plantas, a opção é focar na pluviosidade registrada entre os meses de outubro e março, conforme ilustra a Figura 24.

Figura 24 – Precipitação média no Rio Grande do Sul durante os meses de outubro a março, no período de 1991 a 2020



O incremento da pluviosidade no Rio Grande do Sul, portanto, dá-se no sentido sul-norte, sendo menor na porção mais meridional do Estado, próximo à fronteira com o Uruguai (600 milímetros), e maior nas regiões norte e noroeste, conforme se aproximam a fronteira com a Argentina e a divisa com o estado de Santa Catarina, onde predominam as isoietas de 900 e de 1000 milímetros. A respeito disso, cabe registrar que, apesar das características locais condicionarem uma realidade diferente daquela experimentada em locais onde tipicamente se planta lúpulo no Hemisfério Norte, essa quantidade de chuva satisfaz todas as condições mínimas especificadas pelas referências, como os 305 milímetros

mencionados por Burgess (1964), os 700 a 800 milímetros referidos por Mahafee et al. (2009) e os valores indicados para o noroeste dos Estados Unidos por Briggs et al. (2004), que assinalaram 760 milímetros para Yakima e de 400 a 500 milímetros de água para Willamette.

Como pode ser visualizado na Figura 24, quase a totalidade da área de estudo localiza-se nos domínios das isoietas de 900 e de 1000 milímetros. Em Bom Jesus, o somatório desse período é de 948,1 milímetros, enquanto a média é de 158 milímetros mensais, sendo outubro o mês mais chuvoso (188 milímetros) e março o menos chuvoso (121,7 milímetros). O fato de outubro apresentar quantidade abundante de chuva é positivo, pois corrobora com o apontado por Burgess (1964), que cita o efeito nocivo de uma possível estiagem no início da primavera, colocando o crescimento em xeque.

Janeiro e fevereiro, meses em que uma grande quantidade de chuva é benéfica para que se obtenham altos rendimentos (BURGESS, 1964), somaram, respectivamente, 178,7 milímetros e 164,6 milímetros em Bom Jesus. O benefício dessa circunstância também adquire robustez conforme o que é mencionado por Mackinnon et al. (2020) e Srečec et al. (2008), que demonstraram uma correlação positiva entre boa distribuição pluviométrica nessa etapa e lúpulos com teor mais elevado de alfa-ácidos.

As informações que ilustram este capítulo, conforme reforçado diversas vezes, referem-se às médias, sejam de temperatura ou de pluviosidade. Assim como foram mencionadas técnicas de manejo para lidar com possíveis variabilidades de temperatura, o mesmo ocorre com presumíveis excessos de chuva. Uma das alternativas citadas a fim de evitar o encharcamento do solo é a instalação das lavouras em terreno levemente inclinado, a fim de potencializar a drenagem. O produtor Rafael Deluchi Arcari, de São José dos Ausentes, chegou a citar, porém, que um episódio de chuva excessiva causou a perda de cerca de 10% de suas plantas, mas enfatizou tratar-se de uma situação bastante esporádica, que não representa a distribuição de chuvas habitual para a região.

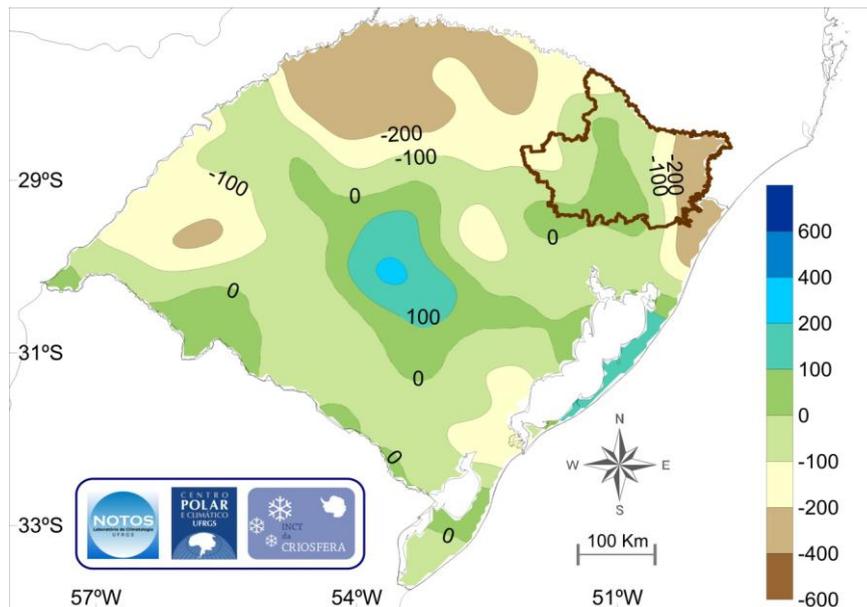
Um dos objetivos desta dissertação também é identificar possíveis obstáculos que precisem ser superados por aqueles que já se encontram plantando lúpulo na área de estudo ou pretendem ingressar nessa cadeia produtiva. Em razão disso, coube ponderar a respeito de uma dificuldade mencionada por produtores que

serviram como fontes para esta pesquisa, que são os recentes períodos de estiagem enfrentados pelo Rio Grande do Sul no decorrer do ciclo de crescimento do lúpulo.

A fim de discutir essa situação, foram produzidos mapas ilustrando o déficit hídrico experimentado entre os meses de outubro a março no decorrer dos três últimos biênios: 2019-2020, 2020-2021 e 2021-2022, o último encerrado às vésperas da conclusão desta pesquisa.

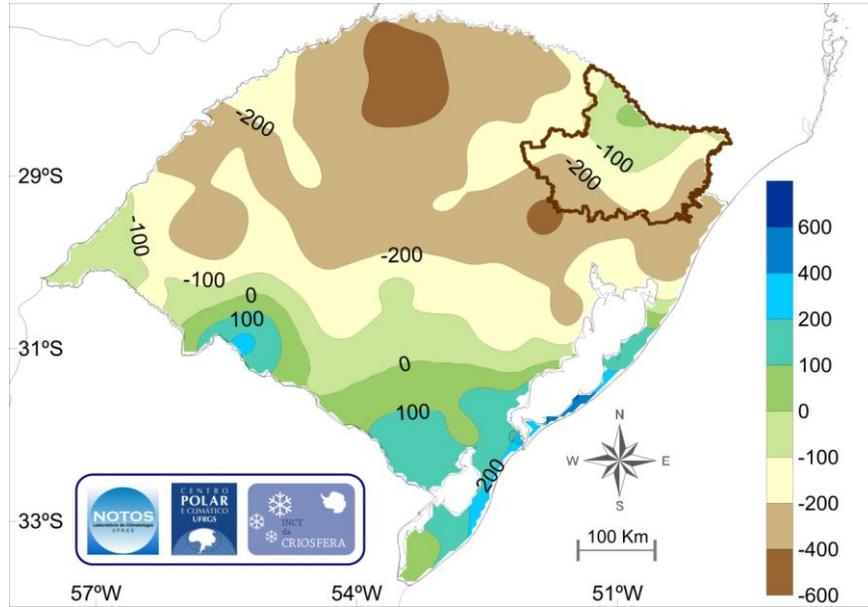
A Figura 25 mostra o norte e o noroeste do Estado como os mais atingidos por déficit hídrico durante a estação de crescimento 2019-2020, mas essa situação também pode ser observada no setor leste da área de estudo, onde chegaram a ser registrados mais do que 200 milímetros de chuva abaixo da média em relação à quantidade apurada no período de 1991 a 2020.

Figura 25 – Déficit hídrico no Rio Grande do Sul do mês de outubro de 2019 ao mês de março de 2020



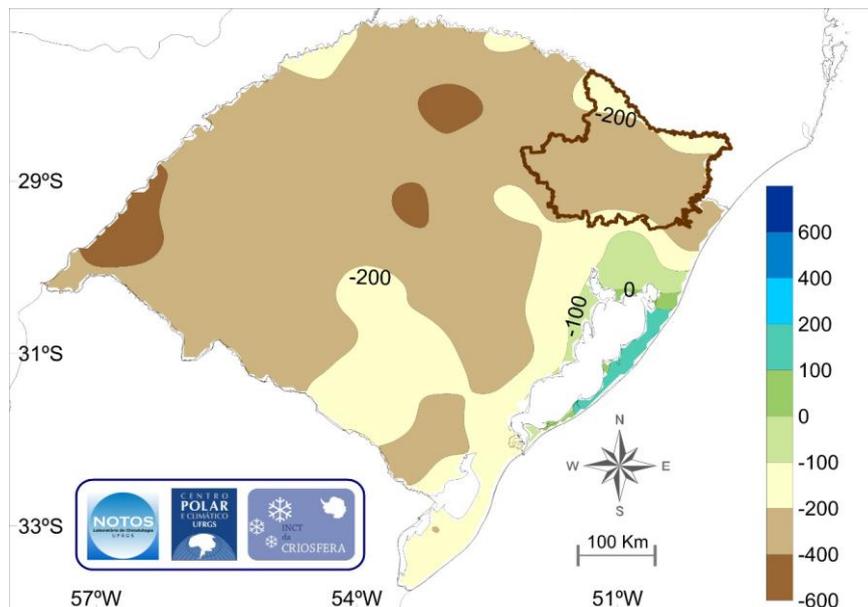
Na Figura 26, referente ao biênio 2020-2021, percebe-se uma intensificação dos números apurados no período anterior em relação à maior parte do estado, novamente mais acentuados no norte e no noroeste do Rio Grande do Sul, mas, em geral, atingindo uma área maior. Também uma porção maior da área de interesse – quase sua totalidade – experimentou déficit hídrico nesse período, chegando a mais do que 200 milímetros de chuva abaixo da média, especialmente no sudoeste, no sul e no sudeste da Região Intermediária Caxias do Sul.

Figura 26 – Déficit hídrico no Rio Grande do Sul do mês de outubro de 2020 ao mês de março de 2021



A figura 27 aponta uma intensificação da estiagem no biênio 2021-2022 em relação aos períodos anteriores, inclusive em quase todo o Rio Grande do Sul, exceção feita apenas ao Litoral Médio. A área de estudo apresentou valores superiores a -100 milímetros, menores apenas no extremo sul da região e no norte, próximo à divisa com Santa Catarina, nas adjacências dos rios Pelotas e Capivaras.

Figura 27 – Déficit hídrico no Rio Grande do Sul do mês de outubro de 2021 ao mês de março de 2022



As condições recentes de estiagem nos períodos de crescimento representam, a princípio, uma variabilidade em meio a uma situação que, conforme atestam as médias, não evidenciam a normalidade. Os produtores que desenvolvem suas lavouras necessitam, porém, estar atentos à frequente repetição de episódios como esses, especialmente em se tratando de uma cultura com uma exigência hídrica elevada no decorrer do ínterim aqui considerado. Não à toa, a regra demonstrada pelos produtores com os quais foi estabelecido contato é contar com sistemas de irrigação a fim de satisfazer as necessidades do lúpulo sem que haja prejuízo de sua produtividade e de sua qualidade.

As produtoras Victória e Letícia Felini, de Bom Jesus, informaram utilizar-se do sistema de irrigação por gotejamento, mesma técnica empregada por Natanael Moschen Lahnel, de Gramado, e por Guilherme de Bastiani, de Nova Roma do Sul. Até o momento em que foi realizado trabalho de campo em sua propriedade, Rafael Deluchi Arcari, que planta lúpulo em São José dos Ausentes, não havia instalado um sistema de irrigação em sua lavoura, contudo manifestou interesse em implementar outra técnica, a de microaspersão.

Cabe mencionar, entretanto, que, em situações mais extremas, um período prolongado de estiagem pode comprometer o suprimento de água que alimenta os sistemas de irrigação, provocando estresse hídrico e prejudicando a produtividade e a qualidade das lavouras. Em se tratando de uma cultura nova, ainda em processo de estabelecimento, é difícil mensurar os possíveis efeitos e perdas que condições climáticas indesejáveis podem provocar, pois ainda não há um histórico que ofereça uma base de comparação. Frisando se tratar de uma informação extraoficial, uma vez que, até a conclusão desta dissertação, não havia sido realizada uma quantificação precisa, o presidente da Aprodúpulo, Marcos Paulo Stefanés Ribeiro, adiantou perdas de cerca de 45% na safra brasileira 2021-2022.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito principal desta dissertação foi avaliar se a Região Intermediária Caxias do Sul é favorável ao desenvolvimento da cultura do lúpulo sob um ponto de vista climático, especificamente em relação a temperatura pluviosidade. Para isso, foram apontados como mais importantes quatro fatores no período 1991-2020:

- Posição latitudinal, uma vez que desse elemento depende a duração do fotoperíodo, isto é, a disponibilidade de luminosidade, cuja extensão é apontada como essencial no decorrer do período de crescimento das plantas.
- Temperatura no decorrer da etapa de dormência, que precisa ser baixa o suficiente a fim de que o lúpulo possa exercê-la satisfatoriamente, evitando brotações indesejadas antes da primavera.
- Temperaturas mais elevadas no decorrer do ciclo de crescimento, que não devem ser altas a ponto de prejudicar a qualidade do lúpulo, comprometendo seu nível de alfa-ácidos.
- Pluviosidade abundante e bem distribuída no decorrer do período de crescimento.

Dentre esses fatores, apenas o primeiro não foi apontado como favorável, inclusive em comparação com o restante do Estado. Entretanto, uma vez que a maioria das referências tradicionais consultadas dá conta que a totalidade do Rio Grande do Sul não se encontra dentro dos limites latitudinais preferenciais ao desenvolvimento da cultura do lúpulo, coube focar nos outros aspectos a fim de buscar as condições mais satisfatórias.

Além disso, a introdução e a encaminhada consolidação do lúpulo em outras unidades da federação, todas mais setentrionais do que o Rio Grande do Sul, dão indícios de que se trata de uma dificuldade cujo potencial de superação os agricultores locais já vêm demonstrando, seja por meio de iluminação artificial suplementar, aumentando o fotoperíodo, seja por outras técnicas de manejo.

Considera-se, portanto, que a Região Intermediária Caxias do Sul possui um regime de temperaturas, tanto na etapa de dormência quanto na de crescimento, favorável ao desenvolvimento do lúpulo de forma a respeitar seus ciclos vegetativos habituais, possibilitando a devida vernalização nessa primeira fase e colaborando

para uma boa concentração de alfa-ácidos na segunda. Também contribui para isso o regime de pluviosidade abundante e bem distribuído no decorrer do período de crescimento, possibilitando um desenvolvimento vegetativo satisfatório e, novamente, uma concentração maior de alfa-ácidos, sendo essa a característica mais desejada pelos produtores, uma vez que se trata da expressão de um lúpulo de qualidade.

Outro eixo que orientou a elaboração desta dissertação foi a exposição da viabilidade econômica do lúpulo como agronegócio. Trata-se, conforme as informações apresentadas nesta pesquisa, de uma realidade cada vez mais consolidada, considerando a expansão do segmento cervejeiro nacional, com ênfase para as cervejarias artesanais, que empregam maior quantidade e variedade de cultivares da planta. Além disso, a produção de lúpulo brasileiro tem o potencial de tornar o País cada vez menos dependente de importações, incentivando uma cadeia produtiva local.

Cabe mencionar ainda que um trabalho como este se insere na construção de conhecimento a respeito de uma cultura cuja adaptação à realidade brasileira e regional ainda está em curso. A grande maioria das referências descreve a realidade desse cultivo em regiões nas quais o lúpulo está há muito tempo em produção. Cabe então construir uma bibliografia nacional a respeito desse insumo, sendo o estudo do clima um importante acessório a essa consolidação.

REFERÊNCIAS

AGEHARA, Shinsuke et al. **Crop Management Practices and Labor Inputs for Hop Production in Florida**. Wimauma: Gulf Coast Research And Education Center, 2021. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1409>. Acesso em: 30 mar. 2022.

AGEHARA, Shinsuke. **Using Supplemental Lighting to Control Flowering of Hops in Florida**. Wimauma: Gulf Coast Research And Education Center, 2020. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/hs1365>. Acesso em: 30 mar. 2022.

ALMAGUER, Cynthia et al. Humulus lupulus - a story that begs to be told. A review. **Journal of the Institute of Brewing**, [S.L.], p. 289-314, set. 2014.

AMARANTE, O.A. et al. (Org.). **Atlas Eólico: Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Energia, Minas e Comunicações, 2002. 70 p.

ATTOKARAN, Mathew. **Natural Food Flavors and Colorants**. 2. ed. Chicago: Wiley-Blackwell, 2017.

BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I.. **As plantas e o clima: Princípios e aplicações**. Guaíba: Agrolivros, 2017. 352 p.

BEVERLEY, A.J.. **The effect of timing of stripping on hop production under south african conditions**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomy, University Of Stellenbosch, Stellenbosch, 2015.

BRAGA, R.B.. **Precipitação de Chuva nos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul, de 1961 a 1981**. 2004. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: Aneel, 2005. 243 p.

BRASIL. Coordenação de Geografia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. 82 p.

BRIGGS, Dennis E. et al. **Brewing: science and practice**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2004. 881 p.

BURGESS, A.H.. **Hops: Botany, cultivation and utilization**. Londres: World Crops Books, 1964. 300 p.

CARDOSO, L.S. et al. Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 11, p.1960-1967, 25 set. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782012005000097>.

CASTRO, J.P. (Ed.). **Jornadas de lúpulo e cerveja: Novas oportunidades de negócio: livro de atas**. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2015. p. 1-10. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/11625/3/LivroDeActas.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

DAGOSTIM, Marcelo Dalpiaz. **Crescimento do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) em função da adubação nitrogenada e da aplicação de ácido giberélico foliar**. 2019. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2019.

D'AVILA, R. et al. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.60-68, 31 dez. 2012. UNISINOS - Universidade do Vale do Rio Dos Sinos. <http://dx.doi.org/10.4013//ete.2012.82.03>.

DODDS, K.. **Hops: A guide for new growers**. Tumut: Nsw Department Of Primary Industries, 2017. 44 p.

ENGELHARD, B.; LUTZ, A.; SEIGNER, E.. **Hopfen für alle Biere der Welt**. 2011. Disponível em: <https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_41404.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2018.

FAGHERAZZI, M.M. et al. A cultura do lúpulo: botânica e variedades. **Revista Agronomia Brasileira**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.1-3, 2017. Revista Agronomia Brasileira. <http://dx.doi.org/10.29372/rab201712>.

FAGHERAZZI, Mariana Mendes; RUFATO, Leo. Produzir lúpulo no Brasil, utopia ou realidade? **Revista Agronomia Brasileira**, Jaboticabal, v. 2, n. 2, p. 1-2, 29 jan. 2018.

GRIMM, A.M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. Cap. 17. p. 259-275.

HARRIS, Ian et al. Version 4 of the CRU TS Monthly High-Resolution Gridded Multivariate Climate Dataset. **Nature, Sci Data** 7, 109 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0453-3>

HIERONYMUS, S.. **For the Love of hops: The Practical Guide to Aroma, Bitterness and the Culture of Hops**. Boulder: Brewers Publications, 2012. 322 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil, 1991-2020**, 2022, Brasília, DF. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais#>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

KNEEN, R.. **Small scale and organic hops production**. 2003. Disponível em: <<http://cesonoma.ucanr.edu/files/238645.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2018.

KROTTENTHALER, M.. Hops. In: EßLINGER, Hans Michael (Ed.). **Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets**. Weinheim: Wiley-vch Verlag, 2009. p. 85-104.

MACKINNON, Douglas et al. The impact of weather conditions on alpha-acid content in hop (*Humulus lupulus* L.) cv. Aurora. **Plant, Soil and Environment**, [S.L.], v. 66, n. 10, p. 519-525, 1 out. 2020. Czech Academy of Agricultural Sciences. <http://dx.doi.org/10.17221/344/2020-pse>.

MAHAFFEE, Walter et al. **Compendium of hop diseases and pests**. St. Paul: Amer Phytopathological Society, 2009. 93 p.

MALUF, J.R.T. et al. **Zoneamento Agroclimático da Macieira no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2011. 78 p. (Boletim Fepagro 19).

MARCOS, J.A. et al. **Guia del cultivo del lúpulo**. 2011. Disponível em: <<http://www.lutega.com/pdf/guiacultivo.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.

MARCUSO, Eduardo Fernandes; MÜLLER, Carlos Vitor. A Economia e o Território do Lúpulo: a história, análise mercadológica e o desenvolvimento do lúpulo no Brasil e no mundo. **Revista Latino-Americana da Cerveja**, Blumenau, v. 2, n. 2, p. 1-20, 2019. Faculdade Épica.

MATHIAS, Peter. **The brewing industry in England, 1700 - 1830**. Cambridge: Cambridge University Press, 1959. 596 p.

MATZENAUER, R. et al. Horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 11, n. 1-2, p.71-76, 2005. Disponível em: <http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1398796957_art09.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2019.

MONTEIRO, J.E. (Org.). **Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. 530 p.

MORENO, J.A.. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, 1961. 30 p.

MOZNY, Martin et al. The impact of climate change on the yield and quality of Saaz hops in the Czech Republic. **Agricultural and Forest Meteorology**, [S.L.], v. 149, n. 6-7, p. 913-919, jun. 2009.

NEVE, R. A.. **Hops**. Bury St. Edmunds: Springer-science+business Media, 1991. 266 p.

NIMER, E.. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p.

OLIVER, G.. **A mesa do mestre cervejeiro**: Descobrimo os prazeres da cervejas e das comidas verdadeiras. São Paulo: Senac São Paulo, 2012. 546 p. Tradução de Anthony Cleaver.

PEARSON, Brian J.. Florida **Edible Garden Plants: Hops (Humulus lupulus)**. Apopka: Mid-Florida Research And Education Center, 2013. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/EP488>. Acesso em: 30 mar. 2022.

PEREIRA, T.P.; FONTANA, D.C.; BERGAMASCHI, H.. O Clima da Região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul: condições térmicas e hídricas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p.145-157, 2009. Disponível em: <<http://www.revistapag.fepagro.rs.gov.br/files/PAG15n2.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

PINTO, M.B.C.. **Isomerização de ácidos amargos de lúpulo cascade cultivado no Brasil e seu desempenho durante a fermentação da cerveja**. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

RETTBERG, Nils et al. Hop Aroma and Hoppy Beer Flavor: chemical backgrounds and analytical tools.:a review. **Journal of The American Society of Brewing Chemists**, [S.L.], v. 76, n. 1, p. 1-20, 2 jan. 2018.

RODRIGUES, M.A.; MORAIS, J.S.; CASTRO, J.P.. **O lúpulo: da cultura ao extrato: Técnica cultural tradicional**. In: RODRIGUES, M.A.; MORAIS, J.S.;

ROSSINI, Francesco et al. Agronomic performance and beer quality assessment of twenty hop cultivars grown in Central Italy. **Italian Journal of Agronomy**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 180-187, 10 ago. 2016.

SARNIGHAUSEN, Patrick et al. O lúpulo e a oportunidade do agronegócio no Brasil. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA FATEC DE BOTUCATU, 6., 2017, Botucatu. **Resumo expandido**. Botucatu: Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu, 201. p. 1-6.

SILVA, Camila Taiany Delfino. **Caracterizações químicas dos primeiros cultivares de lúpulo (*humulus lupulus l.*) produzidos no brasil**. 2019. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agroquímica, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2019

SIMIELI, Matheus Balsalobre et al. Development and production of hop in a high temperature region. **Research, Society and Development**, [S.L.], v. 10, n. 13, p. 1-11, 7 out. 2021.

SIMONS, R. H. & BEAN, A. R., 2001. **Lighting engineering - Applied calculations**. s.l.:Routledge.

SPÓSITO, Marcel Bellato et al. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: Esalq - Divisão de Biblioteca, 2019. 85 p. (Série Produtor Rural, nº 68).

SREČEC, Siniša et al. Influence of Climatic Conditions on Accumulation of α -acids in Hop Clones. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, Zagreb, v. 73, n. 3, p. 161-166, abr. 2008.

STRAHLER, A.. **Introducing Physical Geography**. 6. ed. Boston: Wiley, 2013. 641 p.

TAVARES, Pedro Laguardia. **Análise e projeto de iluminação a leds de canais vermelho e azul orientados ao cultivo de lúpulo (*Humulus lupulus L.*)**. 2018. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

TIERNEY-JONES, Adrian (ed.). **1001 cervejas para beber antes de morrer**. Rio de Janeiro: Sextante, 2011. 960 p. Prefácio de Neil Morrissey.

THOMAS, G. G.; SCHWABE, W. W.. Factors Controlling Flowering in the Hop (*Humulus lupulus* L.). **Annals of Botany**, [S.L.], v. 33, n. 4, p. 781-793, set. 1969. Oxford University Press.

THOMÉ, V.M. et al. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico de Santa Catarina**. 1999. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/images/documentos/ZonAgroecoMapas.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2019

TURNER, Samuel F. et al. Challenges and Opportunities for Organic Hop Production in the United States. **Agronomy Journal**, [S.L.], v. 103, n. 6, p. 1645-1654, nov. 2011.

VERHOEVEN, Elizabeth et al. First Steps Toward Understanding the Regional Identity of Hops Grown in the Willamette Valley, Oregon. **Technical Quarterly**, [S.L.], v. 56, n. 4, p. 141-148, dez. 2019.