



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS  
VEGETAIS

Analice Zaccaron Meurer

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E CLIMÁTICA DE  
POPULAÇÕES NATURAIS DE ERVA-MATE (*ILEX  
PARAGUARIENSIS* ST. HILL) NO PLANALTO NORTE  
CATARINENSE**

FLORIANÓPOLIS  
2012



ANALICE ZACCARON MEURER

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E CLIMÁTICA DE  
POPULAÇÕES NATURAIS DE ERVA-MATE (*ILEX  
PARAGUARIENSIS* ST. HILL) NO PLANALTO NORTE  
CATARINENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do grau de Mestre em Ciências (Recursos Genéticos Vegetais).

Orientador: Prof. Aparecido Lima da Silva.

FLORIANÓPOLIS

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

M598c Meurer, Analice Zaccaron  
Caracterização química e climática de populações naturais  
de erva-mate (*Ilex paraguariensis* st. hill) no Planalto  
Norte Catarinense [dissertação] / Analice Zaccaron Meurer ;  
orientador, Aparecido Lima da Silva. - Florianópolis, SC,  
2012.

82 p.: grafs., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-  
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Agricultura. 2. Recursos genéticos vegetais. 3.  
Erva-mate - Planalto catarinense - Clima. I. Silva, Aparecido  
Lima da. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa  
de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

CDU 631

2012  
ANALICE ZACCARON MEURER

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E CLIMÁTICA DE  
POPULAÇÕES NATURAIS DE ERVA-MATE (*ILEX  
PARAGUARIENSIS* ST. HILL) NO PLANALTO NORTE  
CATARINENSE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do grau de Mestre em Ciências (Recursos Genéticos Vegetais).

Banca Examinadora:

---

**Prof. Dr. Aparecido Lima da Silva**  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Orientador

---

**Dr. Hamilton Justion Vieira**  
Epagri

---

**Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini**  
UFSC

---

**Profa. Dra. Rosete Pescador**  
UFSC

Florianópolis, 17 de fevereiro de 2011



## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas contribuíram para que este trabalho se tornasse possível de ser realizado. Algumas pessoas contribuíram de forma direta, com sugestões e ideias acerca do trabalho em si, e outras, de forma indireta, em conversas informais sem nem se dar conta da contribuição que faziam. E ainda houve àquelas que davam o apoio nas horas mais difíceis. Seria quase impossível nomeá-las todas aqui. Mas algumas pessoas não poderiam ser esquecidas.

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais Augustinho e Marinete, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, em especial neste do mestrado, e os agradeço por serem os pilares da minha vida. Às minhas irmãs, Angela e Aline, pela paciência. Aos cunhados Zeca e Xina e às minhas fofíssimas sobrinhas Betina e Guilhermina. Aos amigos pessoais de longa data (especialmente o Fred) e aos novos amigos conquistados (Poliana, Luciane, Hellen, Jenny) e aos colegas da Pós-Graduação. À Náiali pelo companheirismo nas idas à campo. Gostaria de agradecer especialmente ao Adriano Martinho de Souza e ao Marcos Vieira, aos funcionários de campo Mário, Valdecé e Nerí, e toda equipe do Cetrecan. Aos proprietários dos ervais onde foram realizadas as amostragens, Genésio Nogueira (Campo Alegre), Paulo Braz (Irineópolis), Cláudio e Arilda Koaski (Major Vieira) e à Ervateira Bonetes (Mafra). Ao Beto pela ajuda com as análises estatísticas. À Professora Claire Cerdan. A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais pelos conhecimentos compartilhados.

Gostaria de agradecer especialmente ao meu orientador Aparecido Lima da Silva pelo apoio, desde o início, nesse projeto com erva-mate. Sem ele esse trabalho não teria sido realizado. Obrigada.

Aos pesquisadores, Prof<sup>o</sup>. Fantini e Dr. Hamilton Justino Vieira, pelas contribuições.

Um agradecimento especial à pesquisadora Cláudia Guimarães Camargo Campos pela imensa colaboração na parte climática desse trabalho.

Ao professor Flávio Henrique Reginatto, do Departamento de Ciências Farmacêuticas da UFSC, e seu orientado Carlos Henrique Blun da Silva, pela colaboração nas análises químicas.

Ao Walnei pelo companheirismo e apoio no último ano de mestrado.

À Capes pela bolsa de estudos.



## RESUMO

A erva-mate do Planalto Norte Catarinense é reconhecida mundialmente pela extração de matéria prima a partir de ervais nativos, remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, e importantes áreas de preservação e manutenção da biodiversidade local. A erva-mate possui em sua composição química diversos compostos secundários que dão sabor ao mate e que sofrem influência do ambiente. Objetivando caracterizar química e climaticamente as populações naturais de erva-mate dessa região na busca de uma delimitação regional para uma Indicação Geográfica, foram selecionados 4 municípios e instaladas 4 parcelas de 10m x 20m em cada município. Foram avaliados os valores de DAP e número de indivíduos, dividindo-as em duas classes: 1) erva-mate e; 2) outras espécies e para cálculo da área basal e estimar indiretamente o sombreamento. Foram coletadas amostras de folhas no período de safra (junho) para análise química. A população de Campo Alegre apresentou os maiores valores para área basal total (39,5 m<sup>2</sup>/há) e área basal da erva-mate (9,9 m<sup>2</sup>/há), com diferenças significativas para Major Vieira, Irineópolis e Mafra. Para a área basal total, Major Vieira foi 28,6 m<sup>2</sup>/ha e Irineópolis foi 26,7 m<sup>2</sup>/há. Para a área basal da erva-mate, Major Vieira foi 6,7 m<sup>2</sup>/há e Irineópolis foi 5,4 m<sup>2</sup>/ha. Na classe denominada de outras espécies os valores foram de 29,6 m<sup>2</sup>/ha; 21,9 m<sup>2</sup>/ha e 21,5 m<sup>2</sup>/ha para Campo Alegre, Major Vieira e Irineópolis, respectivamente, sem diferenças significativas. Campo Alegre apresentou o maior sombreamento, seguido de Irineópolis e Major Vieira, apontando um padrão de manejo do sombreamento nestes ervais. Para as análises químicas, em Campo Alegre houve maior concentração de fenólicos (336,72 mg/g), significativamente diferente de Irineópolis (270,46 mg/g), Major Vieira (268,84 mg/g) e Mafra (241,93 mg/g). Para cafeína, Irineópolis (63,35 mg/g) e Campo Alegre (61,75 mg/g) apresentaram maiores concentrações. Major Vieira, (39,06 mg/g) foi significativamente diferente dos outros municípios, e Mafra (23,00 mg/g) foi significativamente diferente dos outros locais. Para teobromina, Major Vieira (11,97 mg/g), Campo Alegre (11,05 mg/g) e Irineópolis (9,67 mg/g) não diferiram estatisticamente, sendo Mafra (2,03 mg/g) diferente dos outros municípios. Para a caracterização climática, de acordo com os dados disponíveis para as localidades de Rio Negrinho e Major Vieira, indicam julho como o mês mais frio, com média da temperatura mínima do ar variando entre 8,0°C e 6,0°C, sendo este último o menor valor médio da temperatura mínima do ar e 17°C o maior valor médio da temperatura mínima do ar registrado. Janeiro e fevereiro foram

caracterizados como os meses mais quentes, com média da temperatura máxima do ar de 27,4°C e 27,2°C, respectivamente. A menor temperatura do ar registrada na região foi de -7,0°C e a maior de 37,2°C. De acordo com a média histórica, em Rio Negrinho, o maior acúmulo de chuva ocorreu em janeiro (458,9mm), e o menor em maio (184,6mm). Os resultados observados levam à conclusão da existência de um padrão de manejo do sombreamento nas áreas de ervais nativos do Planalto Norte Catarinense, as condições climáticas são semelhantes e os compostos secundários analisados apresentaram maiores concentrações nas áreas de maior sombreamento.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, Ervais Nativos, Compostos Secundários, Clima.

## ABSTRACT

The yerba mate of the North Plateau of Santa Catarina is worldly known for their extraction of prime matter from native yerba crops remaining in the Araucaria Moist Forests. These yerba crops are important areas of preservation and conservation of the local biodiversity. The yerba mate has in its chemical composition several secondary compounds that change according environmental and gives flavor to the mate. Aiming to characterize chemically and climatically the natural populations of the yerba mate in the North Plateau of Santa Catarina and searching for parameters to the delimitation of the area of an Geographic Indication, it was installed 10x20m plots at four places of the region. It was measured the values of DAP (diameter at breast height) and the number of trees in the plot, dividing into two classes: 1) yerba mate and; 2) other species. Samples of leaves were collected at harvest season (June). Also, it was calculated the basal area and estimated the shading of the yerbal crop using the data from DAP and number of individuals at each class. The results showed that Campo Alegre showed the highest values to the both total basal area with 39.5m<sup>2</sup>/ha (sum of the basal area of yerba mate and others species) and basal area of the yerba mate (9.9 m<sup>2</sup>/ha), differing statistically from Major Vieira, Irineópolis and Mafra. In Major Vieira, the value of the total basal area was 28.6m<sup>2</sup>/ha and the basal area of the yerba mate was 6.7m<sup>2</sup>/ha. In Irineópolis, the basal area of the yerba mate was 5.4m<sup>2</sup>/ha and total basal area was 26.7m<sup>2</sup>/ha. For the other species category, the values were 29.6m<sup>2</sup>/ha; 21.9m<sup>2</sup>/ha and 21.5 m<sup>2</sup>/ha for Campo Alegre, Major Vieira and Irineópolis, respectively. The latter class did not show significative differences for the three locals, except for Mafra what did not have other species in the evaluated area. Campo Alegre had the more shading area, followed by Irineópolis and Major Vieira. However, the results found indicate a same model of management of shading in the yerba mate areas from the North Plateau of Santa Catarina. Regarding to the chemical analysis, Campo Alegre showed the highest concentration of phenolic compounds (336.72mg/g) and was significantly different from Irineópolis (270.46 mg/g), Major Vieira (268.84 mg/g) and Mafra (241.93 mg/g). The lowest concentration of phenolic compounds was found in the open fields (Mafra) what differed statistically from Irineópolis and Major Vieira. In relation to the chemical analysis of methylxanthine, the highest concentrations of caffeine were found in Irineópolis (63.35 mg/g) and Campo Alegre (61.75 mg/g). In Major Vieira, the concentration of caffeine was 39.06mg/g, differing statistically from other locals. For

theobromine, Major Vieira (11.97mg/g), Campo Alegre (11.05mg/g) and Irineópolis (9.67mg/g) did not differ statistically; however, Mafra (2.03mg/g) was significantly different from them. In the climatic characterization, the available meteorological data for Rio Negrinho and Major Vieira indicate that July is the colder month with the mean of minimum air temperature varying from 8.0°C and 6.0°C. The temperature of 6.0°C was the lowest mean value of the minimum air temperature registered and 17°C the maximum mean value of the minimum air temperature. January and February were the warmest months dated, showing the mean of the maximum air temperature of 27.4°C and 27.2°C, respectively. The lowest air temperature registered in the region was -7.0°C and the highest one was 37.2°C. According to the monthly historical mean of the meteorological stations at Rio Negrinho and Major Vieira, the highest rainfall values were accumulated in the months of January (458.9mm) and October (203mm); and the driest months were May (184.6mm) and August (91.8mm). Among Mafra, Irineópolis and Campo Alegre, the lowest value of air temperature observed was -3.9°C on July/2010 in Três Barras, and the highest temperature was 33.1°C in Campo Alegre on December/2008 with the maximum daily rainfall registered (97.2mm) on January/2010. The air relative humidity indicates a mean of 80.9% with little variation throughout year in the North Plateau of Santa Catarina. Therefore, the results show that there is a similar management of the shading in the native yerba mate areas of the North Plateau of Santa Catarina; the climatic conditions has shown the same behavior and all the secondary compounds analyzed showed the highest concentrations in the more shading areas.

Keywords: *Ilex paraguariensis*, Native yerba mate, Secondary Compounds, Climate.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de vegetação nativa utilizada para exploração de erva-mate e pastoreio de animais, denominada de caíva em Major Vieira/SC, 2011.....	29
Figura 2: Área de ocorrência natural de erva-mate na América Latina. Fonte: Oliveira e Rotta (1985).....	32
Figura 3: Região do Planalto Norte Catarinense. Fonte: <a href="http://neuterque.files.wordpress.com/2010/10/02-planalto-norte1.jpg">http://neuterque.files.wordpress.com/2010/10/02-planalto-norte1.jpg</a> .....	43
Figura 4. Mapa de localização das estações meteorológicas utilizadas para a caracterização climática do Planalto Norte Catarinense.....	46
Figura 5: Área basal das classes denominadas Erva-mate, Outras e Total, avaliadas nos municípios de Campo Alegre, Major Vieira, Irineópolis e Mafra. Letras diferentes mostram diferenças significativas entre as classe dos municípios pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.....	52
Figura 6. Área basal média da classe Outras, nos municípios de Campo Alegre, Major Vieira, Irineópolis e Mafra. Letras diferentes mostram diferenças significativas entre a área basal dos municípios amostrados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.....	53
Figura 7. Concentração de compostos fenólicos (mg/g) em extrato aquoso de <i>Ilex paraguariensis</i> nos municípios de Campo Alegre, Major Vieira, Irineópolis e Mafra. Letras diferentes mostram diferenças significativas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade nas concentrações de compostos fenólicos entre os municípios.....	56
Figura 8. Concentração de cafeína e teobromina por município. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade nas concentrações de cafeína e teobromina entre os municípios.....	57
Figura 9. Média histórica mensal da temperatura do ar (1990 – 2011) para os municípios de Rio Negrinho (a) e Major Vieira (b), no Estado de Santa Catarina.....	61
Figura 11. Anomalias mensais de temperatura do ar da estação meteorológica de Major Vieira, SC, para os anos de 2008 (a), 2009 (b) e 2010 (c) referentes a série histórica da estação.....	65
Figura 12: Médias históricas mensais da temperatura do ar mínima, máxima e média de Rio Negrinho (1990-2011) e Major Vieira (1987-2011).....	67

Figura 13. Média histórica anual da precipitação no município de Rio Negrinho, Santa Catarina.....	68
Figura 14. Média mensal da precipitação no município de Rio Negrinho (SC), no período de 1993-2011.....	69
Figura 15. Precipitação acumulada em Rio Negrinho no período 2008-2011 e média histórica da precipitação.....	69
Figura 16. Gráfico dos valores médios e mínimos da umidade do ar da série histórica 1990-2011 em Rio Negrinho (SC).....	71

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Localização geográfica e início do período de funcionamento das estações meteorológicas utilizadas para a caracterização climática do Planalto Norte Catarinense.....46
- Tabela 2- Número de indivíduos nas classes Erva-mate, Outras e Total, em cada parcela nos municípios de Campo Alegre, Major Vieira, Irineópolis e Mafra, SC.....54
- Tabela 3 - Média da temperatura mínima e máxima do ar para Rio Negrinho (RN) e Major Vieira(MV) no período de 2008-2011.....62
- Tabela 4 - Média da temperatura mínima e máxima e amplitude térmica da série histórica (1990-2011) para os municípios de Rio Negrinho e Major Vieira, SC.....62
- Tabela 5 -Valores mínimos e máximos da temperatura do ar registrado nas estações automáticas de Irineópolis, Três Barras e Campo Alegre e nas estações convencionais dos municípios de Rio Negrinho e Major Vieira, no Estado de Santa Catarina.....66



## LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de variância
CIRAM	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia
DAP	Diâmetro a altura do peito
DC	Diâmetro da copa
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa Brasileira Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
g	grama
h	altura
HPLC/CLAE	<i>High Performance Liquid Chromatography</i> (Cromatografia líquida de alta eficiência)
ICEPA	Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
kg	quilogramas
g	gramas
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
mg	microgramas
mL	mililitros
mm	milímetros
µL	microlitros
PNC	Planalto Norte Catarinense
SC	Santa Catarina
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	21
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	25
<b>1.1. Importância econômico-social da erva-mate</b> .....	25
<b>1.2. Biologia, fenologia e manejo da espécie</b> .....	27
<b>1.3. Clima e distribuição geográfica da erva-mate</b> .....	29
<b>1.4. Composição química da erva-mate</b> .....	32
<b>1.5. Relações morfométricas</b> .....	35
<b>1.6. Caracterização climática de Santa Catarina</b> .....	37
<b>1.7. Variáveis meteorológicas</b> .....	39
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	43
<b>2.1. Região de Estudo</b> .....	43
<b>2.1.1 Planalto Norte Catarinense</b> .....	43
<b>2.1.2 Parcelas de Amostragem</b> .....	44
2.1.2.1 Campo Alegre.....	44
2.1.2.2 Major Vieira.....	44
2.1.2.3 Irineópolis.....	45
2.1.2.4 Mafra.....	45
<b>2.2. Dados Meteorológicos</b> .....	45
<b>2.3. Preparo das Amostras</b> .....	46
2.3.1. Material vegetal.....	45
2.3.2. Preparo do extrato aquoso.....	47
2.3.3. Determinação do resíduo seco.....	47
2.3.4. Metodologias Analíticas.....	47
2.3.5. Fenólicos Totais.....	47
2.3.6. Metilxantinas.....	48
<b>3. ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	49
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
<b>4.1. Perfil da área basal e compostos secundários</b> .....	51
4.1.1. Perfil da área basal.....	51
<b>4.2. Caracterização climática da região PNC</b> .....	60
4.2.1. Temperatura do ar.....	60
4.2.2. Precipitação.....	67
4.2.3. Umidade do Ar.....	70
<b>CONCLUSÃO</b> .....	73
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	75
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	77



## INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) é uma planta nativa da América do Sul, usada na alimentação humana há muitos séculos. É consumida principalmente sob a forma de chimarrão, fazendo parte do hábito alimentar, da cultura, das relações comerciais e da caracterização política dos Estados da região Sul do Brasil (PARANÁ, 1997). A erva-mate sempre foi uma cultura importante, chegando a caracterizar um ciclo econômico, e ocupando o segundo lugar em produtos exportados pelo Brasil no início do século XX (DA CROCE, 2000).

A erva-mate é a matéria prima para o chimarrão e tererê, bebidas estimulantes, largamente consumidas no Brasil e países do Cone Sul, como Argentina, Chile, Paraguai e Uruguai (WASZCZYNSKYJ, 2000).

A caracterização da erva-mate pode ser feita de acordo com o tipo de erval. Tradicionalmente existem o erval nativo (sombreado) e o cultivado (sem cobertura vegetal). O erval nativo é aquele que foi formado pela ação da natureza, localizado em meio a floresta. Nestes ervais pode ocorrer a ação do homem nas fases iniciais de formação dos cultivos, com eliminação da vegetação rasteira e poda das erveiras; ou por adensamento, que consiste no plantio de mudas de erva-mate nos lugares onde já existem ervais nativos em exploração. O erval cultivado se caracteriza pelo plantio de mudas e um sistema de manejo convencional (VALDUGA, 2002). No entanto, a exposição ao sol influencia o sabor final do produto, podendo torná-lo mais “suave” (RAKOCEVIC *et al.*, 2006) ou mais “amargo” (RUCKER, 1996) que plantas de erva-mate cultivadas sob condição de sombreamento. O mercado consumidor reconhece esses atributos sensoriais e paga um preço diferenciado ao produto oriundo de ervais sombreados (ICEPA, 2010).

O Planalto Norte Catarinense (PNC) é reconhecido como um importante centro sócio-econômico-cultural de extração de matéria prima e produção de derivados à base de erva-mate (SOUZA, 1998). Esta reputação vem, principalmente, dos ervais nativos da região, localizados em remanescentes da Floresta Ombrófila Mista e das condições climáticas da região. A exploração comercial destes ervais tem contribuído para a preservação da floresta. Os ervais nativos da região do PNC são importantes fontes de biodiversidade local e sua manutenção contribui para a preservação dessa biodiversidade (LOPES, 2011).

Entretanto, o setor ervateiro precisa acompanhar as tendências que vêm ocorrendo no mercado de consumo de bebidas e as mudanças comportamentais do consumidor de mate (MAZUCHOWSKI, 2000). O consumidor exige qualidade na pureza do produto, nos aspectos microbiológicos, na composição físico-química e, principalmente, na qualidade sensorial (DUARTE, 2000). É necessário, portanto, caracterizar os produtos, mostrando as qualidades, bem como as características sensoriais de cada um, para investir em ações de marketing e propaganda (RUCKER, MACCARI & ROCHA, 2002).

No Planalto Norte Catarinense, o processo de produção de erva-mate sempre se preocupou com a conservação ambiental dessas áreas (HANISCH *et al.*, 2008) e com a recente implantação de selos distintivos, em especial as Indicações Geográficas<sup>1</sup>, no Brasil, a região do PNC tem a oportunidade de investir em ações que valorizem o produto erva-mate aliado a preservação da Floresta Ombrófila Mista e toda a biodiversidade a ela associada.

As diferenças nos compostos químicos e suas quantidades são fatores determinantes na composição final do produto da erva-mate (TORQUES & ANDROCZEVECZ, 1997). A erva-mate apresenta em sua composição alcalóides metilxantínicos, principalmente a cafeína, seguido por teobromina e em menor concentração teofilina, além de saponinas, óleos essenciais e compostos fenólicos (ESMELINDRO *et al.*, 2002).

O Clima da região produtora também pode interferir na composição química da erva-mate (ESMELINDRO *et al.*, 2004) e o conhecimento das condições climáticas de uma região são importante informações quando se pretende fazer a caracterização climática de uma região específica.

O conhecimento da composição química da erva-mate produzida a partir dos ervais nativos e a climatologia da região do PNC se mostra importante quando se pretende criar uma identidade regional e delimitar uma área de produção com características distintas.

---

<sup>1</sup> Indicação Geográfica (IG) surgiu em países europeus, com o propósito de proteger seus produtores contra a utilização ilegal de nomes de regiões e de marcas com reputação consagradas nos mercados agrícolas. Paralelamente, vem sendo difundida e apropriada como um processo de qualificação que busca valorizar as potencialidades locais e a origem dos produtos em oposição ao mercado de *commodities*. No Brasil, as iniciativas começaram a se consolidar com a instituição oficial das IGs, em 1996 (pela Lei nº 9. 279).

Com o intuito de traçar uma identidade regional para a erva-mate do PNC, este trabalho tem como objetivo geral fazer a caracterização química e climática de populações naturais de *Ilex paraguariensis* no Planalto Norte de Santa Catarina.

Para auxiliar no cumprimento deste objetivo foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- ▶ Caracterização dos compostos fenólicos e metilxantinas em quatro diferentes locais do Planalto Norte;
- ▶ Caracterização dos compostos fenólicos e metilxantinas no período de safra da erva-mate (junho);
- ▶ Comparar populações naturais sombreadas com plantios a pleno sol;
- ▶ Relacionar a produção de compostos secundários com a área basal das espécies que exercem sombreamento nas plantas de erva-mate;
- ▶ Caracterizar a região do PNC através dos dados de temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar.



## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Importância econômico-social da erva-mate

A utilização da erva-mate pelos povos indígenas, muito antes da chegada dos europeus, vem sendo comprovada por meio de artefatos e folhas achados em escavações arqueológicas. Em túmulos pré-colombianos de Ancon, perto de Lima no Peru, foram encontradas folhas de erva-mate ao lado de alimentos, demonstrando seu uso pelos incas (VELLOSO & ROCHA, 2007). O primeiro registro do uso da erva-mate, feita pelos colonizadores europeus, ocorreu em 1554, quando o General Irala constatou que os índios do Guairá (atual Paraná) faziam uso generalizado de uma bebida que atribuía aos índios maior resistência e força. Os guaranis chamavam-na de caa-i (água de erva saborosa) e dizem que seu uso fora transmitido por Tupã (LINHARES, 1969; DA CROCE & FLOSS, 1999).

Os jesuítas da Companhia de Jesus do Paraguai no século XVII foram os primeiros a orientar os índios a realizar plantios de erva-mate, sendo então os precursores do cultivo sistemático, da coleta de sementes, produção de mudas e condução de erveiras. Foram também aqueles que deram maior contribuição à expansão da bebida, melhorando seu preparo e difusão entre os europeus (BERKAI & BRAGA 2000).

A erva-mate é oriunda do extrativismo vegetal, sendo um produto florestal não-madeireiro, ou seja, grupo de produtos que podem ser coletados da floresta, produzidos como plantas semi-domesticadas em plantios ou em sistemas agroflorestais, ou ainda cultivados em graus variados de domesticação (SANTOS *et al.*, 2003).

A exploração e o cultivo da erva-mate são realizados, em sua maioria, por pequenos produtores rurais, que obtêm uma parte significativa da renda familiar através da exploração deste produto.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2008), a produção nacional de erva-mate na lavoura permanente em 2008 foi 438.474 toneladas de folha verde, sendo um dos principais produtos florestais não madeireiros. Entre os Estados produtores, o Rio Grande do Sul é responsável por 59,1 % do total da produção nacional, seguido pelo Estado do Paraná, 31,1 %, Santa Catarina, 8,65 %, e Mato Grosso do Sul com 1,1 % (IBGE, 2008).

A exploração e o cultivo da erva-mate são realizados, em sua maioria, por pequenos produtores rurais, que obtêm uma parte significativa da renda familiar através da exploração deste produto.

Em Santa Catarina, a cultura esta presente em aproximadamente 19.700 propriedades rurais, envolvendo direta ou indiretamente 68.950 trabalhadores (DA CROCE & FLOSS, 1999). Estima-se que a erva-mate mantém-se em cerca de 80% em estado nativo e 20% em áreas plantadas no território catarinense, sendo uma cultura caracterizada como de pequena propriedade, com emprego de mão-de-obra familiar, principalmente sem o uso da tecnologia preconizada pela pesquisa (ANDRADE, 1999).

O Planalto Norte Catarinense é uma das principais regiões de produção e transformação da erva-mate. A ocupação inicial deste espaço teve como elemento central a presença de ervais nativos no período da colonização da região. Sendo assim, a própria história da região se confunde com a história da exploração ervateira no Brasil, podendo-se dizer que a exploração de ervais nativos foi um dos elementos chaves na formação da paisagem desta região (SOUZA, 1998).

A implantação de políticas agrícolas para modernização da agricultura nacional a partir da década de 60 levou à substituição dos ervais nativos por *commodities* agrícolas, resultando na erradicação de grandes áreas de florestas de onde era extraída a matéria prima para produção da erva-mate. Porém, os ervais do Planalto Norte Catarinense seguem uma trajetória diferente graças as suas características de processos tradicionais de extração e beneficiamento. Os ervais nativos são mantidos, resistindo ao desmatamento para cultivo de *commodities* (SOUZA, 1998).

A escassez de matéria prima para produção de erva-mate e subsequente elevação dos preços levou muitos produtores a implantarem monocultivos de erva-mate, principalmente nas décadas de 50 a 70 (ANDRADE, 1999; DA CROCE & FLOSS, 1999).

Existe por parte dos consumidores a preferência por uma bebida mais suave, advinda de ervais sombreados. Tal fato tem acarretado, desde a década de 90, uma variação no preço da erva-mate. Esta variação vem diferenciando o produto de acordo com o manejo dado a cultura se monocultivo (pleno sol), ou nativo (com sombreamento), alegando-se que a erva nativa sombreada apresenta “gosto mais suave” que a erva a pleno sol. Assim o mercado paga um preço maior pelo produto oriundo de ambiente sombreado em detrimento de ervais plantados a pleno sol (ICEPA, 2010).

Para a erva-mate do Planalto Norte Catarinense, Lopes (2011) constatou que a qualidade da erva-mate daquela região vinha do fato de serem extraídos de ervais sombreados, localizados em área da Floresta Ombrófila Mista, os chamados ervais nativos. A autora verificou ser

uma importante fonte de renda às populações tradicionais e, portanto, contribuindo para a reprodução, ao longo do tempo, do modo de vida destas populações. Além disso, a exploração comercial dos ervais nativos em áreas de floresta contribui para a manutenção da biodiversidade local. O referido estudo apontou, além destas informações, o reconhecimento e importância destes ervais para a preservação das matas e para a economia a região que a população atribui aos ervais nativos da região.

## 1.2. Biologia, fenologia e manejo da espécie

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), da família Aquifoliaceae é uma árvore perenifólia. Sua altura varia de 3 a 5 metros quando cultivada, mas na floresta pode atingir até 25 metros e 70 cm de DAP (diâmetro a altura do peito). Entretanto, em cultivos comerciais, devido ao adensamento e podas constantes, a altura da planta não chega a dois metros (VALDUGA, 2005). Espécie dióica, que floresce de setembro a dezembro no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e de setembro a novembro no Paraná. As sementes maduras são encontradas de dezembro a março, porém, em altitudes acima de 800 metros foram encontrados fruto maduros no final de abril e início de maio (DA CROCE & FLOSS, 1999). A floração e a frutificação iniciam, gradativamente aos dois anos em árvores oriundas de propagação vegetativa e aos cinco em árvores provenientes de sementes, em ambientes adequados (EDWIN & REITZ, 1967; REITZ *et al.*, 1978). Na fase de frutificação seus frutos atraem os pássaros que deles se alimentam, expelindo as sementes envolvidas em dejeções, favorecendo a disseminação das plantas (VALDUGA, 2002).

Para Ferreira *et al.* (1983) a proporção entre plantas masculinas e femininas, é de sete masculinas para cinco plantas femininas. Além disso, constataram que entre as formas de polinização, a entomófila, principalmente as abelhas, é a mais importante, podendo, entretanto haver polinização pelo vento.

As folhas são simples, alternadas, geralmente estipuladas, subcoriáceas até coriáceas, glabras verde-escuras na superfície adaxial e mais claras na superfície abaxial, mostram-se estreitas na base e ligeiramente obtusas no vértice, medindo em torno de 5 a 10 cm de comprimento por 3 a 4 cm de largura; margem irregular serrilhada ou dentada no terço da base geralmente lisa; nervuras laterais pouco impressas na superfície adaxial e salientes na superfície abaxial; o pecíolo é glabro, algumas vezes pubescente, relativamente curto,

medindo 7 a 15 mm de comprimento (MATTOS, 1983; MAZUCHOWSKI, 1989; GILBERTI, 1995). Entretanto, essas características são influenciadas por fatores, genéticos, condições climáticas e manejo (MACCARI, 2005).

A erva-mate apresenta períodos fenológicos bem definidos, os quais podem ser alterados conforme o microclima de algumas regiões (Ferreira *et al.*, 1994). Os ramos levam entre 35 a 40 dias após o corte para brotar, 40 a 45 dias após a brotação para ter 50% da planta com flores, 30 a 40 dias após a floração para produção de frutos, e igual período até a maturação.

A caracterização da erva-mate pode ser feita de acordo com o tipo de erval. Tradicionalmente existe o erval nativo (sombreado) e o cultivado (sem cobertura vegetal). O erval nativo é aquele que foi formado pela ação da natureza, localizado em meio a floresta. Nestes ervais pode ocorrer a ação do homem nas fases iniciais de formação dos cultivos, com eliminação da vegetação rasteira e poda das erveiras; ou por adensamento, que consiste no plantio de mudas de erva-mate nos lugares onde já existem ervais nativos em exploração. O erval cultivado se caracteriza pelo plantio de mudas e um sistema de manejo convencional (VALDUGA, 2002).

Andrade (2002) descreve as características de três sistemas de manejo: a) o sistema extrativista, que de acordo com a autora é o mais rudimentar, tendo como praticas silviculturais a produção das mudas de erva-mate pelo proprietário ou compradas, mão-de-obra manual para o plantio, roçada e poda com facão ou foice a cada 2 ou 3 anos; b) o sistema tecnificado, que de acordo com a autora é o sistema com nível tecnológico adequado para as exigências do mercado, inclui práticas silviculturais como a compra das mudas de erva-mate, o replantio das falhas, a adubação química, capina nas linhas e eventualmente emprego de herbicida no lugar da capina, poda com tesouras de poda e podões e controle de pragas; c) entre o sistema mais rudimentar e o mais tecnificado, existe o sistema não tecnificado, que inclui práticas de compra ou produção das mudas pelos proprietários, aquisição de tabuas para proteção das mudas, coveamento manual para o plantio das mudas, replantio das falhas, pratica da roçada e poda com facão.

Tanto as plantas nativas quanto as plantas cultivadas preferem estações bem definidas, suportando bem as baixas temperaturas do inverno, porém, longos períodos de seca podem ser prejudiciais para a planta, principalmente no verão. Originariamente floresce com sub-bosque, mas resiste bem a céu aberto ou pleno sol (COSTA, 1989). No entanto, a exposição ao sol influencia no sabor final do produto,

podendo torná-lo mais “suave” (RAKOCEVIC *et al.*, 2006) ou mais “amargo” (RUCKER, 1996) que plantas de erva-mate cultivadas em sombreamento.

De acordo com Hanish *et al.* (2010) nas regiões do Planalto Norte de Santa Catarina e Centro Sul Paranaense existe um sistema de exploração da terra conhecido regionalmente por caíva. Caívas são ecossistemas de vegetação remanescente de florestas nativas com diferentes níveis de adensamento florestal cujos estratos herbáceos são compostos por pastagens nativas e/ou naturalizadas, extensivamente pastejadas. Essas áreas de caíva, ainda que em diferentes estágios sucessionais, são importantes referências ambientais para diversas espécies da fauna e flora local, inclusive com a exploração da erva-mate.



Figura 1: Área de vegetação nativa utilizada para exploração de erva-mate e pastoreio de animais, denominada de caíva em Major Vieira/SC, 2011.

### 1.3. Clima e distribuição geográfica da erva-mate

A erva-mate está distribuída em uma área de aproximadamente 540.000 km<sup>2</sup> e sua ocorrência natural compreende as regiões tropicais e

subtropicais do Brasil, Argentina e Paraguai. No Brasil, ocorre principalmente nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; na Argentina na Província de Misiones, parte da Província de Corrientes e pequena parte da Província de Tucumã e no Paraguai na área entre os rios Paraná e Paraguai. Sua superfície de abrangência geográfica estende-se desde as latitudes de 21° e 30° sul e longitudes de 48° 30' e 56° 10' oeste; com altitudes variáveis entre 500 e 1.500 metros sobre o nível do mar, podendo ocorrer, em pontos isolados, fora destes limites (Emater, 1991).

A maior área de ocorrência da erva-mate pertence ao Brasil, cerca de 80 %, sendo que a área estimada de distribuição corresponde a 450.000 km<sup>2</sup>, representando cerca de 5 % do território nacional, compreendendo em torno de 450 municípios. Na América do Sul corresponde a 3 % da área (DA CROCE, 2000). Sendo a erva-mate uma espécie nativa do Brasil, é encontrada principalmente sob meia sombra dos pinheiros, imbuías e outras árvores de grande porte (KARAS, 1982; DA CROCE, HIGA & FLOSS, 1994). No Estado do Rio Grande do Sul sua dispersão geográfica compreende principalmente a região centro-oeste. No Paraná ocorre desde a região centro sul e sudoeste ao longo dos três planaltos até a Serra do Mar, excetuando-se o litoral. Em São Paulo ocorre com pouca frequência, aparecendo em áreas localizadas no sudoeste do Estado, onde são encontradas manchas de araucária. No Mato Grosso do Sul ocorre no sul, nos municípios de Dourados, Brilhante e em outros municípios sulinos (DA CROCHE, 1996). Em Santa Catarina ocorre principalmente no planalto, desde Campo Alegre, no Planalto Norte Catarinense, até o extremo oeste no município de Dionísio Cerqueira, divisa com Misiones, República Argentina (SOUZA, 1998).

A erva-mate é considerada como espécie clímax, que cresce, preferencialmente, nas associações mais evoluídas dos pinhais. A mata dos pinhais é a associação preferencial da erva-mate. A presença de *Araucaria angustifolia* e imbuías (*Ocotea porosa*), em geral, garante maior frequência dessa planta. Além desta, citam-se outras espécies que promovem um bom ambiente para a formação das erva-mates, como o cedro (*Cedrela fissilis*), o pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*), a canjarana (*Cabralea canjerana*), o pinho bravo (*Podocarpus sp.*), o alecrim (*Holocalyx balansae*), as mirtáceas, as lauráceas e leguminosas diversas. Em associações de araucárias com a canela lageana (*Ocotea pulchella*), a ocorrência da erva-mate é menor (OLIVEIRA & ROTTA, 1985).

Klein (1978) em seu trabalho subdividiu a “Mata de Araucária” (atualmente denominada como Floresta Ombrófila Mista) dentro do Estado de Santa Catarina de acordo com as diferentes associações florestais, caracterizadas através das diferentes formas de associação da araucária com outras espécies. Nas regiões do Planalto Norte e Meio-oeste, a araucária ocorre associada principalmente à *Ocotea porosa* e *Ilex paraguariensis*. Regenera-se com facilidade quando o estrato arbóreo superior e, principalmente, os estratos arbustivo e herbáceo são raleados. Esta espécie é característica de Floresta Ombrófila Mista Montana (Floresta com Araucária), sempre em associações, nitidamente evoluídas com Pinheiro-do-Paraná (KLEIN, 1969).

Segundo Suertegaray (2002) a precipitação média anual nas regiões de ocorrência é em torno de 1500 mm, variando de 1100 a 2300 mm. O regime de chuvas é uniforme na maior parte de sua área (Região Sul) ou estacional, sendo as chuvas concentradas no verão, com estações secas pouco pronunciadas ou ausentes no inverno. Pode haver deficiência hídrica leve no Noroeste do Paraná cuja região se caracterizam por precipitações médias anuais de 1100 a 2300 mm. A temperatura média anual do ar da região de ocorrência da erva-mate, nos Estados do Sul do Brasil situa-se entre 12 e 24°C, com maior ocorrência entre 15 a 18°C. A temperatura média do ar do mês mais frio deve situar-se entre 8 e 19°C, sendo que nos locais mais frios suporta até 57 geadas por ano.

O tipo climático (Köppen) predominante nessas regiões citadas acima, segundo a classificação de Köppen, é o Cfb<sup>2</sup> seguido do Cfa<sup>3</sup>; ocorre em menor escala em Cwa<sup>4</sup>, Cwb<sup>5</sup> e Aw<sup>6</sup> (CARVALHO, 1994). A erva-mate caracteriza-se como planta esciófila. Ela suporta sombra em qualquer idade, tolerando luz e o frio na fase adulta. Em algumas regiões ocorre a presença de erva-mate com temperaturas muito baixas podendo chegar até a temperatura mínima absoluta do ar a -12°C.

---

<sup>2</sup> **Cfb** Clima temperado típico, mesotérmico, com verões frescos, geadas severas e freqüentes, sem estação seca

<sup>3</sup> **Cfa** Clima subtropical, úmido, chuvoso mesotérmico, verões quentes e sem estação seca.

<sup>4</sup> **Cwa** Clima subtropical, com inverno seco e verão quente

<sup>5</sup> **Cwb** Clima temperado típico com inverno seco e verão brando e chuvoso

<sup>6</sup> **Aw** Clima tropical com nítida estação seca no inverno e precipitações superiores a 750 mm anuais, caracterizado por duas estações: seca de maio a outubro e chuvoso de novembro a abril.

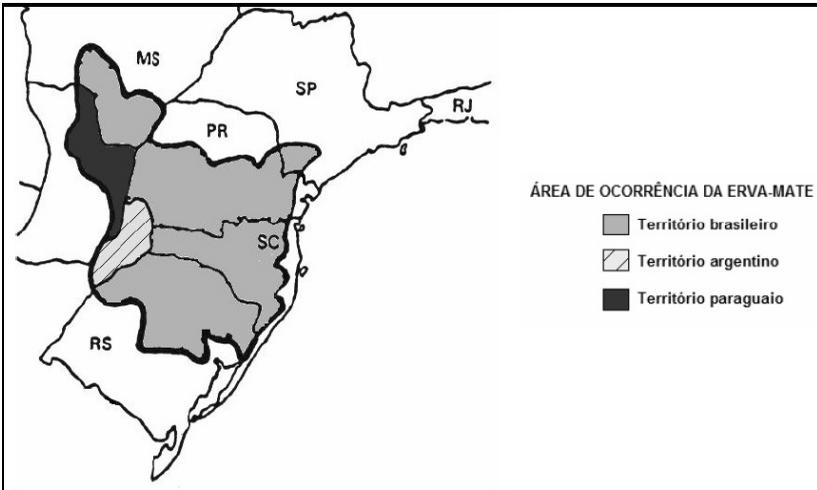


Figura 2: Área de ocorrência natural de erva-mate na América Latina. Fonte: Oliveira e Rotta (1985).

#### 1.4. Composição química da erva-mate

A erva-mate pode ser classificada sob o aspecto químico bromatológico ou como matéria prima de vários subprodutos. Os indígenas a utilizavam para aumentar a resistência à fadiga e reduzir a sede ou a fome (BERKAI & BRAGA, 2000).

Análises feitas com folhas da erva-mate mostraram que esta planta possui diversas vitaminas do complexo B e vitamina C. Possui também cálcio, magnésio, sódio, ferro e flúor. O mate contém outros componentes bastante expressivos, como o ácido pantatênico e tanóide, diferenciado do tanino, substâncias comum das cafeínas. Deste se origina o ácido meteínico que, sob influência da luz, produz por fotossíntese o alcalóide específico do mate (FAGUNDES, 1980).

Os compostos fenólicos são encontrado com freqüência no reino vegetal e desempenham funções de defesa atuando na proteção contra insetos, herbívoros e patógenos. A concentração de compostos fenólicos é utilizada em programas de melhoramento de café, além de outros aspectos como produção e resistência a pragas e doenças (KY *et al.*, 1999). Entretanto, a variação na concentração dos compostos fenólicos pode ser em função da genética da população, como sugere Donaduzzi *et al.* (2003) ao avaliar a concentração destes compostos em progênies distintas e quanto à localidade de cultivo de destas progênies,

e Nakamura *et al.* (2009) ao estudar a variação genética em oito progênes também constatou que a variação na concentração de compostos fenólicos parece ser controlada geneticamente. Cardozo Jr. *et al.* (2007) também estudou a produção de compostos fenólicos em progênes distintas e encontrou os mesmo resultados de controle genético sobre a concentração destes compostos

Os compostos fenólicos se caracterizam por possuírem um ou mais grupos fenóis (representados por um anel aromático que possui ou mais grupos hidroxílicos). Este grupo é um dos mais diversificados no reino vegetal, compreendendo diversas classes de compostos biologicamente importantes entre os quais se destacam a dos taninos e a dos flavonóides.

A presença de compostos fenólicos tem sido estudada em diversas plantas por participarem de processos responsáveis pela cor, adstringência e aromas em vários alimentos, da atividade farmacológica e nutricional e da capacidade de inibir a oxidação lipídica e proliferação de fungos (PELEG *et al.*, 1998). Os compostos fenólicos são importantes elementos de defesa das plantas. Na erva-mate, os compostos fenólicos são responsáveis pelo sabor amargo da bebida (FILIP *et al.*, 2001, PAGLIOSA *et al.*, 2008).

Outro grupo de compostos secundários conhecidos para a espécie são os alcalóides metilxantínicos. A erva-mate apresenta em sua composição principalmente a cafeína, seguido por teobromina e em menor concentração teofilina (ESMELINDRO *et al.*, 2002).

Para a erva-mate, estudos têm mostrado que as características químicas variam devido à influência de fatores como: espécie, sazonalidade, idade da árvore e das folhas, clima, tempo de colheita, sistema de cultivo (nativa ou cultivada), solo, região produtora, processo de produção e estocagem (VALDUGA, 1997; ESMELINDRO *et al.*, 2002; SUERTEGARAY, 2002; DA CROCE, 2002; RACHWAL *et al.*, 2002; VIEIRA, 2003; SCHUBERT *et al.*, 2006, STRASSMANN, 2008).

A época de colheita da erva-mate exerce uma importante contribuição na composição da erva-mate. Schubert (2006) demonstrou que a época de colheita tem influência decisiva nos teores de metilxantinas totais (cafeína e teobromina) das folhas de erva-mate nos municípios gaúchos de Santa Maria e Ijuí. Em ambos os municípios, os teores de metilxantinas decresceram no final do outono e todo o inverno.

Da Croce (2002) analisou o nível de cafeína em quatro épocas de colheita em quatro regiões catarinenses (Irani, Canoinhas, Concórdia

e Chapecó), e encontrou as maiores concentrações deste metabólito nos meses de frutificação da erva-mate, ou seja, janeiro, fevereiro e março.

Athayde & Schenkel (2000) investigaram o teor de metilxantinas e saponinas em quatro populações (RS, SC, PR e MS) de *I. paraguariensis*, na primavera e verão. Nas coletas de verão, a população de Mato Grosso do Sul apresentou os maiores teores médio de cafeína sem diferença quanto ao teor de teobromina. Nas coletas de primavera não houve diferenças significativas para cafeína e as populações do Rio Grande do Sul e Paraná apresentaram os maiores teores para teobromina.

Strassmann *et al.* (2008) verificaram diferenças significativas na produção de metilxantinas e compostos fenólicos quando comparou três diferentes tipos de sistemas de produção de erva-mate (incidência de luz) e diferentes estágios de desenvolvimento. Na produção de compostos fenólicos e cafeína, o monocultivo (maior incidência de luz) apresentou as maiores concentrações tanto para folhas jovens como para folhas maduras. A maior concentração de teobromina foi encontrada no erval nativo (maior sombreamento). As folhas jovens foram caracterizadas como as que apresentaram as maiores concentrações dos compostos secundários. Entretanto, Pagliosa *et al.* (2008) encontraram resultados diferentes, nos quais as concentrações de cafeína foram maiores nas plantas nativas que em plantas cultivadas de 5 e 15 anos de plantio.

Em populações de erva-mate do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Streit *et al.* (2007) observaram que as amostras de plantas nativas apresentavam teores de cafeína, catequinas, ácido clorogênico e ácido gálico superiores aos plantios comerciais e menores concentrações de ácido cafeico. A população de erva-mate de Santa Catarina apresentou níveis superiores para catequinas, cafeína e ácido gálico. Os estudos de Rachwal *et al.* (2002), apontam resultados similares aos encontrados por Streit *et al.* As plantas em locais de menor luminosidade apresentaram os maiores teores para cafeína e a soma de cafeína e teobromina, porém a teobromina não apresentou diferenças significativas em função da variação da luminosidade.

Rachwal *et al.* (2002) ao estudarem a influência da luminosidade em plantas com cinco anos de plantio, coletadas no mês de agosto, encontraram os maiores teores de fenóis totais e os menores teores de metilxantinas nas plantas que recebiam maior luminosidade.

Comparando níveis de sombreamento em plantas de erva-mate, Suertegaray (2002), detectou um aumento na concentração de fenóis totais e antocianinas em todos os tratamentos de radiação durante o

verão comparativamente ao inverno. O autor demonstra que a produção de metabólitos secundários responde às variações da radiação e que a temperatura máxima influenciou diretamente a concentração de fenóis nas plantas.

Em relação ao microclima, Vieira *et al.* (2003) demonstraram que a influência microclimática produzida pelo sistema agroflorestal de erva-mate com pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*), em relação ao sistema de monocultivo da erva-mate, podem ser evidenciadas pelos valores de temperaturas máxima e mínima absolutas e umidade relativa, aliado a amplitude de variação desses parâmetros. A radiação solar foi o parâmetro que exerceu a maior influência na área foliar e na produção de fitomassa de erva-mate.

Em relação aos estudos de variabilidade genética existente entre populações de erva-mate, Cardoso Junior (2010) estudou a análise genética quantitativa de metilxantinas e compostos fenólicos em progênies de erva-mate e concluiu que os conteúdos de cafeína e teobromina foram significativamente diferente em relação á localidade de origem, com alta taxa de herdabilidade. Cansian *et al.* (2008) estudaram 20 populações de erva-mate nos locais de ocorrência natural da espécie no País. Os resultados determinaram que a variação química observada entre as populações são resultados da constituição genética de cada população e/ou do microclima e da constituição edáfica dos locais de coleta, sugerindo que estas interações determinam a composição química de *I. paraguariensis*.

Avaliações em dezesseis progênies provenientes do Paraná, Donaduzzi (2003) estudou a variação de polifenóis totais e taninos, constando diferenças significativas nos teores de polifenóis totais entre as progênies sendo esta diferença também encontrada quando estas progênies eram cultivadas em diferentes locais. A diferença na concentração de taninos não foi significativa.

### **1.5. Relações morfológicas**

A Floresta Ombrófila Mista constitui-se em uma formação florestal muito importante sob o ponto de vista de biodiversidade. Santa Catarina foi o Estado que mais desmatou a Mata Atlântica no país desde o ano 2000, com um aumento de 7% em relação ao período anterior (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2008).

Um dos grandes problemas para realização de estudos nestas formações diz respeito ao fato de que as áreas remanescentes encontram-se muito fragmentadas e ainda bastante antropizadas. Dessa

forma, a pesquisa fica prejudicada. Poucos estudos sobre o processo dinâmicos da Floresta Ombrófila Mista foram realizados. A complexidade desses estudos do processo dinâmico das florestas está relacionada ao fato de que existem muitas diferenças dentro do mesmo ambiente (DALLA CÔRTE *et al.*, 2007). Mas algumas inferências morfométricas são de fácil obtenção em qualquer tipo de floresta, independente do seu grau de perturbação. De acordo com a mesma autora, são poucos os estudos que procuram relacionar as variáveis morfométricas com variáveis de fácil obtenção, como o diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (h). Por exemplo, segundo Schneider (1993), vários ensaios mostram que existe alta correlação entre o diâmetro do fuste (DAP) e o diâmetro da copa (DC).

O diâmetro de copa é uma variável básica para a dedução de outras características das árvores e corresponde à distância entre as linhas de projeção dos pontos mais externos da copa, sendo a área de projeção da copa a superfície coberta pela projeção vertical da copa de uma árvore. A relação entre o diâmetro de copa e o DAP, foi denominada índice de saliência. Este índice expressa quantas vezes o diâmetro de copa é maior que o DAP (DURLO & DENARDI, 1998). De acordo com os autores, diversos estudos relacionando estas variáveis têm sido realizados. Em estudos realizados por estes autores com *Cabralea canjerana*, encontraram uma razão de 20 vezes entre o DAP e sua copa. Seguindo este raciocínio, pode-se deduzir que a área basal também terá relação positiva com dossel.

Avaliando a relação entre o DAP e o diâmetro da copa em *Araucária angustifolia*, Nutto (2001) constatou a significativa relação entre a área basal das árvores e suas copas. Tonini & Arco-Verde (2005) ao estudarem quatro espécies amazônicas, demonstraram a forte relação entre DAP e DC, em que a razão entre DC e DAP indicou que as copas da castanheira são cerca de 50 vezes maiores que o DAP, contra 14,7 da andiroba, 32,3 do ipê-roxo e 33,1 do jatobá.

Para a canela-sassafrás (*Ocotea odorífera*), Orellana & Koehler (2008) também demonstraram a forte relação entre o DAP não só com o diâmetro da copa, mas também com outros índices morfométricos, afirmando que esta é a variável de maior relação com os índices morfométricos medidos. Roman *et al.* (2011) ao estudarem o louro-pardo (*Cordia trichotoma*) também encontraram as mesmas relações estatísticas significativas entre DAP e DC, e DAP e outras variáveis morfométricas. De acordo com a autora, a existência dessas relações poderá permitir que, para fins de manejo florestal, variáveis de difícil medição (como diâmetro de copa ou proporção de copa, por exemplo)

sejam determinadas a partir de uma variável de fácil obtenção, como é o caso DAP.

Em plantios de erva-mate, Fleig *et al.* (2003) observaram relações positivas entre o DAP e o diâmetro da copa. Entretanto, o aumento da densidade de plantas reduzia esta relação.

A disponibilidade de luz em ambientes florestais é fator que influencia o desenvolvimento das plantas. Em função da resposta a esse fator, as espécies podem ser agrupadas em dois grandes grupos: espécies pioneiras (heliófitas) que requerem radiação solar direta para a germinação e o crescimento satisfatório de suas plântulas, e espécies clímax (umbrófilas), que são tolerantes ao sombreamento inicial, podendo germinar, sobreviver e desenvolver-se sob dossel fechado, com pouca luz (SWAINE & WHITMORE, 1988).

Na dinâmica do dossel, a radiação incidente pode ser esquematizada como o aspecto luminoso, este podendo encontrar elementos da vegetação em qualquer nível de sobreposição ou encontrar a superfície do solo. Após a interceptação, parte do aspecto luminoso e refletida, absorvida e/ou transmitida (TONELI *et al.*, 2007).

Em relação ao comportamento da erva-mate em sistemas florestais, ou agroflorestais, os efeitos da luminosidade, temperatura e umidade do ar e do solo sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas de erva-mate mostram-se sobremaneira importantes, principalmente pela competição por luz que se estabelece naqueles ambientes. O crescimento de caules e folhas da erva-mate poderá ser severamente limitado sob condições de sombreamento excessivo por outras espécies (GLIESSMANN, 2000).

## **1.6. Caracterização climática de Santa Catarina**

Santa Catarina, por sua localização geográfica, é um dos Estados da federação que apresenta melhor distribuição de precipitação pluviométrica durante o ano. Os principais sistemas responsáveis pelas chuvas no Estado são as frentes frias, os vórtices ciclônicos, os cavados de níveis médios, a convecção tropical, a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e a circulação marítima (MONTEIRO, 2001). O relevo de Santa Catarina contribui, fundamentalmente, na distribuição diferenciada da precipitação em distintas áreas do Estado. Em termos de temperatura do ar, as regiões catarinenses apresentam uma variabilidade sazonal bem definida, com verões quentes e invernos frios (PANDOLFO, 2010).

No verão, a intensidade do calor, associada aos altos índices de umidade, favorece a formação de convecção tropical que resultam em pancadas de chuvas, principalmente no período da tarde. A passagem de frentes frias, geralmente, organiza e intensifica a convecção tropical, resultando em tempestades, que se caracterizam por chuvas de forte intensidade, descargas elétricas, rajadas de ventos fortes e granizo. Esta condição de tempo ocorre em todas as regiões do Estado de Santa Catarina.

No norte do Estado a formação de tempestades também pode estar associada à ZCAS. Esse sistema atmosférico forma uma banda de nebulosidade e chuvas, desde o sul da Amazônia, passando por boa parte da região central do país, chegando até o norte do Estado de Santa Catarina (MONTEIRO, 2001), sendo na região sudeste a maior influência da ZCAS. As temperaturas máximas ficam entre 22°C e 30°C (NIMER, 1989). O Planalto, por efeito da altitude, apresenta temperaturas mais amenas. As mínimas ficam em torno dos 15°C e as máximas chegam a 26°C. Nos episódios pré-frontais, as máximas podem chegar a 30°C em áreas mais baixas do Planalto.

Entre final de março e início de abril chegam ao Estado catarinense as primeiras frentes frias, com massas de ar vindas do Sul, provocando declínios bruscos de temperatura do ar (CAVALCANTI, 1984). O outono é um período em que os bloqueios atmosféricos são muito frequentes, impedindo a passagem das frentes sobre o Estado. Normalmente, as frentes frias chegam ao Rio Grande do Sul e são desviadas para o oceano. A estabilidade atmosférica persistente, ocasionada pela falta de passagens frontais e ainda a diminuição da convecção proporcionada pelo calor da tarde, resultam em períodos sem ocorrência de chuva. A diminuição na quantidade de precipitação, característica desta estação, ocorre em todas as regiões do Estado e muitas vezes ocasiona pequenas estiagens que são intensificadas em anos de La Niña. Apesar da característica desta estação, eventos extremos, como tempestades, podem ocorrer em qualquer época, ocasionando chuvas intensas e localizadas que acabam, às vezes, elevando significativamente o total mensal de precipitação de uma determinada localidade (MONTEIRO, 2001).

No inverno, as condições do tempo são influenciadas por sucessivas massas de ar polar provenientes do continente antártico. O ar frio é trazido pela aproximação de anticiclones que se deslocam sobre a Argentina em direção à região Sul do Brasil. Quando instalados sobre Santa Catarina, esses sistemas ocasionam tempo estável, com predomínio de céu claro e acentuado declínio de temperatura em todas

as regiões do Estado, o que favorece a formação de geada e de nevoeiro, fenômenos típicos da estação.

O volume pluviométrico dessa estação, na maioria dos municípios catarinenses, é muito pouco superior ao do outono. Do Planalto ao Oeste, as chuvas são mais volumosas que em áreas próximas ao litoral e as pancadas de chuva e trovoadas atingem com mais intensidade as regiões Oeste, Meio-Oeste e Planalto.

A chuva de granizo possui uma frequência baixa neste período do ano. Sua ocorrência é mais efetiva quando há elevação significativa na temperatura e em seguida entra uma frente fria com atividade moderada a forte. Este tipo de precipitação é mais comum entre o Oeste e o Planalto.

Os mais baixos índices de insolação, para muitas regiões, estão associados às constantes passagens frontais com suas respectivas áreas de nebulosidade e a posição da terra com relação ao sol neste período do ano. Em geral, períodos chuvosos e de altos índices de umidade do ar estão associados a maior predomínio de nuvens, o que inibe a perda de radiação terrestre no período noturno e o aquecimento diurno por radiação solar, resultando, respectivamente, em anomalias positivas de temperatura mínima e negativas de temperatura máxima (PANDOLFO, 2010). No inverno, o aumento de nuvens ocorre devido aos sistemas meteorológicos que atuam no Estado, mantendo as condições de nevoeiros na noite, amanhecer e início da manhã (EPAGRI, 2009).

Outro fenômeno que marca bastante a estação neste período são as geadas, por causa das baixas temperaturas que ocorrem no Estado devido a massa de ar frio. Este fenômeno é mais frequente nas regiões do Planalto e nos municípios mais ao norte do Oeste e Meio-Oeste (MONTEIRO, 2001).

A primavera apresenta tempo mais instável e algumas massas de ar polar podem deslocar-se sobre o Estado, causando declínio acentuado de temperatura do ar e geadas fracas no Planalto, principalmente entre setembro e outubro. Em casos excepcionais, nas áreas mais altas, pode gear em novembro e até em dezembro, embora de forma pontual e bem fraca (MONTEIRO, 2001).

## **1.7. Variáveis meteorológicas**

### **Precipitação**

A precipitação, ou chuva, é a forma principal pela qual a água retorna da atmosfera para a superfície terrestre após os processos de evaporação e condensação, completando assim o ciclo hidrológico. A

quantidade e a distribuição de chuvas que ocorrem anualmente em uma região determinam o tipo de vegetação natural (PEREIRA *et al.*, 2002). As precipitações se originam de nuvens formadas pelo resfriamento por expansão adiabática de massas de ar que se elevam na atmosfera. De acordo com o mecanismo que origina a elevação da massa, as precipitações podem ser dos tipos orográfico, convectivo ou frontal (PANDOLFO, 2010).

O tipo de nebulosidade determina as características da chuva. A nebulosidade estratiforme, de menor desenvolvimento, é responsável por chuva persistente e mais homogênea, na maioria das vezes associadas à circulação, quando a umidade do mar penetra no continente por algumas dezenas de quilômetros. A nebulosidade do tipo cúmulos ou *cumulonimbus* com grande desenvolvimento vertical tem maior capacidade de conter água (VIANELLO & ALVES, 1991).

O regime pluviométrico anual é diferente nas várias regiões do Brasil. Na região Sul as precipitações mensais variam pouco ao longo do ano, não existindo diferenciação de períodos mais ou menos chuvosos (TUBELIS & NASCIMENTO, 1980).

#### Umidade do ar

A umidade do ar é a água, na fase de vapor, que existe na atmosfera. A concentração de vapor d'água na atmosfera é pequena, chegando ao máximo de 4% do volume, mas é extremamente variável. O ar é dito saturado quando o vapor d'água ocorre na sua concentração máxima. Pode-se dizer que quanto maior a temperatura, maior é a capacidade do ar de reter vapor d'água (TUBELIS & NASCIMENTO, 1980). A umidade relativa do ar pode variar de 0 a 100%, assumindo o valor máximo quando a atmosfera estiver saturada (VIANELLO & ALVES, 1991).

A umidade do ar ou vapor d'água na atmosfera tem grande importância nos balanços de energia próximos à superfície do solo e no ciclo hidrológico. Dentre as funções mais importantes tem a de regulador térmico, absorvendo radiação solar e reemitindo essa radiação para o meio, alterando a temperatura nas áreas próximas. Nos processos de mudança de fase (condensação e evaporação), há absorção ou liberação de calor, com o conseqüente resfriamento ou aquecimento do ar circunvizinho. O vapor d'água, na forma de nuvens, transporta calor e água pelas diversas regiões da Terra (VIANELLO & ALVES, 1991).

De acordo com Monteiro (2007), a umidade relativa varia inversamente com a temperatura, ou seja, mais elevada durante a noite,

especialmente, no final da madrugada e mais baixa no começo da tarde, quando a temperatura é mais elevada.

O relevo é um elemento importante na umidade do ar. Locais de maior altitude apresentam umidade relativa mais baixa em relação às costeiras e a diferença torna-se mais evidente no inverno e primavera. Esse fato pode ser explicado pelo efeito do relevo, pois dentro da troposfera os valores de umidade relativa tendem a diminuir com a altitude (MONTEIRO, 2007).



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Região de Estudo

#### 2.1.1 Planalto Norte Catarinense

A Macrorregião do Planalto Norte Catarinense (Figura 3) é composta pelas Microrregiões Geográficas de Canoinhas e de São Bento do Sul. É formado por 14 municípios: Bela Vista do Toldo; Campo Alegre; Canoinhas; Irineópolis; Itaiópolis; Mafra; Major Vieira; Matos Costa; Monte Castelo; Papanduva; Porto União; Rio Negrinho; São Bento do Sul e Três Barras (SOUZA, 2009). As cidades pólos do Território Planalto Norte são Porto União, Canoinhas, Mafra e São Bento do Sul. Ocupa uma área de aproximadamente 10.466,70 Km<sup>2</sup>. A população total do território é de 357.082 habitantes, dos quais 84.430 vivem na área rural, o que corresponde a 23,64% do total (MDA, 2011).

O Planalto Norte é uma região de grande produção de erva-mate a partir de ervais nativos, representando 38,33% (1.974 estabelecimentos) do total produzido no Estado (5.150 estabelecimentos). A região detém 27,18% da produção deste tipo de matéria prima em Santa Catarina (Icepa, 2011).



Figura 3: Região do Planalto Norte Catarinense.

Fonte: <http://neuterque.files.wordpress.com/2010/10/02-planalto-norte1.jpg>

## 2.1.2 Parcelas de Amostragem

Foram selecionadas propriedades, reconhecidas por sua tradição na extração de erva-mate, nos municípios de Campo Alegre, Major Vieira, Irineópolis e Mafra (Figura 4). Para cada propriedade foram alocadas quatro parcelas fixas medindo 10m x 20m e todas as árvores com DAP igual ou superior a 1,0 centímetro foram medidas. Os dados de DAP foram medidos com o auxílio de suta. Os dados de DAP foram agrupados em duas classes, sendo identificados os indivíduos de erva-mate e a classe chamada de outras espécies, sem identificação das espécies dos indivíduos diferentes de erva-mate.

A área basal corresponde à soma das áreas transversais de árvores individuais a 1,3 metros, projetadas sobre o solo, numa parcela ou hectare. É dada em m<sup>2</sup> por unidade de área e foi calculado a partir dos dados de DAP. Com os dados de DAP e o número de indivíduos foi possível saber a área basal média das parcelas.

Através da área basal é possível saber quanto da superfície do solo é coberta pelas plantas e dessa maneira estimar a densidade de plantas em cada parcela.

### 2.1.2.1 Campo Alegre

O município de Campo Alegre está situado próximo da borda da serra geral, nas coordenadas 26°11'32,09" S e 49°16'06" O, em altitude aproximada de 850 metros acima do nível do mar.

As parcelas foram demarcadas na comunidade do Salto, distante aproximadamente 10 quilômetros da sede do município. Neste local as parcelas encontram-se em área de mata nativa, sem animais de pastoreio, caracterizado pela presença de vegetação rasteira. Por ocasião da colheita a área é roçada. A colheita das erva-mates é bianual.

### 2.1.2.2 Major Vieira

O município de Major Vieira está situado nas coordenadas 26°21'50" S e 50°19'40" O, em altitude aproximada de 800 metros acima do nível do mar.

As parcelas estão situadas na comunidade de Serra Preta, a uma distância de aproximadamente 30 quilômetros da sede do município. Neste local as parcelas encontram-se em área de caíva e estavam a dois anos sem colheita.

### 2.1.2.3 Irineópolis

O município de Irineópolis está situado nas coordenadas 26°18'34"S e 50°51'48,7" O em altitude aproximada de 800 metros acima do nível do mar.

As parcelas estão situadas na comunidade de Campo do Meio, distante aproximadamente 30 quilômetros da sede do município. Neste local as parcelas encontravam-se em área de caíva e estavam a três anos sem colheita.

### 2.1.2.4 Mafra

O município de Mafra está situado nas coordenadas 26°10'33,3" S 49°56'05,5" O em altitude aproximada de 800 metros acima do nível do mar. Neste município as parcelas foram compostas exclusivamente de erva-mate, sem a presença de outras espécies arbóreas, plantado em sistema homogêneo (à pleno sol).

## 2.2. Dados Meteorológicos

Foram utilizadas séries diárias de temperatura do ar média, mínima e máxima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%). Os dados foram fornecidos pela EPAGRI/CIRAM (Empresa de Pesquisa e Extensão Agropecuária de Santa Catarina), conforme Tabela 1. A distribuição geográfica das estações meteorológicas é mostrado na Figura 5.

O período de dados utilizado para a caracterização climática da região variou de acordo com a disponibilidade de dados de cada estação meteorológica, tendo como padrão o período de 1990 a 2011. Para efeito comparativo ao período de experimento, utilizou-se análises peculiares para o período de 2008 a 2011.

As estações convencionais foram utilizadas como referência para região do PNC por apresentarem séries mais extensas de dados, entretanto foram utilizadas as informações das estações automáticas para análises peculiares (médias e valores absolutos), dentro do período de formação dos compostos secundários (2008-2011). Tanto as estações convencionais quanto as estações telemétricas foram selecionadas de acordo com a proximidade dos locais onde foram instaladas as parcelas.

Tabela 1. Localização geográfica e início do período de funcionamento das estações meteorológicas utilizadas para a caracterização climática do Planalto Norte Catarinense.

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	TIPO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	INÍCIO
Major Vieira	Convencional	26° 21' 52"	50° 20' 12"	765	abr/87
Rio Negrinho	Convencional	26° 14' 51"	49° 34' 47"	862	jun/90
Campo Alegre	Faxinal	26° 11' 07"	49° 17' 15"	895	out/08
	Saltinho	26° 07' 07"	49° 13' 22"	879	mar/09
Irineópolis	Bom Retiro	26° 19' 09"	50° 45' 53"	815	abr/09
	Poço Preto	26° 17' 56"	50° 50' 19"	811	out/08
Três Barras	Automática	26° 10' 33"	50° 10' 48"	798	mar/09



Figura 4. Mapa de localização das estações meteorológicas utilizadas para a caracterização climática do Planalto Norte Catarinense.

## 2.3. Preparo das Amostras

### 2.3.1. Material vegetal

As amostras de *Ilex paraguariensis* foram realizadas na primeira semana do mês de junho de 2011. Foi feita a colheita de ramos, procurando amostrar representativamente toda a área da copa das plantas (base, meio e topo) e posteriormente retirando-se somente as folhas de cada ramo e homogêneas. De cada parcela foram colhidos aproximadamente três quilos de material foliar.

As amostras foram acondicionadas em sacos de rafia para o transporte até a Estação Experimental da Epagri de Canoinhas, e colocadas para secagem em estufa de circulação de ar com temperatura de secagem à 45°C por 72 horas até peso constante. Depois de secas as

amostras foram trituradas em moinho de facas e acondicionadas em sacos de papel até o momento de preparo do extrato aquoso.

### 2.3.2. Preparo do extrato aquoso

O preparo do extrato aquoso seguiu a metodologia descrita por Coelho *et al.* (2007), com modificações. Essa metodologia procura reproduzir a forma como o chimarrão é popularmente utilizado. Os extratos aquosos foram preparados por infusão, utilizando 10 gramas de folhas trituradas em 100 mililitros de água ultra-pura, por 10 minutos. Após, foram filtrados em funil de Büchner com auxílio de bomba de vácuo. Os extratos foram preparados em triplicata.

### 2.3.3. Determinação do resíduo seco

Para determinação do resíduo seco das amostras foi realizado o procedimento conforme a Farmacopéia Brasileira (2010), utilizando-se pesa-filtros previamente dessecados e pesados. Foram pipetados 2,0 ml de cada amostra e colocadas em pesa-filtro para secagem a 105° C por 2 horas. Após este processo as amostras foram deixadas esfriando em temperatura ambiente em dessecador e posteriormente pesadas. A operação foi repetida até as amostras atingirem peso constante.

### 2.3.4 Metodologias Analíticas

O desenvolvimento, a validação das metodologias analíticas e as análises por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) foram realizadas com o auxílio do mestrando Carlos Henrique Blum da Silva e pelo Prof. Dr. Flávio Henrique Reginatto (Laboratório de Farmacognosia, Departamento de Ciências Farmacêuticas, CCS, UFSC), conforme metodologias propostas por Reginatto *et al.* (1999), Coelho *et al.* (2001), e Bordignon Jr. (2009).

### 2.3.5. Fenólicos Totais

Os ensaios para determinação dos fenólicos totais seguiram a metodologia colorimétrica de Folin-Ciocalteu descrita por Singleton *et al.* (1999), com pequenas modificações. Um volume de 50 µL da amostra foi misturada com 1,2 mL de água destilada e logo em seguida adicionado 250 µL do reagente Folin-Ciocalteu. Após 6 minutos, 2,5

mL de solução aquosa de carbonato de sódio 7% foram adicionados e completado o volume com 2 mL de água destilada. As soluções foram mantidas ao abrigo de luz por 90 minutos para posterior leitura em comprimento de onda de 760 nm em espectrofotômetro UV/Vis marca Perkin Elmer® modelo Lambda 25. Como branco foi utilizado água destilada. Os resultados foram comparados com concentrações conhecidas de ácido gálico. Os resultados foram expresso em mg/g de extrato.

### 2.3.6. Metilxantinas

A análise cromatográfica quantitativa das metilxantinas foi realizada em coluna C8 *Brownlee Analytical* da Perkin-Elmer (150 x 4,6 mm d. i., 5  $\mu$ m) em um sistema de eluição isocrática com os 0,2% (pH 8,0) na proporção de 80:20. A fase móvel foi preparada e degaseificada por sonicação antes da utilização, diariamente. O fluxo utilizado foi de 0,9 mL/min e o volume de injeção foi 20  $\mu$ L. Os cromatogramas foram obtidos no comprimento de onda de 280 nm, enquanto os espectros de UV foram obtidos na faixa de 200-450nm.

### 3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes à área basal e compostos secundários foram submetidos à análise de variância pelo programa computacional WinStat 2.0 (Machado e Conceição, 2003) para verificação da existência de diferença entre os municípios, e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro para separação de médias.

Para a caracterização climática foi realizada, primeiramente, uma análise de consistência dos dados em cada estação meteorológica e posteriormente, uma análise estatística descritiva nos dados diários de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação referentes a região de estudo, em nível anual e mensal.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Perfil da área basal e compostos secundários

#### 4.1.1. Perfil da área basal

Os valores observados para área basal (Figura 5) mostram que o município de Campo Alegre apresentou os maiores valores, tanto para a maior área basal total, com 39,5 m<sup>2</sup>/ha (soma da área basal da erva-mate e das outras espécies) como para a área basal da erva-mate, com 9,9 m<sup>2</sup>/ha, com diferenças significativas para os municípios de Major Vieira, Irineópolis e Mafra. Em Major Vieira, a área basal da erva-mate é 6,7 m<sup>2</sup>/ha sendo o valor da área basal total de 28,6 m<sup>2</sup>/ha. Em Irineópolis, a área basal da erva-mate é de 5,4 m<sup>2</sup>/ha e a área basal total 26,7 m<sup>2</sup>/ha.

Na classe denominada de outras espécies os valores encontrados foram 29,6 m<sup>2</sup>/ha; 21,9 m<sup>2</sup>/ha e 21,5 m<sup>2</sup>/ha para Campo Alegre, Major Vieira e Irineópolis, respectivamente. Através da área basal dessa classe é possível observar que existe similaridade entre os municípios, pois essa classe não apresentou diferença significativa. Os resultados sugerem haver um padrão estabelecido na região do Planalto Norte quando se trata do manejo das espécies que exercem o sombreamento nas plantas de erva-mate. De acordo com os dados encontrados, as localidades de Major Vieira e Irineópolis apresentaram similaridade para todas as variáveis avaliadas, reforçando a idéia de haver um padrão de manejo nos remanescentes florestais de onde a erva-mate é extraída.

Na Figura 5 podemos verificar os valores encontrados para todos os municípios em relação à área basal da erva-mate, das outras espécies e a área basal total.

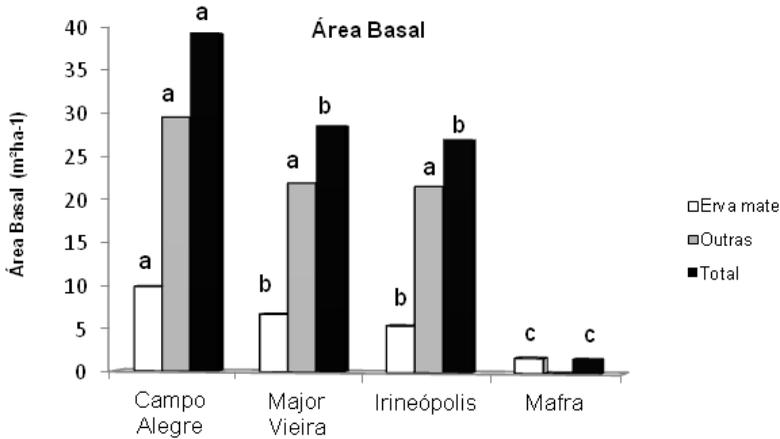


Figura 5: Área basal das classes denominadas Erva-mate, Outras e Total, avaliadas nos municípios de Campo Alegre, Major Vieira, Irineópolis e Mafra. Letras diferentes mostram diferenças significativas entre as classe dos municípios pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Se calcularmos a área basal média por indivíduo (razão entre a área basal total da classe e o número de total de indivíduos da classe) da classe outras espécies, classe esta que exercem sombreamento na erva-mate, poderemos ter uma idéia da densidade de árvores encontradas nas áreas amostradas em cada município, e assim ter uma idéia do sombreamento em cada local (Figura 6).

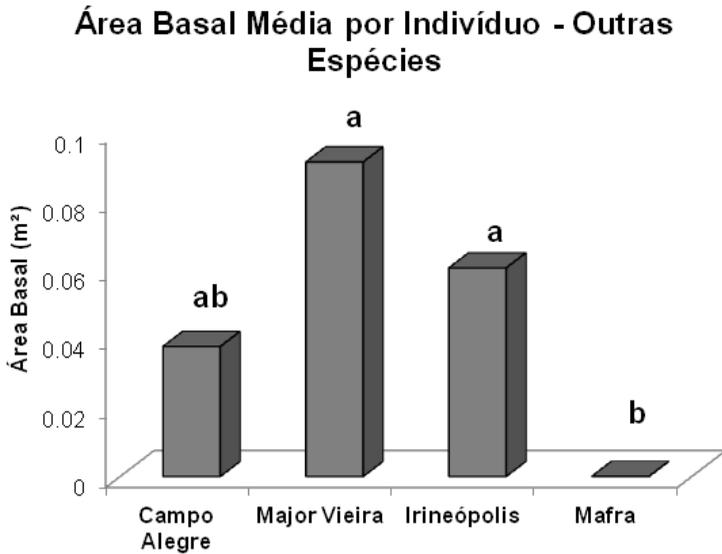


Figura 6. Área basal média da classe Outras, nos municípios de Campo Alegre, Major Vieira, Irineópolis e Mafra. Letras diferentes mostram diferenças significativas entre a área basal dos municípios amostrados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Número de indivíduos nas classes Erva-mate, Outras e Total, em cada parcela nos municípios de Campo Alegre, Major Vieira, Irineópolis e Mafra, SC.

Local	Parcela	Erva mate	Outras	Total
Campo Alegre	1	6	10	16
Campo Alegre	2	17	8	25
Campo Alegre	3	6	24	30
Campo Alegre	4	11	23	34
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>65</b>	<b>105</b>
Major Vieira	1	3	13	16
Major Vieira	2	7	6	13
Major Vieira	3	6	4	10
Major Vieira	4	2	3	5
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>26</b>	<b>44</b>
Irineópolis	1	18	7	25
Irineópolis	2	3	6	9
Irineópolis	3	16	9	25
Irineópolis	4	10	7	17
<b>TOTAL</b>		<b>47</b>	<b>29</b>	<b>76</b>
Mafra	1	9	0	9
Mafra	2	10	0	10
Mafra	3	10	0	10
Mafra	4	10	0	10
<b>TOTAL</b>		<b>39</b>	<b>0</b>	<b>39</b>

Em Campo Alegre a área basal média das outras espécies foi 0,038 m<sup>2</sup>/ha. Em Major Vieira e Irineópolis a área basal média das outras espécies foi 0,091 m<sup>2</sup>/ha e 0,060 m<sup>2</sup>/ha, respectivamente. Campo Alegre apresentou os menores valores em relação aos municípios que possuem cultivo sombreado. Apesar de não apresentar diferenças significativas em relação aos municípios de Major Vieira e Irineópolis, seu valor é menor. Através do cálculo da área basal média de cada classe (erva-mate, outras e total), pode-se inferir que as áreas que apresentam maior quantidade de indivíduos são as áreas que apresentam os menores valores de área basal média. Desta forma, quanto menor a área basal média das plantas por área, maior é a densidade de indivíduos. Os

valores encontrados mostram que o município de Campo Alegre apresentou a menor área basal média quando comparado com os demais municípios e, portanto, possui maior densidade de indivíduos da classe denominada de outras espécies nas parcelas avaliadas e conseqüentemente, o maior sombreamento. De acordo com Larcher (2000) e Monteith (1965) a distância entre plantas e a densidade de cobertura vegetal determinam a atenuação da radiação.

Seguindo o mesmo raciocínio, Major Vieira apresenta o menor sombreamento, pois apresenta a maior área basal média dos indivíduos das outras espécies, ou seja, possui menos indivíduos e possibilita maior entrada de luz nos locais onde se encontram as plantas de erva-mate.

Em relação à concentração de compostos secundários em função da quantidade de luz, as plantas amostradas no município de Campo Alegre apresentaram a maior concentração de compostos fenólicos (336,72 mg/g) e foi significativamente diferente de Major Vieira (268,84 mg/g), Irineópolis (270,46 mg/g) e Mafra (241,93 mg/g). A menor concentração de compostos fenólicos foi obtida observada no plantio a pleno sol (Mafra), que diferiu estatisticamente de Major Vieira e Irineópolis (Figura 7).

Através dos resultados obtidos, é possível supor o decréscimo na concentração dos compostos fenólicos em função da diminuição da densidade de plantas, ou seja, do aumento da luminosidade. Dessa maneira, a concentração de compostos de fenólicos parece apresentar uma relação diretamente proporcional com o aumento do sombreamento.

**Concentração de Compostos Fenólicos por Município**

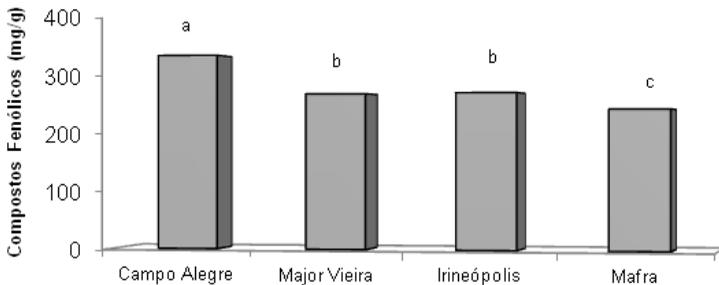


Figura 7. Concentração de compostos fenólicos (mg/g) em extrato aquoso de *Ilex paraguariensis* nos municípios de Campo Alegre, Major Vieira, Irineópolis e Mafra. Letras diferentes mostram diferenças significativas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade nas concentrações de compostos fenólicos entre os municípios.

As maiores concentrações de cafeína foram encontradas nas amostras de Irineópolis (63,35 mg/g) e Campo Alegre (61,75 mg/g), sendo as amostras nestes dois municípios semelhantes estatisticamente. Em Major Vieira, a concentração de cafeína nas plantas amostradas foi 39,06 mg/g e significativamente diferente das amostras dos outros municípios. A menor concentração de cafeína foi encontrada nas plantas de Mafra, 23,00 mg/g sendo significativamente diferente das amostras dos outros locais (Figura 8).

Para teobromina, os valores observados nas amostras para os municípios de Major Vieira (11,97 mg/g), Campo Alegre (11,05 mg/g) e Irineópolis (9,67 mg/g) não diferiram estatisticamente, enquanto a concentração das amostras de Mafra (2,03 mg/g) foi significativamente diferente das amostras dos outros municípios (Figura 8).

As metilxantinas possuem a mesma relação com o sombreamento que os compostos fenólicos, ou seja, há um aumento da concentração destes compostos quando há um aumento do sombreamento. A cafeína não apresentou diferenças significativas na concentração das amostras nos dois municípios de maior sombreamento, Irineópolis e Campo Alegre, com valores de 63,35 mg/g e 61,75 mg/g, respectivamente, mas com diferenças significativas na concentração das amostras em relação aos municípios de Major Vieira e Mafra, com valores de 39,07 mg/g e 23,00 mg/g.

O município de Major Vieira, é o que apresenta maior luminosidade dentre os municípios com cultivo sombreado, e foi o que apresentou menores valores na concentração de cafeína nas amostras sendo estatisticamente diferente dentre os municípios com sombreamento. Mafra, que não possui sombreamento, diferiu estatisticamente dos outros locais e apresentou a menor concentração de cafeína.

A concentração de teobromina não apresentou diferenças significativas nas amostras dos municípios com sombreamento, mas no plantio a pleno sol foi significativamente diferente e apresentou a menor concentração desse composto. A Figura 8 ilustra esses resultados.

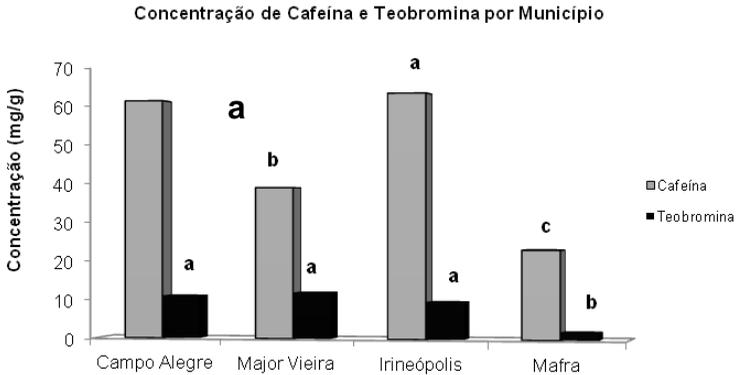


Figura 8. Concentração de cafeína e teobromina por município. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade nas concentrações de cafeína e teobromina entre os municípios.

Para todos os locais de coleta foram observadas concentrações de cafeína superiores às de teobromina, o que está de acordo com os resultados obtidos por vários autores, que também encontraram concentrações menores de teobromina em relação à cafeína em diversas condições de cultivo (REGINATTO *et al.*, 1999; ESMELINDRO *et al.*, 2004; BORILLE *et al.*, 2005; STRASSMANN *et al.*, 2008).

De acordo com a teoria de Coley *et al.* (1985), a quantidade e o tipo de defesa nos vegetais são afetadas pela disponibilidade de recursos do ambiente. Em ambientes com alta disponibilidade de recursos, como em ambientes com alta luminosidade, o custo de produção de novas estruturas vegetativas deve ser menor do que o investimento em estruturas de defesa e a produção de compostos secundários seriam menores. Ao contrário, plantas crescendo em ambientes com limitação de recursos, como em áreas de baixa disponibilidade de luz, investiriam na defesa de suas estruturas vegetativas. O interior das florestas, com limitação de luminosidade, proporciona ambientes favoráveis para que isso aconteça e explicaria a maior concentração de compostos secundários nas áreas de maior densidade de plantas, ou seja, maior sombreamento.

A erva-mate é uma planta de alta longevidade foliar (COELHO & MARIATH, 1996) e o investimento em estruturas de defesa seria a justificaria para a produção de compostos fenólicos e metilxantinas em

maiores quantidades para a defesa destas estruturas contra predadores em áreas de menor disponibilidade de recursos, como os ambientes sombreados. Os resultados observados apresentaram um padrão lógico de produção de compostos de defesa e proteção do vegetal.

Resultados similares em relação aos compostos fenólicos também foram encontrados por Streit *et al.* (2007) quando comparou plantios nativos e reflorestados. As áreas de maior luminosidade (reflorestados) apresentaram teores inferiores de ácido cloregênico, cafeína e ácido gálico em relação aos plantios de menor luminosidade.

Suertegaray (2002) ao estudar a concentração de fenóis em plantas de erva-mate encontrou os maiores valores para as plantas que se encontravam em luminosidades entre 22% e 78%.

Plantas umbrófilas necessitam de sombreamento no início de seu desenvolvimento e quando adultas procuram maior luminosidade acima do dossel (MORAIS, 2003). As plantas de erva-mate nas áreas aqui avaliadas sofrem podas constantes, que não permitem seu pleno desenvolvimento, ficando sempre abaixo do dossel, limitando o recebimento de luz.

Coelho (2003) ao estudar os teores de metilxantinas em *Ilex paraguariensis* em sombreamento natural observou um aumento significativo na concentração de cafeína e teobromina no tratamento de menor luminosidade, sendo os teores de cafeína muito superior aos teores de teobromina.

Ao estudar a influência da luminosidade sobre os teores de cafeína e teobromina, Rachwal *et al.* (2002) encontraram teores significativamente superiores desses compostos nos locais de menor luminosidade.

O erval de manejo sombreado (nativo) apresentou maiores concentrações de todos os compostos avaliados em oposição ao cultivo homogêneo (céu aberto/pleno sol), demonstrando a diferença existente entre os dois tipos de cultivo. As diferenças encontradas entre os dois tipos de ervais podem gerar produtos diferenciados a partir da matéria-prima oriunda entre um tipo de erval e outro e representar uma oportunidade de mercado para bebidas de *Ilex paraguariensis*.

A região do Planalto Norte Catarinense é notória por sua erva-mate, de onde sai a matéria prima para o chimarrão e outras bebidas a base de *Ilex paraguariensis*. A diferença encontrada entre os dois tipos de ervais justificaria a notoriedade da região por seus produtos oriundos dos ervais nativos, uma vez que a composição química da planta interfere diretamente no produto gerado a partir dela (STREIT *et al.*,

2007; PAGLIOSA *et al.*, 2009) e possibilita a criação de uma identidade regional para erva-mate dos ervais nativos da região do PNC.

Para Santa Catarina, os produtos típicos de origem, a partir da incorporação de uma identidade regional e cultural, constituem uma alternativa de grande potencial socioeconômico. De maneira concreta, significa valorizar melhor os recursos que o Estado dispõe, conhecer os potenciais de clima-solo *terroirs*, e reconhecer as tradições e os conhecimentos locais *savoir-faire*, associando-os, a partir daí, ao conhecimento científico necessário à plena expressão do potencial regional ou territorial (ERN *et al.*, 2005).

A tipicidade dos ervais nativos, aliado às novas oportunidades de mercado como o de produtos de origem, com selos distintivos de qualidade, mostra-se como grande oportunidade para os ervais de remanescentes florestais da região do Planalto Norte Catarinense. Através da inserção em mercados que valorizem e reconheçam a importância destes ervais, poderíamos garantir a perpetuação destas florestas e o modo tradicional de transformação dos produtos à base de erva-mate.

No atual cenário agrícola brasileiro, onde a exploração da agricultura parece ser a grande vilã da preservação ambiental, os ervais nativos da região são um grande exemplo de como a exploração agrícola e a manutenção da floresta podem caminhar juntas e contribuir para a perpetuação de um produto não só com valor monetário ou ambiental, mas também com valor histórico-cultural.

## **4.2. Caracterização climática da região PNC**

### **4.2.1. Temperatura do ar**

De acordo com as séries históricas da temperatura do ar disponível para o município de Rio Negrinho, o mês mais frio é julho, sendo 8°C a média da temperatura mínima do ar. Segundo Suertegaray (2002), a erva-mate é adaptável a regiões com temperatura do ar para o mês mais frio variando entre 8°C e 19°C. O mês mais quente é fevereiro, com a média da temperatura máxima sendo 23,3°C. Conforme pode-se observar na Figura 9a, os meses de inverno (junho, julho e agosto) caracterizam como o período de menores valores médios mensais de temperatura do ar. Nessa localidade, a oscilação diária da temperatura do ar variou de -6,0°C (mínima) a 37,2°C (máxima).

Para a série histórica da temperatura do ar de Major Vieira, em média, o mês mais frio foi julho, com média da temperatura mínima de  $6,4^{\circ}\text{C}$  e o mês mais quente é janeiro, com a média da temperatura máxima de  $27,4^{\circ}\text{C}$  (Figura 9b).

O município de Major Vieira registrou a menor temperatura mínima no mês de agosto,  $-7,0^{\circ}\text{C}$  (ano 1991) e o maior valor de temperatura máxima foi observado no mês de janeiro:  $35,5^{\circ}\text{C}$  (ano 2006).

Os dados referentes às temperaturas mínimas e máximas mostram as diferenças marcantes entre as estações do ano. De acordo com Pandolfo (2010), as regiões catarinenses apresentam uma variabilidade sazonal bem definida em termos de temperatura do ar, com invernos frios e verões quentes.

Entre os anos de 2008 e 2011 (Tabela 3), período de produção dos compostos secundários nas áreas estudadas, tanto para Rio Negrinho quanto para Major Vieira, o mês mais frio foi junho, com a menor temperatura registrada no ano de 2009, em Major Vieira,  $5,1^{\circ}\text{C}$ . As únicas exceções ocorreram para Rio Negrinho no ano de 2010, com valores mínimos para o mês de agosto ( $7,7^{\circ}\text{C}$ ) e Major Vieira no ano de 2010, onde o mês de menor temperatura ocorreu em julho, com  $5,7^{\circ}\text{C}$ , conforme pode ser visto na Tabela 2. No ano de 2008, o mês mais quente foi fevereiro,  $26,8^{\circ}\text{C}$  e  $27,4^{\circ}\text{C}$  para Rio Negrinho e Major Vieira, respectivamente. Em 2009 o mês mais quente para as duas localidades foi registrado em novembro,  $29^{\circ}\text{C}$  e  $29,2^{\circ}\text{C}$ , em Rio Negrinho e Major Vieira, respectivamente. Os dados referentes aos anos de 2010 e 2011 estão disponíveis somente para Rio Negrinho e apontam como fevereiro o mês mais quente ( $28,7^{\circ}\text{C}$ ) para 2010 e janeiro ( $29^{\circ}\text{C}$ ) para 2011, no período de análise das amostragens (Tabela 3).

Através dos dados diários de temperatura do ar pode-se calcular a amplitude térmica (diferença entre a temperatura máxima e temperatura mínima) da série histórica dos dois municípios. Em ambos os locais, a maior amplitude ocorreu no mês de agosto. Em Rio Negrinho foi de  $12,5^{\circ}\text{C}$  e em Major Vieira  $13,4^{\circ}\text{C}$ , sendo a média da amplitude de  $10,5^{\circ}\text{C}$  e  $11,3^{\circ}\text{C}$  respectivamente. De maneira geral, as amplitudes foram mais variáveis em Major Vieira que em Rio Negrinho. Os resultados podem observados com mais detalhes na Tabela 4.

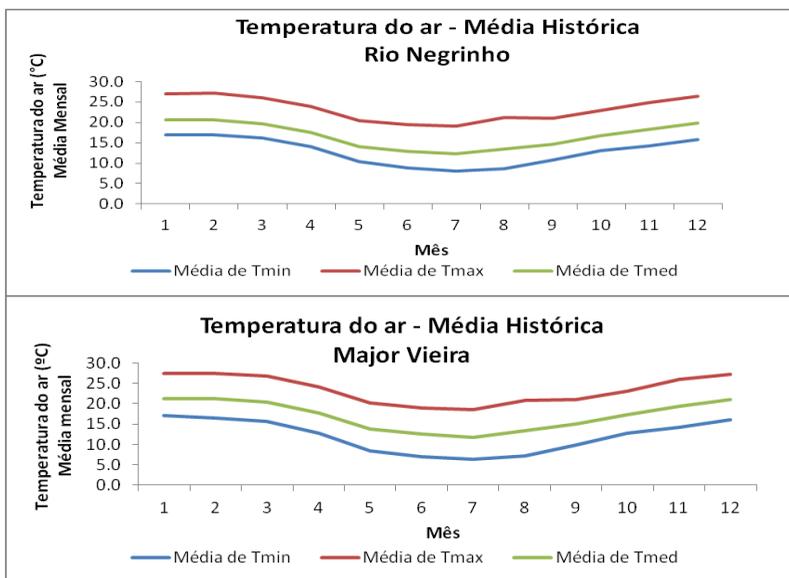


Figura 9: Média histórica mensal da temperatura do ar (1990 – 2011) para os municípios de Rio Negrinho (a) e Major Vieira (b), no Estado de Santa Catarina.

Tabela 3. Média da temperatura mínima e máxima do ar para Rio Negrinho (RN) e Major Vieira (MV) no período de 2008-2011. <sup>1</sup> Dados observados até junho de 2011, período de coleta dos dados; <sup>2</sup> Dados não disponíveis.

ANO	MÉDIA DAS MÍNIMAS			MÉDIA DAS MÁXIMAS		
	Município	MÊS	TEMP. MÍN. (°C)	Município	MÊS	TEMP. MÁX. (°C)
2008	RN	junho	7,8	RN	fevereiro	26,8
	MV	junho	6,2	MV	fevereiro	27,4
2009	RN	junho	6,8	RN	novembro	29,0
	MV	junho	5,1	MV	novembro	29,2
2010	RN	agosto	7,7	RN	fevereiro	28,7
	MV	julho	5,7	MV <sup>2</sup>		
2011	RN <sup>1</sup>	junho	6,6	RN <sup>1</sup>	janeiro	29,0
	MV <sup>1</sup>	junho	5,8	MV <sup>2</sup>		

Tabela 4. Média da temperatura mínima e máxima e amplitude térmica da série histórica (1990-2011) para os municípios de Rio Negrinho e Major Vieira, SC.

RIO NEGRINHO				MAJOR VIEIRA		
Mês	Média de T <sub>min</sub>	Média de T <sub>max</sub>	Amplitude	Média de T <sub>min</sub>	Média de T <sub>max</sub>	Amplitude
janeiro	16.9	26.9	10.0	17.3	26.9	9.6
fevereiro	17.0	27.2	10.2	17.4	27.4	10.0
março	16.1	26.1	10.0	16.5	27.4	10.9
abril	14.0	24.0	10.0	12.4	24.2	11.8
maio	10.3	20.4	10.1	8.5	21.2	12.7
junho	8.9	19.4	10.5	5.7	17.8	12.1
julho	8.0	19.0	11.0	6.4	19.0	12.6
agosto	8.7	21.2	12.5	7.8	21.3	13.5
setembro	10.7	21.0	10.3	10.1	20.3	10.2
outubro	13.1	22.9	9.9	13.2	22.8	9.6
novembro	14.3	24.9	10.6	16.1	27.0	10.9
dezembro	15.9	26.5	10.6	16.4	28.0	11.6
<b>Média</b>	<b>12.8</b>	<b>23.3</b>	<b>10.5</b>	<b>12.3</b>	<b>23.6</b>	<b>11.3</b>

As anomalias de temperatura do ar para o período de 2008 – 2011 mostram os desvios dessa variável climática em relação as médias mensais históricas.

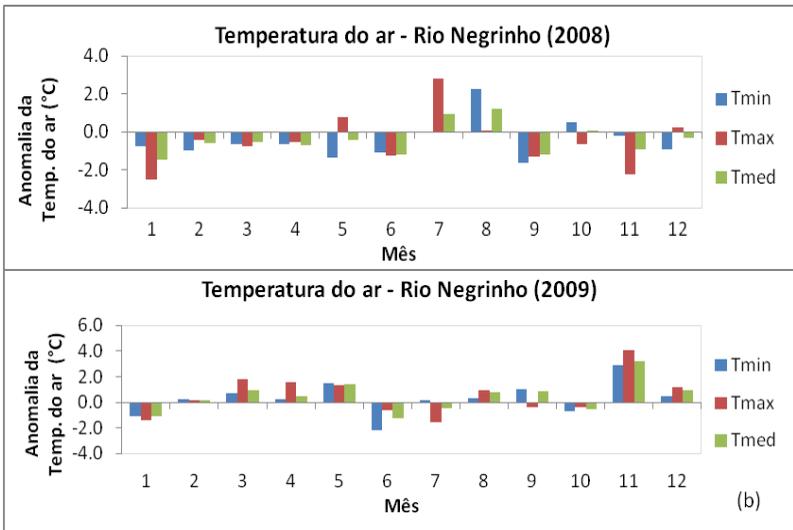
Em Rio Negrinho, no ano de 2008, as anomalias de temperatura do ar foram, em sua maioria negativas, com desvios de temperatura máxima do ar, em relação a média histórica de  $-2,5^{\circ}\text{C}$  em janeiro e de  $-2,2^{\circ}\text{C}$  em novembro (Figura 10a). O mês de julho destacou-se por apresentar a média da temperatura máxima do ar superior ao esperado,  $2,8^{\circ}\text{C}$  acima. O mesmo foi observado em Major Vieira, onde as anomalias das médias da temperatura do ar foram em sua maioria negativas, com destaque para a média da temperatura mínima, que ficou  $1,7^{\circ}\text{C}$  abaixo da média em abril e  $-1,4^{\circ}\text{C}$  em maio (Figura 11a). Neste ano, as anomalias das médias da temperatura mínima, máxima e média foram destacadamente negativas. Campos (2010) relata que o ano de 2008 foi um dos anos mais frio da última década devido ao resfriamento das águas do Oceano Pacífico, fenômeno conhecido como La Niña.

O ano de 2009 foi, marcadamente, mais positivo em relação às médias da temperatura do ar, com destaque para o mês de novembro em Rio Negrinho que apresentou anomalia positiva para a temperatura mínima ( $2,9^{\circ}\text{C}$ ), máxima ( $4,0^{\circ}\text{C}$ ) e média ( $3,2^{\circ}\text{C}$ ) (Figura 10b). Major Vieira também apresentou anomalias positivas nesse ano de 2009, com destaque para os meses de novembro e dezembro. Novembro apresentou anomalias mais pronunciadas, sendo a temperatura média mínima  $3,6^{\circ}\text{C}$  acima da média histórica, a máxima  $3,3^{\circ}\text{C}$  e a média  $3,5^{\circ}\text{C}$  (Figura 11b). Neste mesmo ano, em ambas as localidades, os meses de janeiro e junho

apresentaram valores médios mensais de temperatura do ar inferiores ao esperado.

Em 2010, as anomalias foram menos pronunciadas que nos anos anteriores das séries. Os desvios foram inferiores a  $-1,7^{\circ}\text{C}$  para todas as médias de temperatura do ar em Rio Negrinho. A anomalia positiva de maior destaque ocorreu para a média da temperatura mínima em dezembro ( $2,9^{\circ}\text{C}$ ), conforme pode ser observado na Figura 10c. Os dados meteorológicos para o município de Major Vieira, a partir desse ano, não apresentam consistência, principalmente de máximas e médias.

A série de dados de Rio Negrinho no ano de 2011, foi analisada somente até o mês de coleta das amostras de erva mate, ou seja, junho. Nesse ano, em Rio Negrinho, os desvios em relação as médias históricas da temperatura mínima foram mais pronunciados que nos anos anteriores, com anomalias positivas nos meses mais quentes ( $4,8^{\circ}\text{C}$  em janeiro e  $3,3^{\circ}\text{C}$  em fevereiro) e anomalia negativa no mês de junho ( $-6,4^{\circ}\text{C}$  abaixo da média) conforme pode ser observado na Figura 10d.



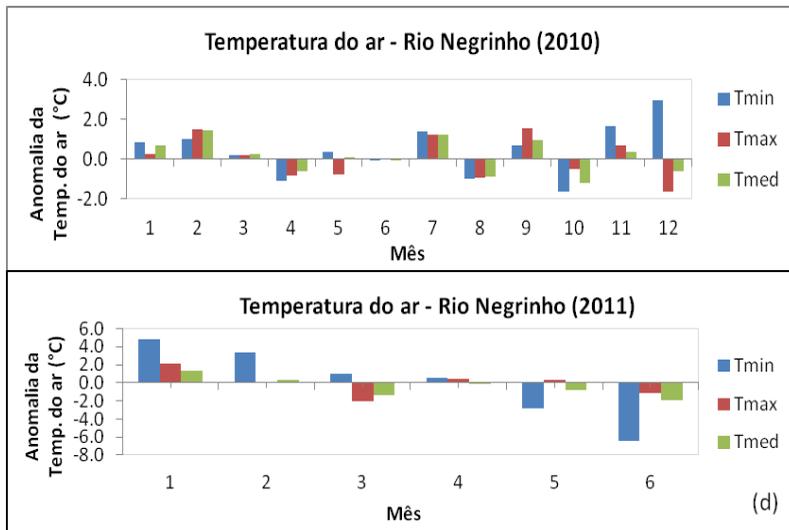


Figura 10: Anomalias mensais de temperatura do ar da estação meteorológica de Rio Negrinho, para os anos de 2008 (a), 2009 (b), 2010 (c) e 2011 (d), referentes a série histórica da estação.

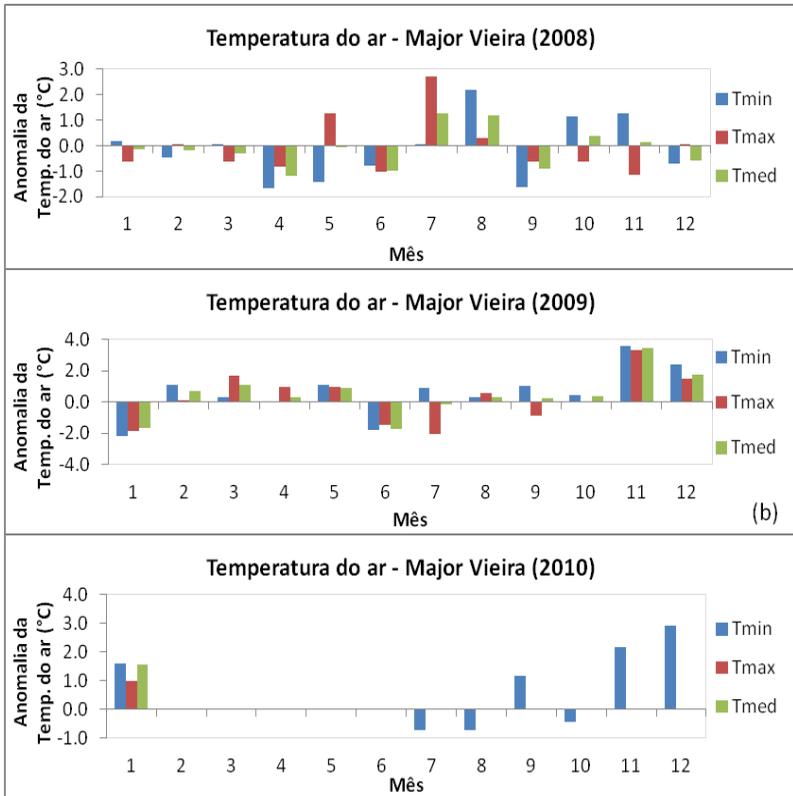


Figura 11: Anomalias mensais de temperatura do ar da estação meteorológica de Major Vieira, SC, para os anos de 2008 (a), 2009 (b) e 2010 (c) referentes a série histórica da estação.

Como complemento das análises, incluiu-se as séries de dados das estações automáticas (telemétricas), sendo utilizados os dados disponíveis de temperatura média do ar para o período de formação dos compostos secundários (2008-2011). As estações foram selecionadas de acordo com a proximidade dos locais onde foram instaladas as parcelas. De acordo com os dados disponíveis, os valores mínimos da temperatura do ar foram registrados no ano de 2010. Em Irineópolis e Três Barras, as mínimas registradas aconteceram no dia 14 de julho,  $-1,7^{\circ}\text{C}$  e  $-3,9^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Em Campo Alegre, o valor extremo de temperatura do ar aconteceu no dia 8 de junho ( $-3,0$ ).

A máxima da temperatura média do ar registrada pelas estações telemétricas aconteceu em anos diferentes para estes municípios (Tabela 5) Em Irineópolis foi de 25,1°C no dia 14 de janeiro de 2009. Em Três Barras foi de 24,6°C em 5 de novembro de 2009 e Campo Alegre, a máxima registrada aconteceu no dia 24 de dezembro de 2008 (33,1°C).

Os valores mínimos e máximos da temperatura do ar podem ser conferidos na Tabela 5.

Tabela 5. Valores mínimos e máximos da temperatura do ar registrado nas estações automáticas de Irineópolis, Três Barras e Campo Alegre e nas estações convencionais dos municípios de Rio Negrinho e Major Vieira, Santa Catarina.

LOCAL	MÍNIMO DA TEMPERATURA DO AR		MÁXIMO DA TEMPERATURA DO AR	
	TEMP. °C	DATA	TEMP. °C	DATA
Irineópolis	-1,7	14/7/2010	25,1	14/1/2009
Três Barras	-3,9	14/7/2010	24,6	5/11/2009
Campo Alegre	-3,0	8/6/2010	33,1	24/12/2008
Rio Negrinho	-6,0	3/8/2010	37,2	1/12/1993
Major Vieira	-7,0	3/8/2010	35,5	16/1/2006

Quando comparamos os dados de temperatura do ar nas diferentes estações meteorológicas, podemos perceber a semelhança existente entre os dados, principalmente quando são observadas as mínimas da temperatura do ar que ocorreram todas no mesmo ano (2010).

Ao comparar as temperaturas médias mensais das duas localidades do Planalto Norte Catarinense foi possível observar que os dados são muito semelhantes um do outro (Figura 12).

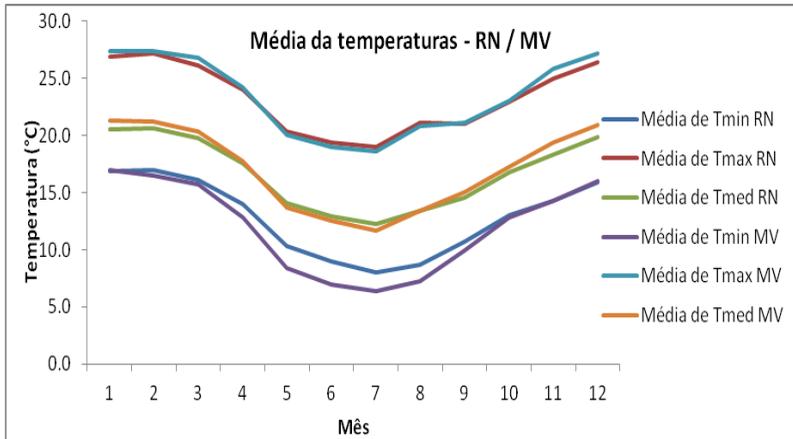


Figura 12: Médias históricas mensais da temperatura do ar mínima, máxima e média de Rio Negrinho (1990-2011) e Major Vieira (1987-2011).

Através das informações apresentadas relativas à temperatura do ar para as estações meteorológicas é possível perceber a semelhança entre os dados. Através destas análises é possível concluir que existe semelhança climática entre as regiões do Planalto Norte no que se refere à temperatura do ar.

#### 4.2.2. Precipitação

Alterações no regime hídrico de precipitação, ao longo do período analisado, podem ser percebidas no Planalto Norte Catarinense, especialmente em nível mensal. Em Rio Negrinho, de acordo com os dados da série histórica referente à precipitação, a média anual de precipitação acumulada é de 1779 mm. Os valores mínimos e máximos ficaram entre 1269 mm (ano de 2006) e 2.478 mm (ano de 1998). Os dados são mostrados na Figura 13.

Em média, o mês mais chuvoso é janeiro com 458 mm e o mês de menor índice de chuva é maio, com 184 mm (Figura 14). De acordo com Pandolfo *et al.* (2002), o clima temperado classificado como Cfb mesotérmico úmido apresenta boa distribuição das chuvas ao longo do ano, todavia sofre uma pequena diminuição nos meses do inverno, porém não chega a ocasionar uma estação seca, sendo que a somatória da precipitação anual varia de 1300 a 1900 mm.

Considerando os anos de 2008 a junho de 2011, os resultados mostraram que os totais anuais de chuva apresentaram-se próximo ao

esperado nos anos de 2008 e 2009, com 1.774 mm e 1.771 mm, respectivamente. O ano de 2010 foi o segundo mais chuvoso da série histórica 1993-2011, (2.345 mm) como mostra a Figura 15. Em 2011, até a data de coleta das amostras (junho) já havia chovido o equivalente a 725 mm. O máximo de precipitação ocorrido num único dia durante a série histórica (1993-2011), para esta localidade, aconteceu no dia 24 de abril de 2010 (175 mm).

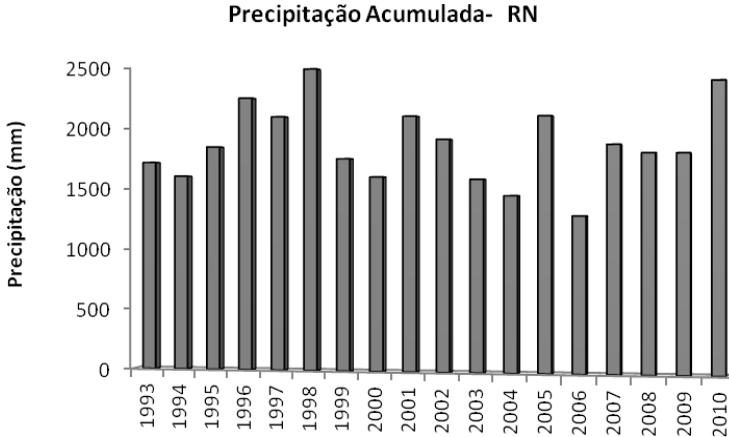


Figura 13 – Média histórica anual da precipitação no município de Rio Negrinho, Santa Catarina.

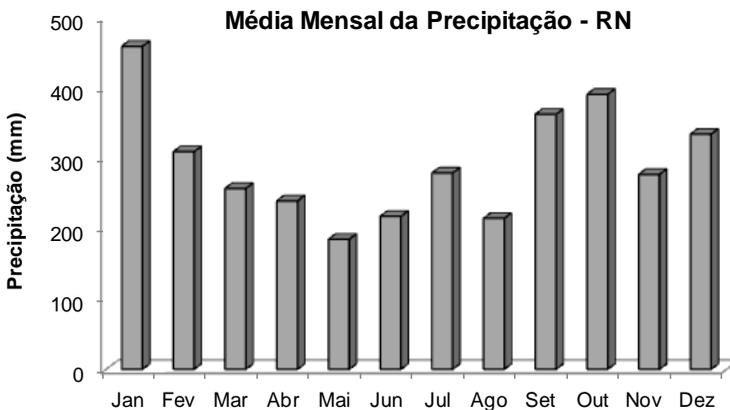


Figura 14. Média mensal da precipitação no município de Rio Negrinho (SC), no período de 1993-2011.

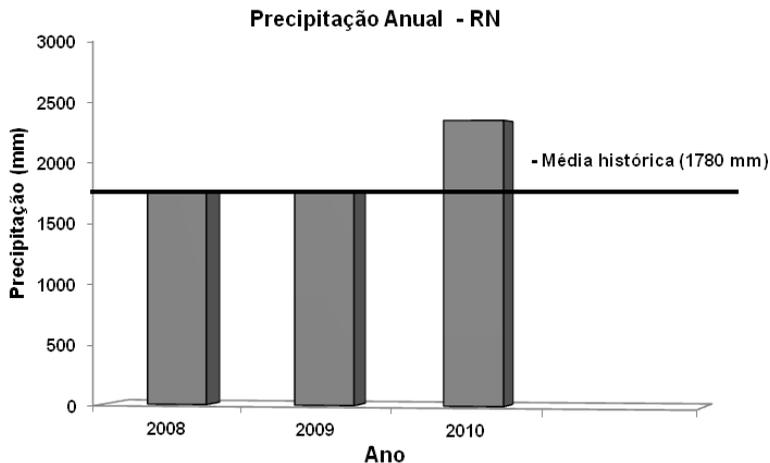


Figura 15. Precipitação acumulada em Rio Negrinho no período 2008-2011 e média histórica da precipitação.

Considerando os dados diários de precipitação disponíveis da estação meteorológica de Major Vieira, o máximo de chuva registrado em um dia ocorreu em 29 de maio de 1992, com 169,4mm. O mês mais chuvoso, de acordo com a série histórica, é outubro, com média mensal de 203 mm e o menos chuvoso é agosto com média mensal de 91,8mm.

Para os anos de formação dos compostos secundários, 2008 e 2009 a precipitação anual foi de 1500,5mm e 1510,4mm, respectivamente. Até o momento da coleta das amostras, 2011 havia acumulado 908,9 mm.

Na série 2008-2011, o máximo de precipitação diária registrada, de acordo com os dados disponíveis, aconteceu em 29 de janeiro de 2009, com total de 102 mm, 67,4 mm abaixo do total observado em toda série histórica de Major Vieira.

Os dados diários de precipitação das estações telemétricas de Irineópolis, Três Barras e Campo Alegre foram considerados como acréscimo de informações para análise de extremos considerando o período disponível de cada localidade.

Para a sessão de Irineópolis, o valor máximo de precipitação observado num único dia foi de 75,4mm em 22 de abril de 2010. Em Três Barras, a precipitação máxima diária aconteceu em 17 de outubro de 2010, num total de 86,8mm. Em Campo Alegre, o valor máximo diário de precipitação aconteceu em 13 de janeiro de 2010, com total de 97,2mm.

#### 4.2.3. Umidade do Ar

Em Rio Negrinho, a umidade relativa média do ar, de acordo com a série histórica 1990-2011, foi 80,9%. A menor umidade relativa do ar registrado no período foi 15,7% em 24 de agosto de 2006, às 15 horas. No período 2008 a 2011 a média da umidade relativa do ar ficou em 82%, caracterizando um período de maior umidade relativa do ar em relação à série 1990-2011. Em média não ocorre variação no ciclo anual da umidade relativa do ar. A diferença entre o mês mais seco e o mais úmido é pequena, sendo junho o mês mais úmido (82,8%) e novembro o mais seco (78%) (Figura 16).

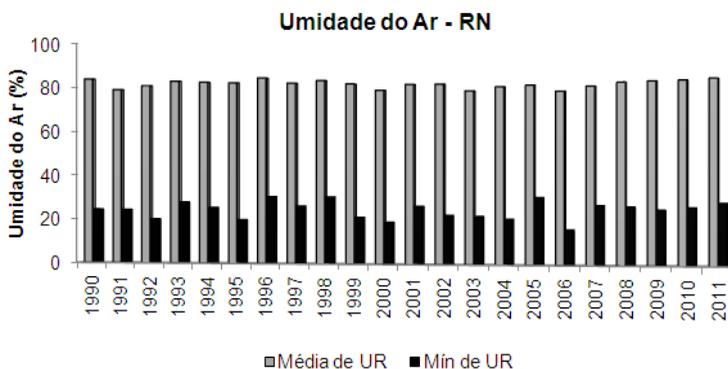


Figura 16. Gráfico dos valores médios e mínimos da umidade do ar da série histórica 1990-2011 em Rio Negrinho (SC).

De acordo com os dados climáticos analisados das diferentes estações meteorológicas, podemos verificar que as variáveis climáticas são muito semelhantes nas diferentes regiões do Planalto Norte Catarinense.

A partir das informações obtidas podemos concluir que a região apresenta uma climatologia bastante uniforme por todo seu território e a

temperatura do ar mostra bem esse fato. As médias da temperatura do ar mínima, máxima e média foram sempre muito próximas. Os meses mais quentes e os mais frios são praticamente os mesmos em todos os municípios, variando muito pouco entre os dados observados nas estações meteorológicas. Os valores extremos de temperatura do ar, principalmente de mínima, ocorreram sempre em datas muito próximas.

Em relação aos valores de precipitação, de acordo com os dados disponíveis, as médias anuais de precipitação são bastante semelhantes, sendo os valores município de Rio Negrinho um pouco maiores que os registrados em Major Vieira.

A umidade relativa, na região, apresenta média de 82% e sofre pouca variação no decorrer do ano, mostrando-se bastante uniforme.

Sendo a climatologia do Planalto Norte Catarinense bastante uniforme em todo território, pode-se inferir que o clima atua uniforme na região e na formação e produção dos ervais nativos, já que estes sofrem a mesma influência climática por toda a extensão do território, o que contribui na identidade regional dos ervais nativos dessa região.



## CONCLUSÃO

Através do levantamento da área basal das espécies que compõem os ervais nativos, podemos observar que o manejo do sombreamento nessas áreas, segue um padrão na região do PNC.

A produção de compostos secundários em *Ilex paraguariensis* é diretamente influenciada pelo sombreamento a que estão submetidos os ervais nativos.

► A concentração dos compostos fenólicos e cafeína aumentam de acordo com o nível de sombreamento.

► A resposta na concentração de teobromina responde somente a presença ou não de sombreamento, independente do nível de sombreamento.

As variáveis climáticas avaliadas mostraram que a região PNC é climaticamente homogênea, o que deve influenciar na formação dos compostos secundários de forma similar nas diferentes regiões de produção de erva-mate naquela região.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como sugestões para próximos trabalhos, sugerimos, além da avaliação dos parâmetros utilizados neste estudo, o uso de outras técnicas de medição para melhor controle dos níveis de sombreamento a que estão expostas as plantas de erva-mate. Algumas técnicas que podem ser utilizadas para medição da luminosidade são a fotografia hemisférica e os sensores de luminosidade.

Como complementação da análise química, poderiam ser feitos testes sensoriais, procurando relações entre a composição química e o sabor.

O mesmo tipo de estudo também poderia ser feito em outras épocas do ano, para avaliação dos compostos secundários em diferentes condições climáticas.



## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F.M. de. Exploracao, manejo e potencial socioeconomico da ervamate. **In:** SIMOES, L. L.; LINO, F. C. Sustentavel Mata Atlantica: a exploração de seus recursos florestais. Sao Paulo. Ed. SENAC. 2002
- ATTA-UR-RAHMAN; CHOUDHARY, M.I. Purine alkaloids. Academic Press, Inc. vol.38, p. 853-857. 1990.
- ANDRADE, F. M. de. Exploração, manejo e potencial socioeconômico da erva-mate. **In: Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais.** São Paulo: SENAC, 2002. p. 19-34.
- ATHAYDE, M. L., SCHENKEL, E. P. Metilxantinas e saponinas em quatro populações de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **In:** Anais Do 2º Congresso Sul-Americano Da Erva-Mate, 2000, Encantado, RS, Brazil, 121-124.
- BASTOS, D. H. C.;TORRES, E. A. F. S. Bebidas a base de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e saúde pública. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 26, p. 77 -89, 2003.
- BERKAI, D; BRAGA, C. A. **500 Anos de História da erva-mate**, Porto Alegre, Atlas 2000. 97 pág.
- BORDIGNON Jr. C. L.; FRANCESCATTO, V.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. ; REGINATTO, F. H. Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 29(1): 183-188. 2009
- BORILLE, A.M.W.; REISSMANN, C.B.; FREITAS, R.J.S. Relação entre compostos fitoquímicos e o nitrogênio em morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.). **B.CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 213. 2005.
- CAMPOS, C. G. C. Padrões climáticos atuais e futuros de temperatura do ar na região sul do Brasil e seus impactos nos cultivos de pêssego e de nectarina em Santa Catarina. Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, INPE, SP. 2010.

CANSIAN, R.L; MOSSI, A.J; MAZUTTI, M.; OLIVEIRA, J.V; PAROUL, N.; DARIVA, C; ECHEVERRIGARAY, S. Semi-volatile compounds variation among Brazilian populations of *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Brasílian Archives of Biology and Technology**. Vol 51. Curitiba, jan/fev 2008

CARDOZO JUNIOR, E. L.; FERRARESE FILHO, O. ; CARDOZO FILHO, L.; FERRARESE, M. L. L.; DONADUZZI, C. M.; STURION, J. A. Methylxanthines and phenolic compounds in mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) progenies grown in Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis** (20) 553-558. 2007.

CARDOZO JUNIOR, E.L.; DONADUZZI, C.M.; FERRARESE-FILHO, O.; FRIEDRICH, C.; GONELLA, A.; STURION, J.A. Quantitative genetic analysis of methylxanthines and phenolic compounds in mate progênies. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Vol 45. Nº 2. Brasília, 2010.

CASTRO, H. G.; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H.; MOSQUIN, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2.ed. Visconde de Rio Branco, 113 p. 2004.

CAVALCANTI, I. F. A. **Alguns aspectos da circulação da atmosfera próxima à América do Sul e interações com a região Antártica**. 1984. p. 87. (INPE-3308-PRE/618).

COELHO, G. C., RACHWAL, M. F. G., DEDECEK, R. A., CURCIO, G. R.; NIETSCHKE, K.; SCHENKEL, E. P. Effect of light intensity on methylxanthine contents of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. **Biochemical Systematics and Ecology** 35 (2007) 75-80.

COELHO, G. C. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2002.

COELHO, G.C., ATHAYDE, M.L., SCHENKEL, E.P. Methylxanthines of *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. var. *vestita* Loes. and var. *paraguariensis*. **Braz. J. Pharm. Sci.** (37) 153-158. 2001.

COELHO, G. C.; MARIATH, J. E. A. Inflorescences morphology of *Ilex* L. (Aquifoliaceae) species from Rio Grande do Sul, Brazil. Feddes Repertorium. V. 107, n. 1-2, p. 19-30. 1996.

COLEY, P. D.; BRYANT, J. P. & CHAPIN, S. Resource availability and plant antiherbivore defense. **Science** 230: 895-899. 1985.

COSTA, S. G. **A erva-mate**. Curitiba: Cientia et Labor, 115 p. 1989.

DALLA CÔRTE, A. P.; CANALEZ, G. G.; SANQUETTA, C. R. Caracterização da estrutura vertical e do dossel de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* V. 3 N. 1 Jan./Abr. 2007

DA CROCE, D. M. Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: erva-mate. Epagri, **Boletim Técnico** n. 112, Florianópolis, SC, 2000. 41p.

DA CROCE, D. M.; HIGA, A. R.; FLOSS, P. A. Escolha de fontes de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St Hil) para Santa Catarina. Epagri, **Boletim Técnico**, n. 69, Florianópolis, SC, 1994. 23p.

DA CROCHE, D. M. Cadeia Produtiva de erva-mate em Santa Catarina. Epagri, **Boletim Técnico**.Chapecó,1996. 37p.

DA CROCE, D. M.; FLOSS, P. A. Cultura da Erva-Mate no Estado de Santa Catarina. Epagri **Boletim Técnico** nº 100 .Florianópolis 1999. 81 p.

DA CROCE, D. M. Características físico-químicas de extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) no estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 12, p. 107-113, 2002.

DE FINA, A. L. **Climatologia y fenologia agrícolas**. Buenos Aires: Eudeba. p. 351. 1973.

DONADUZZI, C. M.; JUNIOR, E. L. C.; DONADUZZI, E. M., SILVA, M. M.; J. A.; CORREA, G. Variação nos teores de polifenóis totais e taninos em dezesseis progênes de erva-mate (*Ilex*

*paraguariensis* St. Hill.) cultivadas em três municípios do Paraná. **Arquivo Ciência Saúde Unipar**, v. 7, p. 129-134, 2003.

DUARTE, F. **Seleção Treinamento de Julgadores e Metodologia para Análise Sensorial de Extrato de Erva-Mate**. 2000. 71f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) –Setor de Tecnologia, UFPR, Curitiba.

DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p. 55-66. 1998. EPAGRI. **Monitoramento diário**. Relatórios. CIRAM, 2009.

EDWIN, G; REITZ, R. **Aquifoliáceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. Boletim. 1967. 47 p.

ERN, R.; SILVA, A. L. da; VIEIRA, H. J. **Implantação da Indicação Geográfica (Ip Indicação De Procedência) “Vales da Goethe” Região de Urussanga - Santa Catarina – Brasil**. Projeto. Florianópolis, 2005.

ESMELINDRO, A. A.; GIRARDI, J. S.; MOSSI, A.; JACQUES, R. A.; DARIVA, C. Influence of Agronomic Variables on the Composition of Mate Tea Leaves (*Ilex paraguariensis*) Extracts Obtained from CO<sub>2</sub> Extraction at 30°C and 175 bar. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 1990-1995. 2004.

ESMELINDRO, M. C.; TONIAZZO, G.; WACZU, A.; DARIVA, C.; OLIVEIRA, D. Caracterização físico-química da erva-mate: influencia das etapas de processamento industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 193-204, 2002.

FAGUNDES, G.C.P. **Cevando o mate**. Porto Alegre: Metrópole, 1980.

Farmacopéia Brasileira. 4 vol. São Paulo, Atheneu. 2010.

FERREIRA, A. G.; KASPARY, R.; FERREIRA, H. B.; ROSA, L. M. Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Brasil Florestal**, Porto Alegre n. 53, 1983. p. 29-33.

FERREIRA, A.G.; ALMEIDA, J.S.; CUNHA, G.G. Fisiocologia de *Ilex paraguariensis* St. Hil. com ênfase na embriologia experimental. In: REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 1., 1994, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FAPERGS, 1994. p. 161.

FILIP, R., LÓPEZ, P., GIBERTI, G., COUSSIO, J. and FERRARO, G. Phenolic compounds in seven South American *Ilex* species. **Fitoterapia** vol. 72, p.774–778, 2001.

FLEIG, F. D.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Influência do espaçamento e idade da brotação na morfometria de povoamentos de *Ilex paraguariensis* St. Hill. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 73-88. 2003.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Atlas dos remanescentes Florestais da Mata Atlântica Período 2000-2005. São Paulo: 2008. 157p.

GLIESSMANN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: EDURGS/ UFRGS, 653 p., 2000.

GILBERTI, G. C. *Ilex* en Sudamérica: florística, sistemática y potencialidades con relación a un banco de germoplasma para la yerba-mate. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. A.; TARASCONI, L. C. Erva-mate: Biología e Cultura no Cone Sul. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 303-312, 1995.

GNOATTO, S. C. B.; SCHENKEL, E. P.; BASSANI, V. L. HPLC method to assay total saponins in *Ilex paraguariensis* aqueous extract. **J. Braz.Chem. Soc.** 2005, 16 (4), 723–726.

HANISCH, A. L.; VOGT, G. A.; MARQUES, A. C.; BONA, L. C.; BOSSE, D. D. Estrutura e composição florística de cinco áreas de caíva no Planalto Norte de Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Vol.30, n. 64. 2010.

ICEPA - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina: Disponível em <http://cepa.epagri.sc.gov.br/>. Acessado em 27/09/2011.

KARAS, A. C. **Autoecologia da erva-mate**. Curitiba: UFPR, 1992, 83 p.

KLEIN, R. M. Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. *Flora Ilustrada Catarinense*, 24 p. 1978.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da Ilha de Santa Catarina. **Insula**, Florianópolis. n. 3, p. 3-93.1969.

KY, C.L.; LOUARN, J.; GUYTON, B.; CHARRIER, A.; HAMON, S.; NOIROT, M. Relations between and inheritance of chlorogenic acid contents in an interspecific cross between *Coffea pseudozanguebariae* and *Coffea liberica* var 'dewevrei'. **Theor Appl Genet** 98:628-637, 1999.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima Artes & Textos, 2000.

LINHARES, T. **História Econômica do Mate**. Coleção Documentos Brasileiros. Livraria José Olympio Editora. Rio de Janeiro, 1969. 522 p.

LOPES, N. O. E. A indicação geográfica como forma de valorização da biodiversidade no Planalto Norte Catarinense. 160 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2011.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. 2003. Sistema de análise estatística para windows. WinStat. Versão 2.0. Pelotas: UFPel.

MACCARI J. A. **Análise do pré-processamento da erva-mate para chimarrão**, 2005. 199f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, UEC, Campinas.

MATTOS, N. F.; Revisão taxonômica da erva-mate – *Ilex paraguariensis* St. Hil. **In: X SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS – SILVICULTURA DA ERVA**

MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 15, 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA/CNPF, 1983. p. 37-46.

MARQUES, A. C. M.; HANISCH, A. L.; BONA, L. C. Uso sustentável de áreas de vegetação de caívas e sua relação com os aspectos fisiológicos da produção de leite a pasto. **Revista de Estudos Vale do Iguaçu**, v.11, n.1, p. 129-140, 2008.

MAZZAFERA, P. Caffeine, Theobromine and theophyine distribution in *Ilex paraguariensis*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 6, p. 149 – 151. 1994.

MAZZAFERA, P.; CROZIER, A.; MAGALHÃES, A.C. Caffeine metabolism in *Coffea arabica* and other species of coffee. **Phytochemistry**, vol. 37, n.6, p.1577-1584, 1991.

MAZUCHOWSKI, J. Z. Sistemas agrossilviculturais. In: MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Curitiba: EMATER-PR, 1989. p. 62-66.

MAZUCHOWSKI J.Z. I CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE. II Reunião Técnica do Cone Sul e Cultura da Erva-mate. Controle de Qualidade da Erva-mate com Vistas a Certificação, 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba, EMBRAPACNPF, 1997. p. 99-120.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill)**. Curitiba:

EMATER - Empresa paranaense de assistência técnica e extensão rural. 1991. 104 p.

MEDRADO, M. J. S., LOURENÇO, R. S.; RODIGHIERI, H. R.; DEDECEK, R. A.; PHILIPOVSKI, J. F.; CORREA, G. **Implantação de ervais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 26 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 41).

MENDES, R.M.O. **Caracterização e avaliação da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), beneficiada no Estado de Santa Catarina**. 2005. 119 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química),UFSC, Florianópolis.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – MDA  
<[HTTP://www.mda.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosurais/planaltonortesc/one-community?pagenum=0](http://www.mda.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosurais/planaltonortesc/one-community?pagenum=0)> Acesso em 27/09/2011.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, Florianópolis, v.16, n.31, p 69-78, jan./jun. 2001.

MONTEIRO, M. A. **Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**. 2007. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MONTEITH, J. L. Light distribution and photosynthesis in field crops. **Annals of Botany**, London, v.29, n. 113, p. 17-37. 1965.

MORAIS, E. C; STEFANUTO, A; KLEIN, G. A; BRUNNA C. B. BOAVENTURA, B C.B; ANDRADE, F ; WAZLAWIK, E; DI PIETRO, P.F; MARASCHIN, M; SILVA, E. L. Consumption of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) Improves Serum Lipid Parameters in Healthy Dyslipidemic Subjects and Provides an Additional LDL-Cholesterol Reduction in Individuals on Statin Therapy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Vol. 57, No. 18, 2009.

MORAIS, H. Efeitos do sombreamento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) com guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) no norte do Paraná. Londrina: UEL. 118p (Tese de mestrado). 2003.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1989. p. 422.

NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, v.11, p.9-25, 2001.

OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Área de Distribuição Natural de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS SILVICULTURA

DA ERVA-MATE, 10. 1985, Curitiba. Anais.: Curitiba: EMBRAPA-CNPF, p.17-36, 1985.

ORELLANA, E.; KOEHLER, A.B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 229-237, abr./jun. 2008.

PAGLIOSA, C.M.; PEREIRA, S.M.; VIEIRA, M.A.; COSTA, L.A. ; TEIXEIRA, E.; AMBONI, R.D. DE M.C.; AMANTE, E.R. Bitterness in yerba mate (*Ilex paraguariensis*) leaves. **Journal of Sensory Studies** . Vol. 24, p. 415–426, 2009.

PANDOLFO, C. **Sistemas atmosféricos, variáveis meteorológicas e mudanças climáticas na potencialidade do cultivo da videira (*Vitis vinifera* L.) no estado de Santa Catarina.** 174 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina. 2010.

PANDOLFO, C. et al. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.

PARANÁ - Secretaria da agricultura e do abastecimento do Paraná. **Erva-Mate: Prospecção Tecnológica da Cadeia Produtiva.** Curitiba: SEAB, 1997. 121p.

PELEG, H.; BODINE, K.K; NOBLE, A.C. The influence of acid on adstringency of alun and phenolic compounds. **Chemical Senses**, Oxford, v.23, n.3, p.371-378, 1998.

PELLETIER, S. W. The nature and definition of na alkaloid. **In:** Pelletier, S.W. (ed.). *Alkaloids: chemical and biological perspectives*. New York: Wiley. 1983.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Guaíba: Agropecuária. 478 p. 2002.

RACHWAL, M.F.G.; COELHO, G.C.; DEDECEK, R.A.; CURCIO, G.R.; SCHENKEL, E.P.; **Influencia da Luminosidade Sobre a Produção de Massa Foliar e Teores de Macronutrientes, Fenóis**

**Totais, Cafeína e Teobromina em Folhas de Erva-mate.** Comunicado Técnico nº 81. Embrapa. Colombo, PR. 2002.

REGINATTO, F. H.; ATHAYDE, M. L.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E. P. Methylxanthines accumulation in *Ilex* species - caffeine and theobromine in erva-mate (*Ilex paraguariensis*) and other *Ilex* species. **Journal Brazilian Chemical Society**, v.10, p. 443– 446, 1999.

REITZ, R., KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. Sellowia, Itajaí, n.28/30, 320p, 1978.

RAKOCEVICZ, M.; MEDRADO, M. J. S.; LUCAMBIO, F.; VALDUGA, T. A. Influência do sexo, da sombra e da idade de folhas no sabor do chimarrão. **In: 40 CONGRESO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE.** 2006, Argentina. Actas. Argentina: INYM, INTA, UNaM, EPAGRI, 1ª Ed, p. 31-36. 2006.

REGINATTO, F.H., ATHAYDE, M.L., GOSMANN, G., SCHENKEL, E.P. Methylxanthines accumulation in *Ilex* species e caffeine and theobromine in erva-mate (*Ilex paraguariensis*) and other *Ilex* species. **J. Braz. Chem. Soc.** (10) 443-446. 1999.

ROBB, C. S.; GELDART, S. E.; SEELENBINDER, J. A.; BROWN, P. R.. Analysis of Green tea constituents by HPLC-FTIR. *Journal Liquid Chromatography Related Technologies*, v. 25, p. 787–801, 2002.

ROCHA JÚNIOR, W. F. **Análise do agronegócio da erva-mate com o enfoque da nova economia institucional e o uso da matriz estrutural prospectiva.** 2001. 133f. Tese (Doutorado Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ROMAN, M.; BRESSAN, D.A.; DURLO, M.A. Variáveis morfológicas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. **Ciência Florestal**, Vol. 19, N. 4, , pp. 473-480. 2011.

RUCKER, N. G. A.; MACCARI, A. J.; ROCHA, W. F. J. **Agronegócio da erva-mate no Estado do Paraná: diagnóstico e perspectivas para 2003**. Curitiba, 2002.

SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM. 348p. 1993

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.15, n.1, p.71-81, jan./abr., 2002.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymol.** V.299, p.152-178, 1999.

SOUZA, A. M. **Dos ervais ao mate: possibilidades de revalorização dos tradicionais processos de produção e transformação de erva-mate no Planalto Norte Catarinense**. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1998.

\_\_\_\_\_. **A estrutura fundiária do território Planalto Alto-SC: um produto das especificidades históricas**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2009.

SOUZA, R. de O. **A ocorrência de neve em Planaltos Subtropicais: O caso do sul do Brasil**. São Paulo, 1997. 144 p. Dissertação de mestrado em Geografia. USP.

SUERTEGARAY, C.E.O. **Dinâmica da cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em sistemas agroflorestais e de monocultivo**. 2002. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

SCHUBERT, A.; ZANIN, F. F.; PEREIRA, D. F.; ATHAYDE, M. L. Variação anual de metilxantinas totais em amostras de *Ilex paraguariensis* a. St. - hil. (erva-mate) em Ijuí e Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. **Quim. Nova**, Vol. 29, No. 6, 1233-1236, 2006.

SCHULDT, E. Z.; BET, Â. C.; HORT, M. A.; IANSSSEN, C.; MARASCHIN, M.; CKLESS, K.; RIBEIRO-DO-VALLE, R. M. An ethyl acetate fraction obtained from a Southern Brazilian red wine relaxes rat mesenteric arterial bed through hyperpolarization and NOcGMP pathway. **Vascular Pharmacology**, v. 43, p. 62-68, 2005.

STRASSMANN, B.B.; VIEIRA, A.R.; PEDROTTI, E.L.; MORAIS, H.N.F.; DIAS, P.F.; MARASCHIN, M. Quantitation of methylxanthinic alkaloids and phenolic compounds in mate (*Ilex paraguariensis*) and their effects on blood vessel formation in chick embryos. **J. Agric. Food Chem.** Vol. 56, p. 8348–8353, 2008.

STREIT, N.M., HECKTHEUER, L.H.R., DO CANTO, M.W., MALLMANN, C.A., STRECK, L., PARODI, T.V.; CANTERLE, L.P. Relation among taste-related compounds (phenolics and caffeine) and sensory profile of erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Food Chem.** 102, 560– 564. 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 7199 p, 2004.

TAMASI, O. P.; FILIP, R.; FERRARO, G.; CALVIÑO, A. M. Total polyphenol content and perceived astringency of yerba mate "*Ilex paraguariensis*" Infusions. **Journal of Sensory Studies**, v, 22, p, 653-664, 2007.

TONELI, C. A. Z.; VIEIRA, S. R.; FERRAZ FILHO, A. C.; BRITO, A.; ARAUJO, E. J. G.; MARTINS, G. S.; HIGASHIKAWA, E. M. Analise da relação entre a estrutura do dossel a partir de fotografias hemisféricas e dados dendrométricos de inventário florestal, conduzido em um povoamento de *Eucalyptus grandis*. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1891-1898.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M.F. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.7, p.633-638, jul. 2005

TORQUES, S; ANDROCZEVECZ, S. R. **Projeto de pesquisa:** Estudo preliminar para caracterização da erva-mate. Araucária, 1997. 32 p.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras.** São Paulo: Nobel, p. 374. 1980.

VALDUGA, E. **Caracterização química e anatômica da folha de *Ilex paraguayensis* Saint Hilaire e de algumas espécies utilizadas na adulteração do mate.** 1995, 119f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

VALDUGA, A. T. **Uso sustentado e processamento de *Ilex paraguayensis* St. Hil. (Erva-mate).** 2002. 216 f. Tese (doutorado em ciências da Universidade Federal de São Carlos) Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

VALDUGA, E. Nota prévia – Avaliação das características de qualidade da erva-mate (Chimarrão) Acondicionada em diferentes embalagens. **Brasilian Journal of foodtechnology**, v. 8, n. 2, p. 99 - 105, 2005.

VALDUGA, E.; FREITAS, R. J. S.; REISSMANN, C. B.; NAKASHIMA, T.; Caracterização Química da Folha de *Ilex Paraguariensis* St. Hil. (Erva-Mate) e de Outras Espécies Utilizadas na Adulteração do Mate. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 25-36, jan./jun.1997.

VIANELLO, R. L., ALVES, A. R.. **Meteorologia básica e aplicações.** Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária, Viçosa, MG, 1991.

VIDOR, M. A.; RUIZ, C. P.; MORENO, S. V.; FLOSS, P. A. Marcadores Moleculares em Estudos de Caracterização de Erva-Mate (*Ilex paraguayensis* St.Hil.): O Sabor. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.3, p.415-420, 2002.

VIEIRA, A.R.R.; SUERTEGARAY, C.E.O.; HELDWEIN, A.B.; MARASCHIN, M.; DA SILVA, A.L. Influência do Microclima de um Sistema Agroflorestal na Cultura da Erva-Mate (*Ilex paraguayensis* St. Hil.). Santa Maria: **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. 2003, v. 11, n. 1, p. 91 - 97.

VIEIRA, M.A.; MARASCHIN, M.; PAGLIOSA, C.M.; PODESTÁ, R.; SIMAS, K.N DE S.; ROCKENBACH, I.I.; AMBONI, R.D. DE M.C.; AMANTE, E.R. Phenolic Acids and Methylxanthines Composition and Antioxidant Properties of Mate (*Ilex paraguariensis*) Residue. **JOURNAL OF FOOD SCIENCE**—Vol. 75, Nr. 3, 2010.

WASZCZYNSKYJ, N. et al. **Análise Sensorial de Chimarrão pelo Método de Estimativa de Magnitude**. IN: 2º Congresso Sul-americano de Erva-mate. 3ª Reunião Técnica da Erva-mate, 2000. Encantado. Anais... Porto Alegre, UFRGS, 2000. 169-170p.