

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**ANÁLISE DO PRÉ-PROCESSAMENTO DA ERVA-MATE
PARA CHIMARRÃO**

AGENOR MACCARI JUNIOR

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ANÁLISE DO PRÉ-PROCESSAMENTO DA ERVA-MATE PARA CHIMARRÃO

Tese de doutorado submetida à banca examinadora
para obtenção do título de Doutor em Engenharia
Agrícola, na Área de Concentração Tecnologia Pós-
Colheita.

AGENOR MACCARI JUNIOR

Orientadora: Prof.^a Dra. Marlene R. de Queiroz

Co-orientadora: Prof.^a Dra. Sílvia A. Nebra

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

M126a Maccari Junior, Agenor
Análise do pré-processamento da erva-mate para chimarrão /
Agenor Maccari Junior.--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientadores: Marlene Rita de Queiroz, Silvia Azucena Nebra
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Plantas - Desidratação. 2. Secagem. 3. Erva-mate -
Indústria. 4. Erva-mate. 5. Chimarrão. 6. Agroindústria -
Paraná. I. Queiroz, Marlene Rita de. II. Nebra, Sílvia Azucena.
III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Agrícola. IV. Título.

Titulo em Inglês: Pré-processing analysis of erva-mate for “Chimarrão”

Palavras-chave em Inglês: Plants drying, Drying, Erva-mate, Chimarrão, Agroindustry
– Paraná

Área de concentração: Tecnologia Pós-Colheita

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: João Domingos Biagi, José Tomaz Vieira Pereira, Niurka Martiza
Almeyda Haj-Isa, Renato João Sossela de Freitas

Data da defesa: 22/02/2005

*“Amargo doce que sorvo
Num beijo de lábios de prata!
Tens o perfume da mata,
Molhada pelo sereno,
E a cuia, seio moreno,
Que passa de mão em mão,
Traduz no meu chimarrão,
Em sua simplicidade.
A velha hospitalidade,
Da gente do meu rincão.”*

(Autor: Glaucus Saraiva)

Dedico este trabalho ao Sergio, pela alegria que trouxe, mesmo nas longas noites em claro, e por me mostrar o verdadeiro sentido da vida.

Esta dedicatória, mais do que uma prova de amor, é um pedido de desculpas pelo tempo de ausência durante estes anos de trabalho.

AGRADECIMENTOS

Como bom mateador, gostaria de ter uma cuia na mão e muitas páginas para agradecer a todos os que de modo direto e indireto colaboraram com este trabalho. Cabe lembrar que a limitação de espaço supera a de memória! Quero agradecer então:

Às professoras Marlene R. de Queiroz e Sílvia A. Nebra, pela constante orientação, liberdade para minhas divagações, paciência com minhas limitações e pela sincera amizade demonstrada ao longo deste longo trabalho.

À doutora Neusa Gomes de Almeida Rücker, primeira-dama do setor ervateiro, pela genialidade e obstinação transmitidas, pelo companheirismo nas longas viagens, pelas orientações, conselhos, puxões de orelha e, principalmente, pelo carinho demonstrado ao longo de nosso convívio e rodas de chimarrão.

Ao Governo do Paraná, Estado que deve ao mate suas origens, agradecendo especialmente ao Vice-Governador e Secretário da Agricultura, Orlando Pessuti, pelo voto de confiança e apoio logístico dado ao trabalho.

Aos professores João Domingos Biagi, José Tomaz Vieira Pereira, Niurka Haj-Isa e Renato João Sossela de Freitas pela participação nas bancas, tanto na qualificação e na defesa, e pelas correções e valiosas sugestões que ajudaram a dar forma a este texto e a concluir este trabalho.

À Coordenadoria da Pós-Graduação, pelo auxílio prestado, e especialmente às meninas pacientes e amigas Ana Paula, Marta e Rosângela.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro através do Programa Institucional de Capacitação Docente e Técnica (PICDT).

Aos extensionistas da SEAB e EMATER que auxiliaram na coleta de dados, em particular ao Engenheiro Agrônomo Jorge Z. Mazuchowski pela amizade e apoio.

Aos ervateiros e produtores de erva-mate, paranaenses, catarinenses e gaúchos, que colaboraram com este trabalho, abrindo portas e porteiras para a realização da pesquisa de campo. Agradeço a cooperação e a hospitalidade que tive em todas as etapas da pesquisa.

Às famílias Schier, Ribeiro e Neiverth, lembrando ainda do senhor Afonso Oliszeski, minha gratidão pela hospitalidade, inestimável apoio logístico e interesse científico mostrado pelo trabalho.

Ao amigo Jackson de Oliveira Borges, fiel parceiro nesta empreitada, pela persistência, compreensão, companheirismo e constante estímulo para a conclusão do trabalho.

Aos colegas, meu mestre Carlos Bruno Reissmann, pela serenidade e apoio, Moretti e Eduardo, pela alegria e colaboração neste longo período.

Aos amigos e colegas que se mostraram presentes em diversos momentos e etapas deste trabalho, na Universidade Federal do Paraná (Fabíula, Aline, Jefferson, Kleber, Clariely, Clauriane) e na Universidade Estadual de Campinas (Frederico, Carneiro, Rosa, Luciana, Jaime e demais membros da família FEAGRI).

A minha família, que sempre me apoiou, meus irmãos, cunhadas, sobrinha, avó, tios e tias, especialmente aos meus pais, particularmente ao seu Agenor, pai, companheiro, amigo, técnico de campo, motorista e colaborador na coleta de dados e amostras, bem como companheiro nas mateadas ao longo das nossas viagens e nas noites de longas prosas.

À Lauren, minha esposa e colaboradora, um porto seguro em todos os momentos, um poço de paciência, compreensão e afeto, agradeço a sabedoria das palavras e do silêncio, pelo respeito às minhas idéias e atitudes, pelo carinho sempre constante.

Ao Sergio Roncato Maccari, o pequeno apreciador do chimarrão nascido durante este trabalho, minha gratidão pela alegria, energia e estímulo que trouxe, por mostrar o sentido da vida eterna e o significado da palavra amor.

Por fim, quero render homenagem à *Ilex paraguariensis*, pela árvore generosa, resistente e majestosa de cujas folhas se obtém o mate, produto que me despertou paixão, curiosidade e interesse científico. Agradeço de forma carinhosa ao chimarrão, bebida que agrega, que aproxima, que estimula.

Minha homenagem a esta planta e ao seu produto, símbolos da cultura e do espírito do gaúcho.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1. A ERVA-MATE	3
1.1. INTRODUÇÃO	3
1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
1.2.1. ERVA-MATE, MATE OU CHIMARRÃO?	4
1.2.2. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DA ERVA-MATE	5
1.2.2.1. Área de ocorrência natural	5
1.2.3. ASPECTOS BOTÂNICOS E TAXONÔMICOS DA ERVA-MATE	6
1.2.4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ASPECTOS NUTRICIONAIS	8
1.2.4.1. Considerações sobre a composição da erva-mate	8
1.2.4.2. Composição química e valor nutritivo da erva-mate	10
1.2.5. PRODUTOS DE ERVA-MATE	13
1.2.5.1. Produtos tradicionais	13
1.2.5.2. Produtos e usos alternativos	14
1.3. CONSIDERAÇÕES	17
1.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
2. ANÁLISE DO SETOR INDUSTRIAL ERVATEIRO PARANAENSE	21
2.1. INTRODUÇÃO	21
2.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.2.1. EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DA ERVA-MATE	23
2.2.1.1. Países produtores	23
2.2.1.2. Produção brasileira	24
2.2.1.3. Características do sistema de produção brasileiro	25
2.2.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	26
2.2.3. PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE ERVA-MATE	28
2.2.3.1. Os ervais	28
2.2.3.2. A colheita da erva-mate	29
2.2.3.3. Mão-de-obra para a colheita	30
2.2.4. INDUSTRIALIZAÇÃO DA ERVA-MATE	31
2.2.5. CICLO DO CANCHEAMENTO	32
2.2.5.1. Sapeco	34
2.2.5.2. Secagem de erva-mate	37
2.2.5.3. Secadores de erva-mate	39
2.2.5.4. Moagem	48
2.2.5.5. Estacionamento	49
2.2.5.6. Modernização no ciclo do cancheamento	50
2.2.5.7. Fontes de energia usadas na indústria	51
2.2.6. CICLO DO BENEFICIAMENTO	53
2.2.7. O PARQUE INDUSTRIAL ERVATEIRO	53
2.2.7.1. O parque industrial ervateiro brasileiro	54
2.2.7.2. O parque industrial ervateiro paranaense	56
2.2.7.3. A atividade industrial ervateira	58
2.3. MATERIAL E MÉTODOS	59
2.3.1. DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA	59
2.3.1.1. Levantamento de dados com formulários postados	59
2.3.1.2. Reestruturação da proposta	60
2.3.2. CENSO DO SETOR ERVATEIRO PARANAENSE	61
2.3.2.1. Levantamento de dados primários	61
2.3.2.2. Identificação e localização das unidades	62
2.3.2.3. Aplicação do questionário	62
2.3.2.4. Dados complementares	63
2.3.2.5. Sistematização das informações	63

2.3.3. ANÁLISE DOS DADOS.....	64
2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
2.4.1. A PRODUÇÃO DE ERVA-MATE.....	65
2.4.2. AS UNIDADES CANCHEADORAS DE ERVA-MATE.....	67
2.4.2.1. Análise retrospectiva.....	67
2.4.2.2. Situação atual - safra 2003.....	69
2.4.2.3. Transformações no setor ervateiro.....	70
2.4.3. O PROCESSAMENTO DA ERVA-MATE NO PARANÁ.....	74
2.4.3.1. Tipo de empresa.....	74
2.4.3.2. A matéria-prima - erva-mate folha verde.....	76
2.4.3.3. A matéria-prima - erva-mate cancheada.....	83
2.4.3.4. Estrutura física industrial.....	87
2.4.3.5. Produtos da empresa ervateira.....	93
2.5. CONCLUSÕES.....	94
2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXO 01 - FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS.....	101
3. AVALIAÇÃO DO CANCHEAMENTO DA ERVA-MATE.....	106
3.1. INTRODUÇÃO.....	106
3.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	108
3.2.1. O CICLO DO CANCHEAMENTO.....	108
3.2.1.1. Sapeco da erva-mate.....	109
3.2.1.2. Secagem da erva-mate.....	111
3.2.2. AVALIAÇÃO DE SECADORES.....	114
3.2.2.1. Parâmetros energéticos.....	114
3.2.2.2. Análise de custos.....	117
3.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	120
3.3.1. SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E ESTABELECIMENTO.....	120
3.3.2. DADOS COLETADOS.....	121
3.3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SECADORES.....	121
3.3.4. PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS.....	122
3.3.4.1. Capacidade dos equipamentos e volume processado.....	122
3.3.4.2. Temperatura do material.....	122
3.3.4.3. Umidade do material.....	123
3.3.4.4. Temperatura do ar.....	124
3.3.4.5. Umidade do ar.....	124
3.3.4.6. Consumo energético.....	124
3.3.5. AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DOS EQUIPAMENTOS.....	125
3.3.5.1. Energia fornecida e energia mínima necessária.....	125
3.3.5.2. Parâmetros de desempenho.....	126
3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	128
3.4.1. CARACTERÍSTICAS DA MATÉRIA-PRIMA.....	128
3.4.2. SAPECO DA ERVA-MATE.....	129
3.4.2.1. Equipamentos usados.....	129
3.4.2.2. Avaliação dos sapecadores.....	133
3.4.3. SECAGEM DA ERVA-MATE.....	135
3.4.3.1. Equipamentos para secagem da erva-mate.....	135
3.4.3.2. Secador de leito fixo.....	137
3.4.3.3. Secador de esteiras.....	140
3.4.3.4. Secadores rotativos.....	141
3.4.3.5. Secador horizontal com misturador.....	142
3.4.3.6. Avaliação dos secadores.....	144
3.4.3.7. Demanda de mão-de-obra.....	148
3.4.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE CUSTOS.....	149
3.5. CONCLUSÕES.....	151
3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	152

4. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DA ERVA-MATE PARA CHIMARRÃO.	156
4.1. INTRODUÇÃO	156
4.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	157
4.2.1. A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EM ERVA-MATE	157
4.2.2. CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO	158
4.2.2.1. Características físico-químicas	158
4.2.2.2. Características sensoriais	160
4.2.3. AVALIAÇÃO SENSORIAL DA ERVA-MATE	164
4.2.3.1. Preparo das amostras	165
4.2.3.2. Realização de testes	166
4.2.4. FATORES QUE PODEM ALTERAR A QUALIDADE DO PRODUTO	167
4.2.4.1. Características da planta	167
4.2.4.2. Alterações associadas ao processamento	168
4.3. MATERIAIS E MÉTODOS	170
4.3.1. AMOSTRAS EMPREGADAS	170
4.3.2. ANÁLISES QUÍMICAS	170
4.3.3. ANÁLISE SENSORIAL DE ERVA-MATE	170
4.3.3.1. Recrutamento, seleção e treinamento de julgadores	171
4.3.3.2. Testes para treinamento de julgadores	172
4.3.3.3. Execução dos testes	175
4.3.4. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ERVA-MATE	175
4.3.4.1. Forma de preparo das amostras para análise do sabor	176
4.3.4.2. Influência de características morfológicas nos atributos do produto	178
4.3.4.3. Seleção de atributos para avaliação da qualidade	179
4.3.4.4. Influência do sistema de secagem na qualidade da erva-mate para chimarrão	180
4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	181
4.4.1. FORMA DE PREPARO DAS AMOSTRAS PARA ANÁLISE DO SABOR	181
4.4.2. MORFOLOGIA DA PLANTA E QUALIDADE DO PRODUTO	182
4.4.2.1. Composição química	182
4.4.2.2. Atributos sensoriais	183
4.4.3. SELEÇÃO DE ATRIBUTOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE	184
4.4.4. CANCHEAMENTO E QUALIDADE DO PRODUTO	186
4.4.4.1. Intensidade da cor verde	187
4.4.4.2. Intensidade do gosto amargo	187
4.4.4.3. Intensidade do aroma	188
4.5. CONCLUSÕES	189
4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	190
ANEXO 01	195
ANEXO 02	197
ANEXO 03	198
ANEXO 04	199

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Composição química da erva-mate.	8
Tabela 1.2 - Distribuição dos nutrientes na planta de erva-mate em diferentes épocas do ano.	9
Tabela 1.3 - Concentração de minerais na infusão de erva-mate.	11
Tabela 1.4 - Nutrientes no extrato aquoso de erva-mate sob duas diferentes formas de extração.....	12
Tabela 1.5 - Consumo de erva-mate e produtos derivados nos Estados brasileiros em 1990.....	13
Tabela 1.6 - Consumo estimado de erva-mate para chimarrão nos Estados do Brasil.	14
Tabela 1.7 - Aplicações da erva-mate.	15
Tabela 1.8 - Patentes de cosméticos a base de extrato de erva-mate.	16
Tabela 1.9 - Aplicação de erva-mate em produtos cosméticos.....	16
Tabela 2.1 - Produção brasileira de erva-mate cancheada.....	25
Tabela 2.2 - Estrutura do setor ervateiro brasileiro.	27
Tabela 2.3 - Estrutura do parque ervateiro brasileiro.	54
Tabela 2.4 - Estrutura do setor ervateiro brasileiro (produção agrícola).	55
Tabela 2.5 - Distribuição das ervateiras no Estado do Paraná (ano de 1993).*	57
Tabela 2.6 - Classificação da agroindústria ervateira.	57
Tabela 2.7 - Evolução do setor industrial ervateiro paranaense durante o período de 1993 a 2003.	71
Tabela 2.8 - Classificação das ervateiras paranaenses em função das atividades desenvolvidas.	75
Tabela 2.9 - Número de ervateiras paranaenses que efetuam a compra de erva-mate verde a cada mês do ano.	76
Tabela 2.10 - Volume de erva-mate processado (%) durante a safra e a safrinha nos núcleos regionais.	78
Tabela 2.11 - Origem da erva-mate verde	79
Tabela 2.12 - Origem da erva-mate verde quanto ao tipo de erval (% do volume processado).	80
Tabela 2.13 - Critérios de seleção de fornecedores de erva-mate verde pelas unidades cancheadoras.	82
Tabela 2.14 - Número de ervateiras comprando erva cancheada durante o ano (safra 2003).	83
Tabela 2.15 - Critérios de seleção de fornecedores de erva-mate cancheada pelas unidades beneficiadoras.....	84
Tabela 2.16 - Atributos de qualidade da erva-mate cancheada.	85
Tabela 2.17 - Tempo de armazenamento da erva-mate cancheada.....	86
Tabela 2.18 - Dimensão física das unidades ervateiras paranaenses (área construída).	87
Tabela 2.19 - Número de secadores ativos de acordo com a capacidade instalada nas ervateiras paranaenses.	89
Tabela 2.20 - Tipos de fontes de energia empregadas no cancheamento da erva-mate.....	90
Tabela 2.21 - Critérios usados no controle dos processos de sapeco e secagem.	92
Tabela 3.1 - Critérios para a classificação de secadores.....	113
Tabela 3.2 - Tipos de secadores de erva-mate de acordo com o tempo de secagem.	114
Tabela 3.3 - Capacidade de evaporação e consumo energético médio de diferentes tipos de secadores.....	115
Tabela 3.4 - Custo da secagem de erva em sistemas com diferentes capacidades produtivas.....	119
Tabela 3.5 - Características dos sistemas os sistemas de secagem avaliados.	121

Tabela 3.6 - Características da erva-mate verde nas unidades e nos sistemas estudados.	128
Tabela 3.7 - Características dos sapecadores nos sistemas estudados.	132
Tabela 3.8 - Resultados do estudo do sapeco nos sistemas de cancheamento.	133
Tabela 3.9 - Secadores em uso nas ervateiras paranaenses (%), distribuídos por tamanho de empresa.	136
Tabela 3.10 - Critérios para a classificação de secadores.	136
Tabela 3.11 - Características dos secadores das unidades e sistemas estudados.	144
Tabela 3.12 - Teor de umidade (%) nas folhas e palitos durante o processamento de erva-mate.	145
Tabela 3.13 - Resultados do estudo da secagem nos sistemas de cancheamento.	146
Tabela 3.14 - Capacidade média de processamento dos secadores de erva-mate.	148
Tabela 3.15 - Eficiência da mão-de-obra nos secadores de erva-mate.	149
Tabela 3.16 - Estimativa de custo da mão-de-obra e da lenha para os secadores de erva-mate.	150
Tabela 4.1 - Teor de cafeína em folhas de erva-mate oriundas de diferentes Estados do Brasil.	159
Tabela 4.2 - Teor de cafeína (%)* em amostras comerciais de erva-mate de diferentes Estados do Brasil.	159
Tabela 4.3 - Parâmetros de qualidade da erva-mate observados pelos ervateiros.	161
Tabela 4.4 - Características dos sistemas de secagem avaliados.	180
Tabela 4.5 - Resultados da análise seqüencial de Wald para o atributo sabor empregando cuia e extrato.	181
Tabela 4.6 - Teores de componentes químicos da erva-mate elaborada com diferentes morfotipos.	182
Tabela 4.7 - Resultados das análises químicas e sensoriais de erva-mate elaborada com diferentes morfotipos.	185
Tabela 4.8 - Resultados das análises sensoriais de erva-mate de diferentes sistemas de cultivo e de secagem.	186

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Área de ocorrência natural da erva-mate.	5
Figura 1.2 - Planta adulta de erva-mate (Município de Ivaí – PR).	7
Figura 2.1 - Área de ocorrência natural e exploração econômica da erva-mate.	23
Figura 2.2 - Distribuição da produção mundial de erva-mate.	24
Figura 2.3 - Fluxograma da industrialização da erva-mate.....	33
Figura 2.4 - Evolução da tecnologia adotada no processo de sapeco da erva-mate.....	35
Figura 2.5 - Sapecador mecânico de erva-mate.....	36
Figura 2.6 - Detalhes do interior do sapecador mecânico.....	36
Figura 2.7 - Secador para erva-mate - tipo Forna.....	40
Figura 2.8 - Carijos para secagem de erva-mate.....	41
Figura 2.9 - Secador para Erva-Mate - Tipo Barbaquá paraguaio.....	43
Figura 2.10 - Secador para Erva-Mate - Tipo Barbaquá Brasileiro.....	44
Figura 2.11 - Secador de esteiras para secagem de erva-mate.....	45
Figura 2.12 - Secador rotativo para secagem de Erva-Mate.....	47
Figura 2.13 - Secador cilíndrico para secagem de Erva-Mate.....	47
Figura 2.14 - Cancha para Erva-Mate.	48
Figura 2.15 - (A) Cancheamento manual da erva-mate, empregando facões de madeira (B).	49
Figura 2.16 - Mapa do Estado do Paraná com os Núcleos Regionais.	64
Figura 2.17 - Municípios do Paraná com erva-mate comercializada nas safras 2000-2002.	66
Figura 2.18 - Principais Municípios produtores de erva-mate no Paraná	66
Figura 2.19 - Ocorrência de unidades ervateiras em municípios do Paraná no período de 1980 a 2003.....	67
Figura 2.20 - Unidades ervateiras instaladas durante o período de 1980 a 2003 nos Municípios do Paraná.....	68
Figura 2.21 - Municípios do Paraná com unidades ervateiras ativas na safra 2003.	69
Figura 2.22 - Concentração das unidades ervateiras ativas na safra 2003 nos Municípios do Paraná.....	70
Figura 3.1 - Cancheamento da Erva-Mate com secador de Esteiras ou tipo Barbaquá.	109
Figura 3.2 - Estrutura para o sapeco de erva-mate.	110
Figura 3.3 - Composição dos custos de secagem da erva-mate.....	118
Figura 3.4 - Modelos antigos de sapecadores mecânicos de erva-mate.....	129
Figura 3.5 - Sapecador mecânico “moderno” de erva-mate.	130
Figura 3.6 - Sistemas de alimentação dos sapecadores: (A) manual e (B) com esteira de distribuição.....	131
Figura 3.7 - Secador de leito fixo para erva-mate, indicando localização do leito de secagem.....	137
Figura 3.8 - Secadores de leito fixo para erva-mate.	138
Figura 3.9 - Secadores para erva-mate empregando barbaquá.	139
Figura 3.10 - Secador de esteiras para secagem de erva-mate.....	140
Figura 3.11 - Secadores rotativos para erva-mate.....	142

Figura 3.12 - Secador horizontal para erva-mate.....	143
Figura 3.13 - Interior de um secador horizontal, com detalhes do misturador.	143
Figura 4.1 - Forma de apresentação das amostras de erva-mate para avaliação do aroma.	174
Figura 4.2 - Local para avaliação de aroma e sabor.	175
Figura 4.3 - Apresentação das amostras para avaliação de sabor, na forma de chimarrão.	177
Figura 4.4 - Resultados da análise sensorial da erva-mate para chimarrão de três morfotipos.....	183

RESUMO

O cultivo e o processamento da erva-mate (*I. paraguariensis*) têm importante papel na economia dos Estados do Sul do Brasil, uma vez que tais atividades estão presentes em pequenas propriedades e indústrias, gerando milhares de empregos. Entretanto, o setor enfrenta dificuldades, sendo que as indústrias devem reduzir custos e gastos com energia, mantendo qualidade na produção. Uma alternativa é a adequação da tecnologia utilizada no processamento da erva-mate. Para tanto, este trabalho foi realizado em três etapas. (1) Levantamento de dados sobre as ervateiras em funcionamento. Os dados foram compilados e usados na elaboração de um diagnóstico do setor, o qual mostra uma redução no número de unidades ervateiras, em particular no número de pequenas indústrias. (2) Coleta de dados e amostras de erva-mate em unidades ervateiras, com avaliação de desempenho de equipamentos (sapecadores e secadores) e das unidades. Os resultados mostraram que boa parte da umidade presente na erva-mate (mais de 50%) é evaporada durante o sapeco, embora a energia consumida seja superior à de processos de secagem convencionais. A secagem da erva-mate é realizada nos sistemas de secagem lenta e de secagem rápida, com diferentes tipos de secadores. Isto afeta o desempenho energético, o uso da mão-de-obra e a qualidade do produto. (3) Análise da qualidade da erva-mate obtida em diferentes sistemas de secagem, cujos resultados revelaram que o tempo de secagem afeta a cor, o sabor e o aroma do produto.

PALAVRAS-CHAVE: secagem; secadores, sapecadores, *Ilex paraguariensis*

SUMMARY

The cultivation and the processing of the mate (*I. paraguariensis*) have an important role in the economy of Southern states in Brazil, because such activities are present in small properties and industries, creating thousands of jobs. However, the sector faces difficulties, and the industries must reduce costs and expenses with energy, keeping quality in production. These goals can be achieved by the optimization of the technology of mate processing that is in use. To do so, this work was divided in three stages: (1) Data acquisition, which supplied information about operating units, which showed a reduction in the number of these units, especially smallest ones. (2) Measurements to evaluate equipments performance (sapecador and dryers). The results showed that water content (more then 50%) is evaporated during the mate “sapeco process” (an enzyme inactivation process). The mate drying process is carried out by slow and fast drying systems, in different types of driers, which were differentiated in energetic performance, costs and quality of product. (3) Chemical and sensorial analysis of the mate obtained in the different conditions showed that sensorial properties (color, taste and flavor) of the product were affected by the drying systems and characteristics of mate tree.

KEYWORDS: DRYING; DRYERS, SAPECADORES, *Ilex paraguariensis*

INTRODUÇÃO

A exploração da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) atingiu tamanha importância no século XIX que a planta recebeu a denominação de Ouro Verde. A importância da erva-mate e a influência dos “ervateiros” e barões do mate tiveram impacto na economia, na política e na cultura da região Sul do Brasil, onde o ciclo econômico da erva-mate alcançou proporções similares às do ciclo do café. Porém, o ciclo feneceu e o setor passou por longo período de estagnação, com queda nos investimentos e no desenvolvimento de tecnologia.

Embora sem retomar as dimensões do passado áureo, a atividade ervateira vem mostrando significativo crescimento nos últimos vinte anos, com aumento na área plantada, gerando inúmeros empregos nos Estados do Sul. Esta nova fase de crescimento pode estar associada ao aumento do consumo da erva-mate, estimulado pela tendência de maior demanda por alimentos naturais e de maior valor nutritivo. Além disto, crescem nas cidades o interesse pelo estilo de vida rural e o resgate de aspectos culturais, estimulando hábitos como o consumo do chimarrão.

Assim sendo, o aumento na demanda pelo produto leva o setor a aumentar a produção, com maiores investimentos em toda a cadeia. Porém, o crescimento não se restringe somente à demanda por maiores quantidades, mas tem imposto novos padrões, tanto de qualidade quanto de preço do produto.

É inexorável a necessidade de atender a estas novas exigências, mesmo se tratando de produtos tradicionais como a erva-mate para chimarrão. O mercado requer o fornecimento de produtos padronizados, de maior qualidade e com menor preço, embora apenas ocasionalmente ganhos de qualidade sejam recompensados com preços diferenciados.

Os novos requisitos do mercado representam um desafio ao setor ervateiro, face o atraso de décadas no desenvolvimento de tecnologia agrícola e industrial. Em sua maioria, os processos e equipamentos usados nos estabelecimentos produtores e processadores de erva-mate pouco evoluíram, sendo também pouco estudados.

Desta falta de informações surge uma pergunta, uma hipótese associada ao processamento da erva-mate: *a tecnologia usada no processamento da erva-mate afeta os padrões de qualidade do produto e o desempenho das unidades industriais?*

A tecnologia atual é limitada pela falta de pesquisa e pelo empirismo praticado pelo setor, podendo dificultar a adequada padronização e o controle de qualidade no processamento e nos produtos da erva-mate. A falta de informações agrava o problema, pois a padronização exige o conhecimento dos fatores que afetam os atributos (qualitativos e quantitativos) dos produtos.

Deste modo, é necessário desenvolver estudos que possam avaliar a tecnologia usada no processamento da erva-mate, analisando custo e qualidade do produto gerado, obtendo-se informações precisas sobre matéria-prima, processos e equipamentos usados e sua relação com o produto.

O presente trabalho tem como objetivo principal estudar e avaliar o processo de cancheamento¹ ou pré-processamento da erva-mate no Estado do Paraná, analisando a tecnologia aplicada na condução dos processos, equipamentos disponíveis, demanda energética, custos operacionais e qualidade do produto erva-mate para chimarrão. A área de abrangência do estudo foi restrita ao Estado do Paraná por ser este o maior produtor brasileiro de erva-mate. Do mesmo modo, a opção pelo chimarrão se justifica pelo fato de ser esta a principal forma de consumo do produto.

Como etapas realizadas ou objetivos parciais do trabalho citam-se:

(1) o levantamento de informações sobre os estabelecimentos processadores de erva-mate quanto à tecnologia em uso, identificando os principais aspectos tecnológicos das unidades ervateiras paranaenses;

(2) a caracterização dos equipamentos empregados, em especial os secadores, quanto ao princípio de funcionamento, capacidade de processamento, fonte e demanda de energia, custos e variáveis operacionais; e

(3) a determinação, através de análise sensorial, da influência de diferentes fatores sobre a qualidade da erva-mate para chimarrão.

¹ O setor ervateiro usa denominações que diferem do usual na área de Tecnologia de Alimentos ou Pós-Colheita, o processamento primário do produto recebe o nome de **cancheamento** e o processo de industrialização propriamente dito é chamado de **beneficiamento**. Esta questão, referente à terminologia usada, será novamente abordada no item Revisão Bibliográfica.

1. A ERVA-MATE

1.1. INTRODUÇÃO

A erva-mate é uma planta nativa da América do Sul, com propriedades nutritivas e fisiológicas que a tornam mais uma das preciosidades da flora brasileira. O consumo da erva-mate foi iniciado pelos povos indígenas e logo adotado pelos colonizadores do novo mundo.

A erva-mate foi plenamente incorporada aos hábitos alimentares dos brasileiros, em particular no Sul do Brasil, onde se destaca o consumo na forma de chimarrão. Atualmente as infusões de erva-mate são amplamente consumidas, não apenas na forma de chimarrão, mas como chá mate e tererê (mate gelado).

O chimarrão integra os costumes sulinos há séculos, sendo um dos símbolos da cultura da região, onde o hábito de “matear” é considerado sinônimo de hospitalidade, tradição e saúde. O destaque para esta bebida é justificável, pois o chimarrão faz parte da história, da economia, da política e da cultura local. O chimarrão é a principal forma de consumo da erva-mate, absorvendo a maior parte da erva produzida. Através das migrações, o chimarrão se expandiu para todas as regiões do país e, com ele, se difundiu o consumo da erva-mate.

Mesmo assim, não se pode restringir a planta de erva-mate e seu enorme potencial apenas ao chimarrão. O forte mercado de chá mate e o surgimento de outras bebidas derivadas da erva-mate mostram possibilidades para ampliação do consumo. A diversificação pode viabilizar a conquista de novos mercados e consumidores de erva-mate. Neste sentido, a composição química das folhas pode ser um ponto favorável.

Os componentes químicos presentes nas folhas de erva-mate a tornam um alimento nutritivo, com inúmeras propriedades. Além disto, a composição química permite ainda o emprego da erva-mate em produtos de limpeza, fármacos e cosméticos. Por tudo isto, é necessário estudar melhor esta planta, permitindo assim avaliar o desenvolvimento de novos produtos, usos e aplicações industriais, bem como melhorar a qualidade dos produtos tradicionais ou mesmo simplesmente passar a lhe dar o devido reconhecimento.

1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1. ERVA-MATE, MATE OU CHIMARRÃO?

A palavra **erva** é empregada para plantas arbustivas, não lenhosas. Mas, este não é o caso da **erva-mate**. A planta de erva-mate ou a “erveira” é uma árvore de porte relativamente desenvolvido. Assim, o emprego do termo erva para a árvore de erva-mate não se deve às características da planta, mas tem sim origem histórica.

A primeira citação sobre o consumo do mate se deve ao general paraguaio Irala, em 1554, o qual observou os índios guaranis consumirem em pequenos porongos uma bebida elaborada com folhas de erva-mate (LESSA, 1986). O produto consumido era constituído por folhas, que tostadas e moídas adquiram certo aspecto que levou os colonizadores espanhóis a pensarem que se tratava de uma planta de pequeno porte, ou folhas de uma erva e, sem conhecerem a planta, mas apenas seu produto, a denominaram de “erva do Paraguai”.

Para LINHARES (1969), foi este engano dos espanhóis que teria originado o uso do termo “erva” para denominar a erva-mate. Quanto ao termo “mate”, trata-se de uma palavra originária da língua indígena, do termo *mati*, que significa cabaça, cuia, porongo, o recipiente onde é preparada e bebida a infusão das folhas de erva-mate (SOUZA, 1947). Assim, por definição, erva-mate seria a “erva de cuia” ou a “erva para cuia”, mostrando já sua estreita relação com o chimarrão. Se originalmente mate se referia ao recipiente para consumo da erva, o termo logo passou a ser associado ao produto, originando erva-mate, nome dado à planta, à matéria-prima e ao produto comercial.

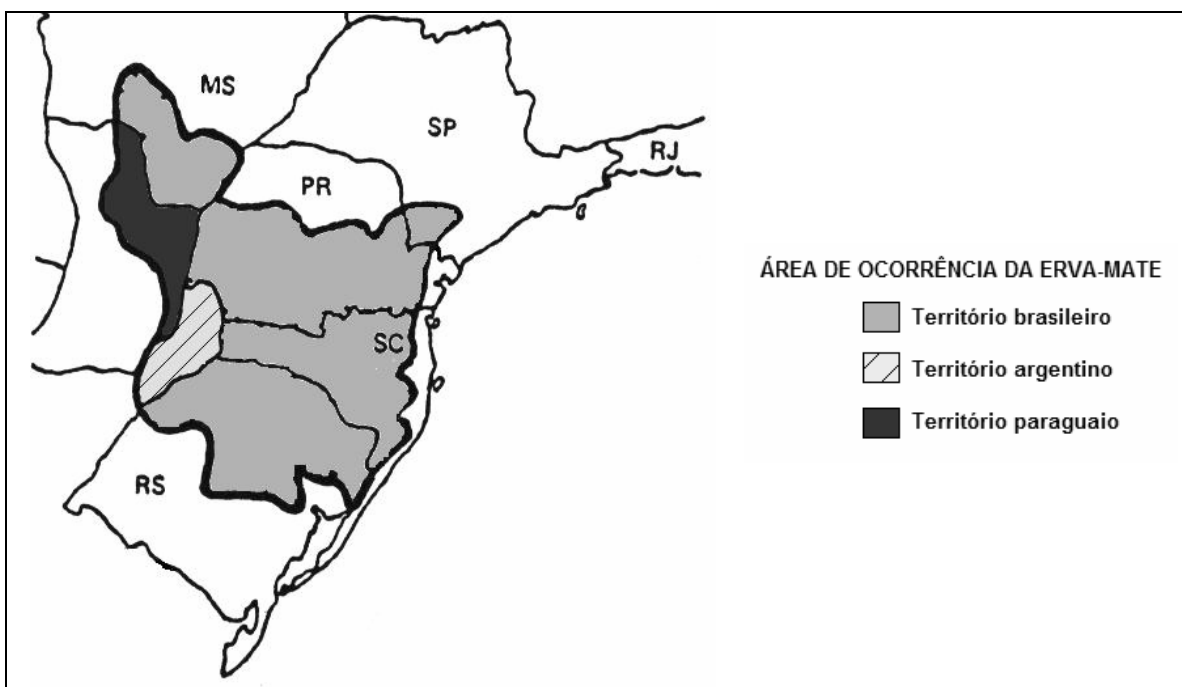
O nome científico da erva-mate foi dado pelo botânico Auguste de Saint-Hilaire, que percorreu o Brasil entre 1816 a 1822. Neste período Saint-Hilaire estudou diversas plantas, entre as quais a “*árvore-do-mate*” ou “*árvore-da-congonha*”, planta que seria usada na elaboração do produto “*erva do Paraguai*” ou “*mate*” (SAINT-HILAIRE, 1995). Assim, denominou a espécie como *Ilex paraguariensis*, embora tenha proposto posteriormente a alteração do nome para *Ilex mate*, mas sem sucesso (SERVIÇO DE INSPEÇÃO E FOMENTO AGRÍCOLAS, 1929).

Além do termo mate, é interessante considerar o termo chimarrão, uma das bebidas elaboradas com a erva-mate, uma forma de consumo. O termo chimarrão se originou do espanhol *cimarron*, significando amargo, selvagem, sem dono (BERKAI e BRAGA, 2000).

1.2.2. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DA ERVA-MATE

1.2.2.1. Área de ocorrência natural

A erva-mate é nativa de região de clima temperado, resistindo às temperaturas baixas. Sua área de ocorrência natural está restrita a três países da América do Sul: Brasil, Paraguai e Argentina (Figura 1.1).



Fonte: OLIVEIRA e ROTTA (1985).

Figura 1.1 - Área de ocorrência natural da erva-mate.

Pode-se dizer que a superfície de abrangência geográfica estende-se desde as latitudes de 21° até 30°S e longitudes de 48°30' até 56°10'W, com altitudes variáveis entre 500 e 1.700 metros (OLIVEIRA e ROTTA, 1985). Isto permite delimitar sua área de ocorrência natural em cerca de 450.000 km², cerca de 5% do território brasileiro e 3% do território sul-americano (DA CROCE e FLOSS, 1999).

Esta ampla área de ocorrência implica em distintas condições ambientais nas regiões de cultivo. Variações no ambiente que podem trazer reflexos sobre as características da matéria-prima e conseqüentemente sobre o produto final. Apesar de relativamente óbvia e do

grande potencial para o mercado, atualmente esta relação entre procedência e qualidade do produto não é considerada, mas isto já foi diferente.

Durante o apogeu do ciclo ervateiro, as normas e a legislação da erva-mate faziam tal distinção, sendo encontrada normatizada no início do século passado uma classificação da erva-mate considerando o Estado de procedência (WERNECK, 1962). A associação entre qualidade e procedência, se bem caracterizada, pode levar ao reconhecimento de padrões regionais de qualidade e ao desenvolvimento da certificação de origem para a erva-mate.

No Brasil a área de ocorrência da erva-mate abrange os três Estados da Região Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Porém, ocorre ainda em parte do Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas Gerais.

1.2.3. ASPECTOS BOTÂNICOS E TAXONÔMICOS DA ERVA-MATE

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) pertence à família Aquifoliaceae, a qual possui cerca de 600 espécies, a maioria do gênero *Ilex*. No Brasil, de acordo com GILBERTI (1995) existem 68 espécies pertencentes a esse gênero, mas destas apenas cinco se prestariam ao fabrico da erva-mate beneficiada.

A planta da erva-mate ou ervaíra possui características semelhantes à laranjeira, com caule de cor cinza, geralmente com 20 a 25cm de diâmetro, podendo atingir 50cm. A altura da árvore também é variável, sendo influenciada pelas condições do local, pelo manejo e pela idade da planta (Figura 1.2). BRAGAGNOLO et al. (1980) afirmam que a altura pode chegar aos 15 metros em locais de mata fechada, mas, quando a planta sofre condução, sendo podada, não passa dos sete metros.

A exploração da erva-mate está baseada na colheita dos ramos da planta, para obtenção das folhas, que colhidas e processadas dão origem aos principais produtos da erva-mate. As folhas são verde-escuras na parte de cima e mais claras na parte inferior, tendo comprimento médio de 5 a 8cm e largura de 4 a 5cm (REITZ et al., 1978). Entretanto, estas características são influenciadas por fatores, como genética, condições climáticas e manejo.

Como exemplo de tais influências pode-se citar o comportamento das folhas em áreas de mata nativa, onde há menor intensidade de luz. Nestas áreas as folhas podem ter coloração verde mais intensa, atingindo maiores dimensões, chegando a 23cm de comprimento, com 8 a

10cm de largura (EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991; URBAN, 1990; COSTA, 1995).

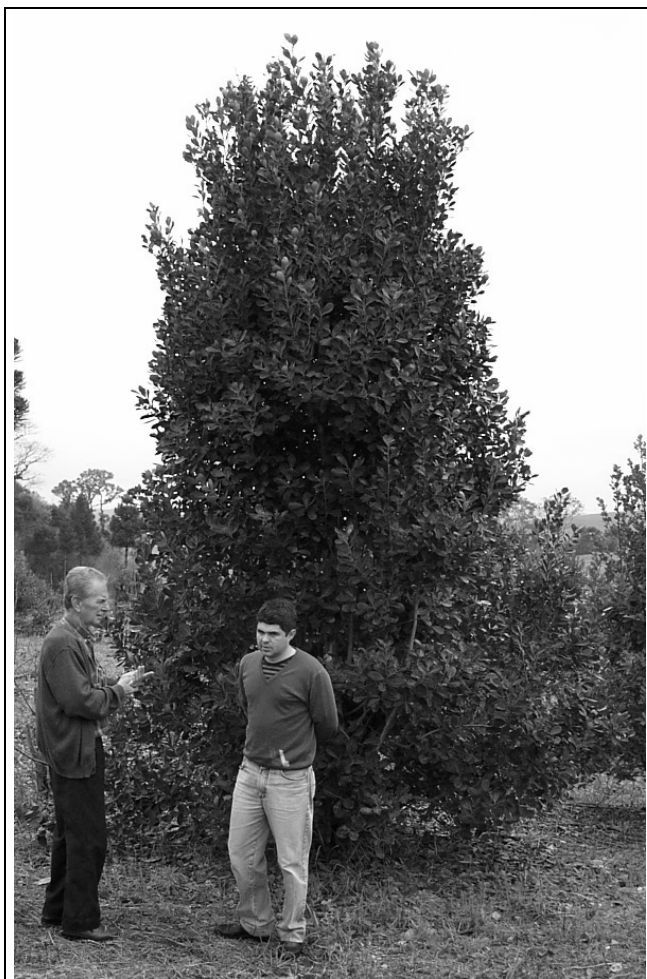


Figura 1.2 - Planta adulta de erva-mate (Município de Ivaí – PR).

As possíveis relações entre ambiente e características das folhas despertam interesse tecnológico. Mudanças na morfologia e coloração da folha podem estar associadas a variações na composição química e assim afetar características dos produtos comerciais, como no caso da erva-mate para chimarrão.

1.2.4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ASPECTOS NUTRICIONAIS

1.2.4.1. Considerações sobre a composição da erva-mate

No século XIX foram realizados os primeiros estudos sobre a composição química da erva-mate. Apesar disto, este tema está longe de ser esgotado. O desenvolvimento das técnicas de análise, o melhor controle na amostragem e os conhecimentos sobre fatores causadores de variações na composição química da planta têm originado importantes trabalhos. Ainda assim, há muito para se fazer, pois os resultados encontrados mostram enorme variação, até para um mesmo componente (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Composição química da erva-mate.

Parâmetro	%
Extrato aquoso	36,10 a 46,70
Extrato etéreo	5,57 a 9,10
Extrato alcoólico	24,10 a 39,75
Açúcar total	7,41 a 11,35
Sacarose	3,60 a 6,90
Nitrogênio	1,85 a 2,60
Cafeína	0,97 a 1,79
Taninos	7,55 a 11,00
Cinzas	5,07 a 6,60

Fonte: BURGSTALLER (1994).

Os dados da Tabela 1.1 mostram a enorme variabilidade na composição química da erva-mate. Entretanto, os valores apresentados, como extratos (aquoso, etéreo e alcoólico²), cinzas e açúcar total, não permitem uma adequada comparação com outros alimentos, pois cada um destes componentes agrupa inúmeros compostos.

De todo modo, a variabilidade dos dados apresentados mostra a necessidade de novos estudos sobre o tema. As causas para a variação podem compreender uma série de fatores associados à erva-mate, alguns inclusive já apontados neste trabalho, como o sombreamento, a região de origem e o tipo de cultivo.

² A extração de fitocompostos pode empregar diferentes métodos, o que inclui o uso de diferentes solventes (água, éter e álcool), resultando em diferentes extratos, como os citados na tabela. Cada método de extração produz extratos com diferentes características/composição (FERRI, 1996).

A variação na composição química e na qualidade da erva-mate em função de características edafo-climáticas é um importante tema para estudo, embora existam trabalhos antigos sobre ele. O Instituto de Química Agrícola do Paraná publicou em 1944 um trabalho relacionando clima e solo com características químicas do mate (extrato aquoso, cafeína, cinzas totais, cinzas insolúveis em ácido, e umidade). Coletando amostras em diferentes regiões ervateiras no Sul do Brasil e no Mato Grosso do Sul foi possível apontar variações na composição química em função de diferenças regionais (INSTITUTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA, 1944).

Outros fatores de variação que devem ser considerados na análise química da erva-mate são a época de colheita e a parte amostrada. Dados da composição mineral de folhas e ramos, coletadas em duas estações, mostram a variação na composição associada a tais fatores (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 - Distribuição dos nutrientes na planta de erva-mate em diferentes épocas do ano.

Nutrientes	Inverno		Primavera		Variação (%)	
	Folhas	Ramos	Folhas	Ramos	Folhas	Ramos
Nitrogênio - %	1,92	1,01	2,20	1,21	14,6	19,8
Fósforo - %	0,17	0,06	0,12	0,10	-29,4	66,7
Potássio - %	1,59	0,98	1,86	1,70	17,0	73,5
Cálcio - %	0,61	0,88	0,43	1,19	-29,5	35,2
Magnésio - %	0,42	0,34	0,33	0,23	-21,4	-32,4

Fonte: REISSMANN et al. (1985).

Os dados da Tabela 1.2 mostram uma maior concentração de nutrientes nas folhas, exceto o cálcio, independente da época de amostragem. Isto justifica a escolha das folhas como parte de interesse comercial no processamento da planta. A variação sazonal pode ser observada nos valores percentuais, mostrando diferenças quanto à concentração dos nutrientes no inverno e na primavera. Estas diferenças podem indicar variações na qualidade do produto elaborado em diferentes épocas.

Pelos dados apresentados seria prudente considerar tais fatores de variação em estudos que requeiram a análise da matéria-prima e do produto. Este cuidado deveria ser

tomado até mesmo pelo setor industrial, quando da elaboração e comercialização de produtos de erva-mate.

Há diversos trabalhos sobre composição química da erva-mate que avaliam compostos e grupos químicos específicos. Os carboidratos (açúcares) naturais presentes nas folhas de erva-mate foram analisados por CHLAMTAE (1955), que listou como principais açúcares presentes na erva-mate a sacarose (3,33%), a rafinose (0,44%), a glucose (0,27%) e a frutose (0,16%). Outros estudos foram realizados sobre os carboidratos presentes na erva-mate. Trabalhos realizados na Argentina por PAREDES et al. (2000a e 2000b) mostraram que o teor de carboidratos é afetado pela idade da folha, época de colheita e variáveis operacionais de sapeco e secagem.

1.2.4.2. Composição química e valor nutritivo da erva-mate

O valor nutritivo da erva-mate é um aspecto relevante, que deve ser considerado na análise do produto, uma vez que o produto possui compostos orgânicos e minerais de grande importância nutricional. As análises dos minerais presentes nas folhas e na infusão, realizadas por SANZ e ISASA (1991), mostraram quantidades significativas de sódio, potássio, magnésio e manganês. Os dados obtidos por estes autores na análise da infusão, principal forma de consumo da erva-mate, permitiram quantificar a presença de sódio, potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês e zinco (Tabela 1.3). Embora com algumas restrições³, a Tabela 1.3 permite avaliar o valor nutritivo da erva-mate comparando a concentração dos minerais na infusão com os valores da Dose Diária Recomendada (IDR). Os valores dos percentuais fornecidos por 100g de infusão indicam que a erva-mate pode representar importante fonte de minerais para os consumidores de chá e chimarrão.

³ Esta análise deve considerar que:

(1) os valores referem-se a 100 g de infusão, mas no caso do chimarrão seria necessário determinar o volume aproximado de infusão consumido por dia ou por “mateada” ou mesmo a cada cuia, visto ser este o recipiente de preparo e uma unidade de medida de consumo adotada pelos habituais consumidores.

(2) para uma análise mais criteriosa seria importante determinar a forma química destes nutrientes na infusão, para se conhecer sua efetiva absorção pelo organismo.

Tabela 1.3 - Concentração de minerais na infusão de erva-mate.

Minerais	Variações (mg/100g)	Valores Médios (mg/100g)	IDR ⁴	(%)*
Sódio	14,32 a 19,09	16,7	-	-
Potássio	569,13 a 774,40	671,8	-	-
Cálcio	64,90 a 116,52	90,7	800	11,3
Magnésio	155,43 a 420,00	287,7	300	95,9
Cobre	0,81 a 1,15	1,0	3	33,3
Ferro	2,52 a 4,95	3,7	14	26,4
Manganês	32,45 a 63,02	47,7	5	954,0
Zinco	2,77 a 4,99	3,9	15	26,0

* Valor fornecido no consumo de 100 g de infusão

Fonte: Adaptado de SANZ e ISASA (1991).

Além dos minerais, a erva-mate contém ainda vitaminas B₁, B₂, A, C, caroteno, riboflavina, colina, ácido pantotênico, inositol e aminoácidos. Em seu trabalho, KAWAKAMI e KOBAYASHI (1991) detectaram onze polifenóis na erva-mate, compostos com reconhecida ação antioxidante. A presença de compostos fenólicos na erva-mate e o papel destes componentes na saúde humana também foram analisados por BASTOS e TORRES (2003). A presença de compostos fenólicos na infusão confirma as vantagens do uso da erva-mate na composição de uma dieta saudável.

Os dados encontrados na literatura sobre compostos fenólicos em erva-mate mostram variabilidade similar à observada nos outros compostos químicos. Assim, para TORRES (1981) a erva-mate possui teores de cafeína entre 1 e 1,5% e de 7 a 11% de taninos. Enquanto isto, BURGSTALLER (1994) encontrou teores de cafeína variando entre 0,97 a 1,79% e os resultados obtidos por VAZQUES e MOLINA (1986) foram de 0,56% de cafeína, 0,03% de teobromina e 0,02% de teofilina.

Mesmo com a citada variação nos parâmetros químicos analisados, o valor nutritivo da erva-mate é um ponto de destaque. RAMALLO et al. (1998) analisaram as infusões de erva-mate elaboradas de modo similar às formas tradicionais de consumo, usando infusão quente (70°C), equivalente ao chimarrão, e infusão fria (5°C), equivalente ao tererê. Os resultados são apresentados na Tabela 1.4, mostrando a concentração de nutrientes nas duas

⁴ Dose Diária Recomendada (IDR) para adultos, definida pela Portaria n ° 33, de 13 de janeiro de 1998 do Ministério da Saúde. Nutrientes marcados com o sinal (-) na tabela não possuem valores definidos na portaria.

infusões, bem como a Dose Diária Recomendada para os nutrientes citados na legislação brasileira. Cabe destacar nesta Tabela as diferenças na concentração de nutrientes e, conseqüentemente, na parcela (%) da IDR fornecida pelo mate quente e pelo mate frio.

Tabela 1.4 - Nutrientes no extrato aquoso de erva-mate sob duas diferentes formas de extração

	Mate Quente		Mate Frio				
Componentes	Valor médio	Desvio Padrão	Valor médio	Desvio Padrão	IDR	(%) Mate quente	(%) Mate frio
Composição Geral – g							
Glicose	0,59+	0,41	0,15	0,04	-		
Sacarose	2,77+	0,53	1,19	0,5	-		
Proteínas	2,14+	0,39	1,24	0,52	50,0	4,3	2,5
Cafeína	0,85+	0,08	0,44	0,35	-		
Vitaminas – mg							
Vitamina C	5,11	2,78	2,35	0,13	60,0	8,5	3,9
Tiamina (B1)	1,48	1,86	0,15	0,10	1,4	105,7	10,7
Niacinamida	1,27+	0,68	n.d	---	18,0	7,1	
Piridoxina (B6)	0,94	0,97	n.d	---	2,0	47,0	
Minerais – mg							
Cálcio	80,94+	9,78	43,90	19,45	800,0	10,1	5,5
Fósforo	45,89+	6,31	21,27	8,70	800,0	5,7	2,7
Ferro	2,22+	0,34	1,10	0,46	14,0	15,9	7,9
Magnésio	58,58+	7,57	33,17	13,64	300,0	19,5	11,1
Potássio	100,59+	18,32	41,63	16,85	-		
Sódio	14,04	2,45	11,07	4,11	-		

n.d. = não detectado e + = diferenças significativas entre o mate quente e o mate frio. ($P < 0,5$).

Fonte: RAMALLO et al. (1998).

Os dados apresentados sobre o valor nutritivo e a composição química da erva-mate mostram o importante papel desta planta na alimentação, mas ainda há enorme potencial para ser explorado. KAWAKAMI e KOBAYASHI (1991) após estudos sobre a composição química apresentaram mais de 250 compostos extraídos da erva-mate verde e do mate tostado. Dentre os compostos listados, a pesquisa foi a primeira a detectar 196 compostos na erva-mate mostrando enorme potencial para a pesquisa neste campo.

1.2.5. PRODUTOS DE ERVA-MATE

1.2.5.1. Produtos tradicionais

A erva-mate vem sendo consumida durante séculos pelos povos sul-americanos. Este consumo é feito na forma de produtos tradicionais, pois os novos produtos lançados respondem por uma pequena parcela do consumo da matéria-prima produzida. Por outro lado, a produção do chá mate e da erva-mate para chimarrão absorvem mais de 90% da erva-mate colhida (PARANÁ, 1997). Os dados sobre o consumo de erva-mate são escassos, mas os dados da Tabela 1.5 mostram indicadores sobre a forma de consumo nos Estados brasileiros.

Tabela 1.5 - Consumo de erva-mate e produtos derivados nos Estados brasileiros em 1990.

Estado Consumidor	Consumo de erva-mate (t)			
	Chimarrão	Chá mate	Total	Participação do chimarrão (%)
Rio Grande do Sul	70.000	500	70.500	99,3
Paraná	20.000	300	20.300	98,5
Santa Catarina	15.000	200	15.200	98,7
Mato Grosso do Sul	5.000	50	5.050	99,0
Rio de Janeiro	500	1.500	2.000	25,0
São Paulo	1.000	600	1.600	62,5
Rondônia	1.000	50	1.050	95,2
Outros	1.000	500	1.500	66,7
BRASIL	113.500	3.500	117.000	97,0

FONTE: Adaptado de PARANÁ (1997).

Pode-se observar que os maiores consumidores de erva-mate são os três Estados do Sul e o Mato Grosso do Sul. Não por coincidência, estes Estados são grandes consumidores de chimarrão, permitindo avaliar o papel da tradição no consumo da erva-mate.

A interação entre tradição cultural e consumo de chimarrão pode ser observada nos Estados com forte presença de imigrantes do Sul, como no Mato Grosso do Sul e Rondônia. Nestes Estados, assim como na região Sul, o chimarrão responde por mais de 90% da erva-mate consumida. Nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, sem a marcante influência dos sulistas, nota-se um maior consumo de erva-mate na forma de chá mate.

Se a tradição representa a garantia de clientes constantes, por outro lado limita a comercialização do produto. Assim, o predomínio do consumo na forma de chimarrão pode ser visto tanto como um aspecto favorável, quanto como um dos fatores limitantes a serem

superados pelo setor ervateiro. Embora de valor cultural e alimentar, além de ser um hábito sociável, o “matear” restringe o consumo da erva-mate a um segmento da população, especificamente aos oriundos da região Sul do Brasil.

Os dados da Tabela 1.6 ratificam este predomínio do chimarrão nos Estados do Sul, indicando porque é comum o apreciador da bebida ser chamado de gaúcho. O Rio Grande do Sul é responsável por 65% do consumo de erva-mate para chimarrão no Brasil.

Tabela 1.6 - Consumo estimado de erva-mate para chimarrão nos Estados do Brasil.

Estado	Consumo Estimado (%)
Rio Grande do Sul	65,0
Paraná	17,0
Santa Catarina	12,0
Mato Grosso do Sul	3,0
Outros	3,0

Fonte: ANTONI (1998).

Isto confirma as observações sobre o fator tradição no consumo do chimarrão e mostra que o consumo de erva-mate está concentrado em poucos Estados e em um único produto, provavelmente restrito ainda a uma parcela da população mais tradicionalista e com maior idade. Porém, o mercado mostra demanda crescente para os outros produtos tradicionais da erva-mate. O consumo de bebidas elaboradas com o chá mate ou na forma de tererê pode ampliar o consumo de erva-mate. Informações fornecidas diretamente pelos industriais apontam para um crescimento no consumo de tererê, principalmente pelos jovens. Este hábito pode representar importante diversificação, não apenas pela faixa etária dos consumidores, mas também pela distribuição geográfica. As informações obtidas mostram que o consumo de tererê abrange diversas regiões do Brasil.

1.2.5.2. Produtos e usos alternativos

Os componentes químicos presentes nas folhas de erva-mate têm permitido outras aplicações além de chimarrão, até mesmo com usos alternativos em processos industriais (Tabela 1.7). Boa parte da população desconhece o emprego da erva-mate na elaboração de outros alimentos/produtos industriais. Os rótulos não informam a presença da erva-mate na composição desses produtos, pois são usados componentes dela extraídos ou mesmo extratos

da planta. Deste modo, os consumidores desconhecem as aplicações da erva-mate no seu dia-a-dia, em muitos casos, consumindo sem saber produtos com erva-mate.

Tabela 1.7 - Aplicações da erva-mate.

Aplicação Industrial	Sub-Produtos Comerciais	Forma de Consumo
Bebidas	Chimarrão e tererê Chá mate: queimado, verde ou cozido, Mate solúvel	Infusão quente ou fria
	Refrigerantes e sucos; cerveja; vinho	Extrato de folhas diluído
Insumos de alimentos	Corante natural e conservante alimentar	Clorofila e óleo essencial
	Sorvete, balas, bombons, chicletes e gomas	
Medicamentos	Estimulante do sistema nervoso central	Extrato de cafeína e teobromina
	Compostos para tratamento de hipertensão, bronquite e pneumonia	Extratos de flavonóides
Higiene Geral	Bactericida e antioxidante hospitalar e doméstico Esterilizante e emulsificante	Extrato de saponinas e óleo essencial
	Tratamento de esgoto Reciclagem de lixo urbano	
Produtos de uso pessoal	Perfumes, desodorantes, cosméticos e sabonetes	Extrato de folhas seletivo e clorofila

Fonte: MAZUCHOWSKI e RÜCKER (1997).

Um trabalho executado com o apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil, sobre produtos potenciais e industrialização, levantou informações sobre diversas aplicações para a erva-mate. Foram encontrados patentes e artigos publicados sobre este tema, revelando o uso da erva-mate na produção de medicamentos, cosméticos, produtos de limpeza e na indústria de alimentos (MACCARI JR., 2000).

DE PAULA e CHOCIAI (2000) realizaram um levantamento sobre as patentes e o uso da erva-mate em produtos cosméticos. As Tabelas 1.8 e 1.9 mostram as patentes existentes na época e os produtos comercializados, respectivamente. Tais tabelas indicam ainda que o interesse pela erva-mate e suas aplicações não se restringe aos países produtores agrícolas. A origem das patentes e dos produtos cosméticos indica que a Europa e a América do Norte usam a erva-mate como matéria-prima para produtos mais elaborados.

Tabela 1.8 - Patentes de cosméticos a base de extrato de erva-mate.

Detentor da Patente	País de Origem	Aplicação do Extrato de Mate
Extratos Naturais do Brasil S.A.	Brasil	Como anti-oxidante; ativador da circulação; interceptador de raios UV; inibidor da tirosinase; adstringente; emoliente; anti-inflamatório; bacteriostático.
Daniel Paul Sincholle	França	Prevenção e tratamento da celulite
Wella (Indústria)	Alemanha	Xampus; tinturas e condicionadores de cabelo; cremes para a pele

Fonte: DE PAULA e CHOCIAI (2000)

Tabela 1.9 - Aplicação de erva-mate em produtos cosméticos

Origem	Forma Cosmética	Finalidade	Função Atribuída ao Extrato
EUA	Gel para a pele	Redutor de celulite	Antioxidante, potencializador da ação de outros componentes
EUA	Gel para a face	Rejuvenescedor e protetor para a pele	Potencializador da ação da teofilina e antioxidante
EUA	Gel para a área ao redor dos olhos	Redutor de rugas	Antioxidante, potencializador da ação de outros componentes
Itália	Creme	Controle da celulite	Estimulante
*	Extrato de ervas para cosméticos e higiene	Não especificado	Não especificado
*	Extrato	Adstringente, redutor de celulite	Antioxidante e Adstringente
*	Perfumes	Perfume	Corante

Fonte: DE PAULA e CHOCIAI (2000)

1.3. CONSIDERAÇÕES

A erva-mate é uma planta nativa da América do Sul e boa parte de sua área de ocorrência natural pertence ao Brasil. Porém, tanto a planta quanto o produto processado podem ser considerados desconhecidos para boa parte da população brasileira.

A principal forma de consumo da erva-mate é o chimarrão, hábito restrito a uma região do país e aos seus habitantes. Ainda assim, se considerada a composição química da planta, há enorme potencial para uso da erva-mate em outros alimentos ou produtos comerciais.

A composição química da erva-mate é um ponto favorável para aumentar o consumo do produto. Entretanto, os trabalhos publicados mostram variações nos teores de um mesmo componente. É necessário avaliar as diferenças e os fatores que as causam, como as características do sistema de produção agrícola e as variáveis do sistema de processamento.

Estudos sobre composição química da erva-mate podem viabilizar novas aplicações ou produtos, o que permitiria aumento na demanda e ampliação do mercado consumidor.

O fato de se tratar de planta originária da América do Sul, sua complexa composição química e seu valor nutritivo justificam o desenvolvimento de trabalhos sobre a erva-mate, seu processamento e os produtos dela derivados. Novos produtos podem ser desenvolvidos, em áreas como a farmacologia e a indústria de alimentos. Por outro lado, o enorme volume de erva-mate aplicado na elaboração de produtos tradicionais, como chimarrão e chá mate, estimula a realização de pesquisas visando melhor conhecer este produto ou melhorar sua qualidade.

1.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONI, V.L. **A estrutura competitiva da indústria ervateira no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1998. 14p. Texto para discussão n.06/98
- BASTOS, D.H.M.; TORRES, E.A.F.S. Bebidas a base de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e saúde pública. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos**. São Paulo, SP. v.26, p.77-89, dez., 2003.
- BERKAI, D.; BRAGA, C.A. **500 Anos de história da erva-mate**. Canoas: Editora Cone Sul, 2000. p.20-60.
- BRAGAGNOLO, N.; PAN, W.; KLOSOVSKI FILHO, L. **Manual técnico de erva-mate**. Curitiba: ACARPA/EMATER, 1980. 40p.
- BURGSTALLER, J.A.; **700 Hierbas Medicinales**. Buenos Aires: Edicial S.A., 1994 Disponível em:http://reality.sgi.com/omar/personal/argentina/mate_refs.html. 05 ago. 2000.
- CHLAMTAE, E B. Sugars in *Ilex paraguariensis*. **Boletim do Instituto de Química**, Rio de Janeiro Brazil. v.38. p.17-24. 1955.
- COSTA, S.G. **A erva-mate**. Curitiba: Coleção Farol do Saber, 1995. 132p.
- DA CROCE, D.M; FLOSS, P.A.; **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1999. 81p. (EPAGRI Boletim Técnico, 100).
- DE PAULA, M. L.; CHOCIAI, J.G. A erva-mate em cosméticos. In: MACCARI JR., A. (coord.) **Produtos Alternativos e Desenvolvimento da Tecnologia Industrial na Cadeia Produtiva da Erva-Mate**. Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate do Paraná/Ministério da Ciência e Tecnologia/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2000. p.136-160.
- EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Curitiba: EMATER, 1991. 104p. 2ª edição.
- GILBERTI, G.C. *Ilex* en Sudamérica: florística, sistemática y potencialidades com relación a un banco de germoplasma para la yerba-mate. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (Ed) **Erva-mate: Biologia e Cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. p. 303-312.
- INSTITUTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA. **Memória - nº 6 - Contribuição para o Estudo da Região Ervateira**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1944, pg. 130.
- KAWAKAMI, M.; KOBAYASHI, A. Volatile constituents of green mate and roasted mate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.39. p.1275-1279. 1991.
- LESSA, B. **História do Chimarrão**. Porto Alegre: Editora Sulina, 1986. 111p.

LINHARES, T. **História Econômica do Mate**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1969. p.4.

MACCARI JR., A. (coord.) **Produtos Alternativos e Desenvolvimento da Tecnologia Industrial na Cadeia Produtiva da Erva-Mate**. Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate do Paraná/Ministério da Ciência e Tecnologia/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2000. p.136-160.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; RUCKER, N. G. A. **Erva-Mate - Prospecção Tecnológica da Cadeia Produtiva. Documento Executivo**. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural, 1997. 27 p.

OLIVEIRA, Y.M.M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais - Silvicultura da Erva-Mate. 10, 1985, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1985. p.17-36.

PARANÁ - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Erva-mate: prospecção tecnológica da cadeia produtiva**. Curitiba: SEAB, 1997. 121 p.

PAREDES, A.M.; VALDEZ, E.C.; KÄNZIG, R. “Variación de los hidratos de carbono durante el sapeco”. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000a. p. 178-181.

PAREDES, A.M.; VALDEZ, E.C.; NUÑES, J.; KÄNZIG, R. “Variación de los hidratos de carbono durante el secado de la yerba mate”. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000b. p. 182-185.

RAMALLO, L.A., SMORCEWSKI, M., VALDEZ, E.C., PAREDEZ, A.M., SCHMALKO, M.E. Contenido nutricional del extracto acuoso de la yerba mate en tres formas diferentes de consumo. **La alimentación Latinoamericana**, Buenos Aires, n. 225, p.48-52, 1998.

REISSMANN, C.B., KOEHLER, C. W., ROCHA, H. O., HILDEBRAND, E. E. Avaliação das Exportações de Macronutrientes pela Exploração da Erva-Mate. **DOCUMENTOS**, v.15, p.128-140, 1985.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto Madeira de Santa Catarina**. Itajaí: SUDESUL, 1978. p.168-175.

SAINT-HILAIRE, A. **Viagem pela comarca de Curitiba**. Curitiba: Fundação Cultural, 1995. 182p.

SANZ, M. D. T.; ISASA, M. E. T. Elementos minerales en la yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. H.). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Madrid, v. 41. n.3, p.441-454. 1991.

SERVIÇO DE INSPEÇÃO E FOMENTO AGRÍCOLAS **A Exploração do Mate**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1929. p.74-105.

SOUZA P.F. **Tecnologia de produtos florestais**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1947. p. 206 - 254

TORRES, D.M.G.; **Catálogo de Plantas Medicinales Usadas en Paraguay**. Asunción, Paraguay, 1981; pp 182-183

URBAN, T. **O livro do matte**. Rio de Janeiro: Salamandra, 1990. 93p.

VAZQUEZ A.; MOLINA, P. Studies on mate drinking. **Journal of Ethnopharmacology**. Elsevier Scientific Publishers Ireland Ltda. 18, 1986, p. 267-272.

WERNECK, R.M.R. **Legislação ervateira**. Companhia Brasileira de Artes Gráficas, 1962. p. 219-233.

2. ANÁLISE DO SETOR INDUSTRIAL ERVATEIRO PARANAENSE

2.1. INTRODUÇÃO

A principal forma de consumo de erva-mate é o chimarrão, bebida associada à imagem do gaúcho. Entretanto, o hábito de tomar chimarrão é uma herança indígena, rapidamente incorporada aos costumes do novo mundo. O legado indígena referente à erva-mate não se limita ao consumo da bebida, mas também a todo um “vocabulário técnico” usual no processamento do produto. Palavras como sapeco, barbaquá e carijo são empregadas para denominar operações e equipamentos específicos do processamento do mate.

Assim, mais de 400 anos depois do “colonizador” observar pela primeira vez os índios “matearem”, ainda são empregados termos herdados destes povos. Se por um lado isto aponta a importante participação da cultura indígena em nosso cotidiano, ou especificamente das línguas indígenas em nosso idioma, mostra uma das muitas facetas do setor ervateiro, a força da tradição. Trata-se de um setor que busca novos mercados e inovações tecnológicas, mas que ainda aplica conhecimentos “seculares”. Na cultura ervateira, os termos tecnologia e tradição podem ser considerados sinônimos.

A tradição é fato marcante no setor e não se restringe ao vocabulário ou à tecnologia, inclui até mesmo o aspecto humano. A rica história da erva-mate no Brasil envolve fatos e pessoas e, assim, alguns sobrenomes se tornaram comuns nas regiões produtoras de erva-mate. São as “famílias ervateiras”, famílias tradicionais com forte presença no setor e que atuam no processamento do produto há gerações. Com o tempo estas famílias se ramificaram e originaram novas empresas ervateiras.

Conseqüentemente, muitas das empresas ervateiras são empresas familiares e, dentre estas, algumas chegam a completar mais de 100 anos de atividade na industrialização da erva-mate. A este grupo de empresas tradicionais foram se juntando outras novas empresas, conferindo dinamismo ao setor e elevando o número para cerca de setecentos estabelecimentos ervateiros no Brasil.

O número de empresas e de empregos, além dos recursos econômicos gerados confere grande importância ao setor ervateiro. No auge do ciclo da erva-mate, eram comuns as

publicações com dados econômicos e estatísticos sobre o setor. Eram publicadas informações sobre as indústrias e a tecnologia em uso, sendo enfatizados casos de sucesso ou inovações adotadas. Com o declínio da atividade ervateira, as publicações se tornaram escassas e os dados disponíveis ficaram desatualizados.

Deste modo, o setor ervateiro e os técnicos envolvidos com a atividade ervateira necessitavam de informações e dados estatísticos, os quais estavam disponibilizados somente em estudos pontuais, por Estado ou região. Neste cenário se tornam difíceis ações de planejamento setorial, propostas governamentais e recomendações técnicas adequadas à realidade. Também no campo tecnológico, no desenvolvimento de equipamentos e processos, ou mesmo na análise da tecnologia adotada pelas empresas, sente-se falta de informações e dados sobre o setor, sob o ponto de vista macroeconômico.

Quais seriam as principais características atuais do setor ervateiro paranaense e da tecnologia em uso no processamento da erva-mate?

A resposta para esta questão foi a proposta para este trabalho. Para tanto, foi necessário conhecer e caracterizar o setor ervateiro, através de sua estrutura física, de seu sistema organizacional e da tecnologia aplicada. Uma vez dispondo dos dados sobre a estrutura do setor ervateiro, foi possível avaliar o pré-processamento realizado nas unidades.

Para obter esses dados foi proposta uma etapa de coleta de informações sobre o setor ervateiro, em especial sobre a estrutura de pré-processamento da erva-mate no Paraná. A delimitação da área de estudo se deve à dimensão do setor ervateiro brasileiro. Um estudo em todo o território demandaria grande volume de tempo e de recursos financeiros.

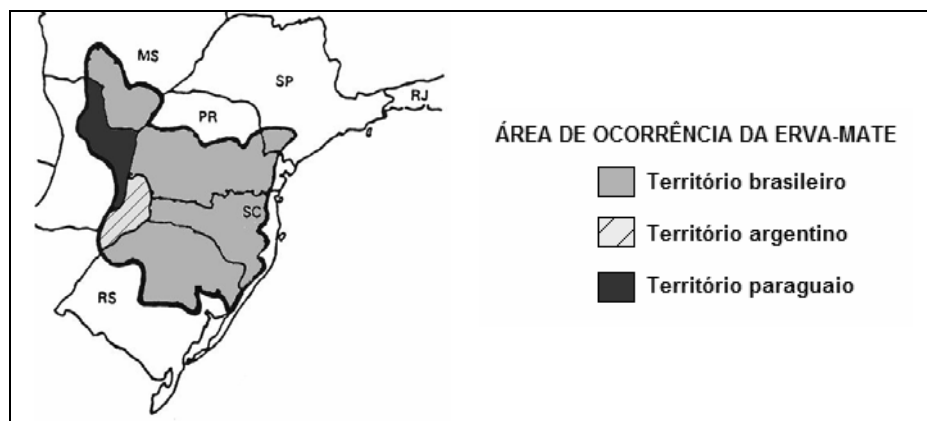
A delimitação do Paraná como área de estudo agregou inúmeras vantagens, como a realização de um censo estadual, através de visitas técnicas e informações privilegiadas referentes ao universo das empresas ervateiras em atividade no Estado do Paraná no ano de 2003. Os dados obtidos permitiram a elaboração de um diagnóstico sobre o setor ervateiro e a tecnologia em uso no processamento da erva-mate no Estado do Paraná.

2.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2.1. EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DA ERVA-MATE

2.2.1.1. Países produtores

A área de ocorrência natural e de exploração econômica da erva-mate está concentrada em três países da América do Sul: Brasil, Paraguai e Argentina (Figura 2.1). Entretanto, a Figura 2.1 mostra que a maior parte desta área está localizada em território brasileiro, em quatro Estados do Brasil.

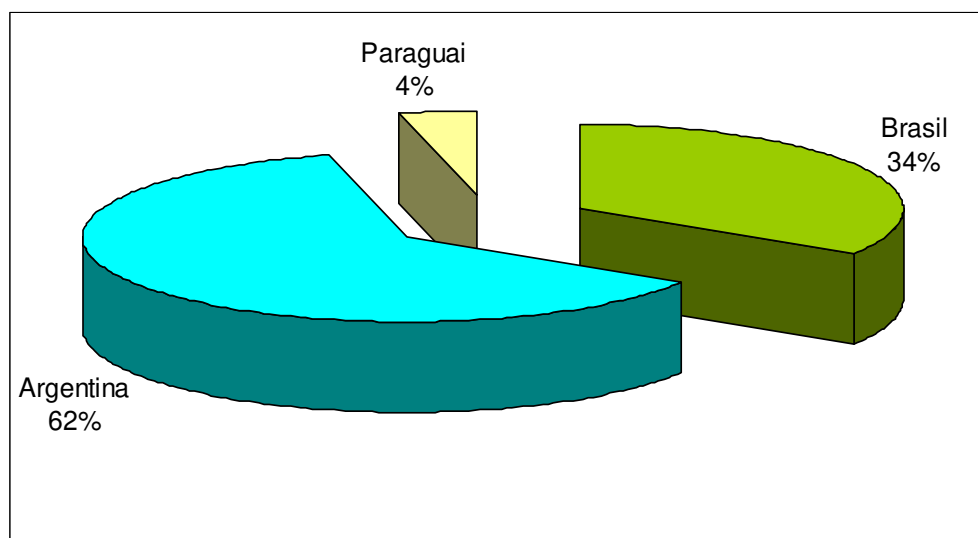


Fonte: Adaptado de OLIVEIRA e ROTTA (1985).

Figura 2.1 - Área de ocorrência natural e exploração econômica da erva-mate.

Apesar de grande parte da “área ervateira” estar em território brasileiro, a Argentina é o maior produtor mundial de erva-mate e o Brasil é o segundo colocado (Figura 2.2). Esta situação ocorre em virtude das características do sistema de produção agrícola de erva-mate em cada país. Os ervais argentinos possuem maior densidade (número de plantas por área) e faz intensivo uso de insumos agrícolas.

Mesmo sendo o segundo maior produtor de erva-mate, acordos comerciais e estratégias de mercado levam o Brasil a importar produto da Argentina. Dados da SECEX/DECEX/MF - SEAB/DERAL mostram que as importações brasileiras estão diminuindo. Em 1996 foram importadas cerca de 10 mil toneladas e em 2004 este valor foi de 2 mil toneladas.



Fonte: DE BERNARDI e PRAT KRICUM (2001)

Figura 2.2 - Distribuição da produção mundial de erva-mate.

Quanto às exportações, nota-se um comportamento de estabilidade nos últimos anos, com o volume se situando entre 23 e 26 mil toneladas anuais, porém com forte declínio dos preços praticados (BRASIL, 2005).

2.2.1.2. Produção brasileira

A área de ocorrência da erva-mate no Brasil se concentra na Região Sul (Figura 2.1). Assim, esta região é a maior produtora de erva-mate e responde por cerca de 97% da produção nacional. São aproximadamente 480 municípios produtores, com uma área de exploração estimada em 773 mil ha (ANDRADE, 1999).

Cada Estado da Região Sul possui características próprias na exploração da erva-mate. No Estado do Paraná, de acordo com MAZUCHOWSKI e RÜCKER (1997), a erva-mate é produzida por cerca de 51 mil propriedades, das quais 64,4% preservam ervais nativos e 35,6% realizam o adensamento e/ou plantio de ervais.

DA CROCE (1996) reportou que em Santa Catarina a atividade com erva-mate se faz presente em 19.700 propriedades rurais, se concentrando principalmente nas regiões oeste e norte do estado, constituídas por cerca de 80% de ervais nativos e 20% por áreas plantadas.

No Rio Grande do Sul, a maior parte dos ervais nativos foi substituída por plantios de lavouras anuais. Assim sendo, há predomínio dos ervais plantados, correspondente a cerca de 70% da área total, restando apenas uma área de 30% de ervais nativos remanescentes

(ANDRADE, 1999). Estes dados podem ser comparados àquele sobre a produção brasileira de erva-mate do Censo Agropecuário do IBGE 1995/96, apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Produção brasileira de erva-mate cancheada.

Estado	Produção de Erva-Mate (toneladas)				Proporção (%)	
	Nativa	Plantada	Total	%	Nativa	Plantada
Paraná	115.069	37.070	152.139	42,12	75,63	24,37
Santa Catarina	69.569	35.064	104.633	28,97	66,49	33,51
Rio Grande do Sul	20.692	80.910	101.602	28,13	20,37	79,63
Brasil	206.916	154.284	361.200	~100,0*	57,29	42,71

* - Valores aproximados, faltando dados sobre a produção de erva-mate no Mato Grosso do Sul.
Fonte: Adaptado de DESER (2001)

Cabe destacar o crescimento na produção de erva-mate ocorrido nos últimos anos. Dados do IBGE (Produção Extrativa Vegetal) / SEAB-DERAL mostram que a produção de erva-mate cancheada passou de 150,8 mil toneladas em 1990, para 229,7 mil toneladas em 2002, um aumento de 52,3%. No mesmo período, o Paraná aumentou sua participação na produção brasileira, de 34,3% em 1990, para 47,8% em 2002.

2.2.1.3. Características do sistema de produção brasileiro

A análise da produção brasileira por Estado deve levar em conta as características dos ervais, fator que recebe especial atenção por parte dos industriais do setor. Neste aspecto, os dados da Tabela 2.1 mostram um interessante panorama da produção brasileira de erva-mate.

Apesar da importância econômica da atividade ervateira, face o longo tempo de exploração e a grande área ocupada, inclusive com culturas permanentes e sazonais intercaladas à erva-mate, a atividade ainda está centrada em ervais nativos ou naturais⁵. A Tabela 2.1 mostra que mais da metade (57,29%) da produção de erva-mate é oriunda de ervais nativos e há diferenças marcantes entre os Estados no que se refere a este fator.

No caso do Paraná, maior produtor brasileiro, os ervais nativos representam $\frac{3}{4}$ da área com erva-mate. Este valor pode ser ainda maior, pois ANDRADE (1999) cita que os ervais

⁵ A diferença entre os tipos de ervais é apresentada neste capítulo.

nativos ocupariam 91,2%⁶ da área explorada no Paraná, o que corresponderia a aproximadamente 258 mil ha. De todo modo, considerando a participação dos ervais nativos na produção, os dados da Tabela 2.1 conferem destaque ao Paraná, pois este responderia por mais da metade da produção brasileira de “erva-mate nativa”, abastecendo indústrias de outros Estados.

A origem da matéria-prima, se de ervais nativos ou de ervais cultivados, é um tópico interessante na produção da erva-mate, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. Esta é a principal característica de diferenciação dos ervais brasileiros e argentinos, pois na Argentina a totalidade dos ervais em produção são cultivados, a pleno sol, contrapondo-se ao Brasil onde há grandes áreas com ervais nativos, sombreados.

Há, entre os ervateiros, produtores e industriais, um senso comum de que a erva-mate de ervais nativos ou sombreados apresenta melhores atributos do que o produto vindo de ervais cultivados ou de pleno sol. Esta informação tem fundamento, se considerado as distintas características edafo-climáticas em cada um destes sistemas afetando o desenvolvimento das plantas. O efeito do ambiente sobre as plantas de erva-mate foi tema de estudos como os de BOEGER et al. (2003), COELHO et al. (2000) e MAZUCHOWSKI et al. (2003). Assim, variações no ambiente influenciariam as características da matéria-prima e dos produtos elaborados (MAZUCHOWSKI, 2000).

Os dados das Tabelas 2.1 e 2.2 demonstram a grande importância do Paraná na produção de erva-mate. O Estado é o maior produtor de erva-mate e também o maior produtor de erva-mate de ervais nativos. Os dados do censo apresentados na Tabela 2.1 mostram que na safra 1995/96 a maior parcela (55,61%) da erva-mate nativa brasileira veio do Paraná.

2.2.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A análise da importância econômica da atividade ervateira no Brasil sofre algumas limitações pela inexistência de dados atuais, principalmente no que se refere ao segmento industrial. Apesar disto, a magnitude dos números encontrados (Tabela 2.2) é impressionante, enfatizando a importância do setor ervateiro para a economia dos Estados produtores.

⁶ Embora não especificado no trabalho de ANDRADE (1999) e DA CROCE (1996), acredita-se que, pelos valores apresentados, os números sejam referentes a ervais nativos e adensados.

Os dados mostram um grande número de empregos gerados pela cultura. Isto pode ser explicado pelo grande número de propriedades rurais envolvidas e pelo fato da colheita da erva-mate no Brasil ainda ser feita manualmente.

Tabela 2.2 - Estrutura do setor ervateiro brasileiro.

Estado	Municípios ervateiros	Propriedades atuantes	Empregos Gerados
RS	248	80.000	225.500
SC	140	19.000	176.500
PR	180	53.000	212.000
MS	28	28.000	96.000
BRASIL	596	180.000	710.000

Fonte: MACCARI JR. (2000).

A Tabela 2.2 permite também algumas ponderações. Considerando a informação de ANDRADE (1999), que a área de exploração com erva-mate seria de aproximadamente 773 mil ha, e o dado da Tabela 2.2, com 180 mil propriedades com exploração da erva-mate, tem-se o valor aproximado de 4,3 ha de erva-mate por propriedade, o que mostra o predomínio de pequenas áreas. O fato da cultura da erva-mate não exigir grande aporte de recursos a torna uma boa alternativa para pequenos proprietários rurais, podendo ser cultivada e explorada em áreas marginais.

Se observada ainda a região de ocorrência natural da planta (Figura 2.1) e suas características edafoclimáticas, pode-se considerar que a planta se adaptou a distintas condições. Como a erva-mate tolera períodos de seca e de frio intenso, além de se desenvolver bem em solos de baixa fertilidade, é uma opção para o melhor aproveitamento dos recursos naturais nas propriedades rurais (ANDRADE, 1999).

As características da planta e da cadeia produtiva mostram a necessidade de adequada atenção para a erva-mate. Em boa parte das áreas de cultivo, a erva se mostra como única alternativa economicamente viável.

2.2.3. PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE ERVA-MATE

2.2.3.1. Os ervais

A produção agrícola de erva-mate é um tema relevante, mesmo em trabalhos referentes à tecnologia de processamento, uma vez que o sistema de produção agrícola traz inúmeras conseqüências sobre a industrialização. Por exemplo, o sistema de cultivo afeta o intervalo entre colheitas, o que implica em alterações no fornecimento de matéria-prima e nas características do produto.

De todo modo, é difícil traçar características gerais para os ervais e os sistemas de produção, em vista da grande área de distribuição e exploração econômica da erva-mate no Brasil e sua conseqüente diversidade. Este é o caso dos ervais de ocorrência natural e os de plantio. Além das evidentes diferenças, as condições naturais dos ervais sofrem mudanças com a exploração econômica da erva-mate.

O plantio em áreas abertas e o reflorestamento fizeram surgir novos tipos de ervais, com características diferenciadas daquelas originalmente observadas nas matas. Uma classificação considerando tais aspectos é encontrada no trabalho de ANDRADE (1999), que faz uma compilação de informações de outros autores. Assim, têm-se:

- Ervais nativos – formados e mantidos pela natureza;
- Ervais adensados – o erval nativo recebe o plantio de mudas nas clareiras existentes;
- Ervais de conversão – quando a vegetação existente (mato) é transformada em erval.
- Ervais homogêneos – plantios solteiros (não-consorciados) de erva-mate a pleno sol;
- Ervais consorciados – plantios de mudas em condições de sombreamento com lavouras e/ou sub-bosques de matas, ou ainda a pleno sol com lavouras e/ou pastagens.

Estas variantes afetam características como o espaçamento entre plantas e o intervalo entre colheitas. Segundo a EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (1991), a produtividade média das árvores plantadas (ervais cultivados) em espaçamentos menores estabiliza-se aos 10-12 anos, produzindo anualmente cerca de 14 a 20 kg por árvore. Já as erveiras nativas, de maior porte, chegam a produzir de 80 a 180 kg de matéria verde por árvore em podas a cada 3-5 anos.

Se esses dados de produção forem convertidos para valores anuais, a colheita nas erveiras nativas pode variar de 16 a 60 kg por árvore. As maiores produções por árvore não

representam necessariamente maior produtividade por área. A distribuição das plantas é irregular nos ervais nativos, influenciada pela presença e tamanho de outras espécies arbóreas, dificultando o cálculo da produtividade por área.

2.2.3.2. A colheita da erva-mate

A colheita da erva é feita através da poda, que não pode ser vista como uma simples remoção de galhos e ramos. A colheita deve buscar a coleta de folhas e ramos finos que são as partes empregadas na elaboração da erva cancheada. O uso do poncho (capa usada para recolher as partes colhidas das erveiras) é uma prática recomendada para diminuir a quantidade de sujidades presentes na matéria-prima (EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991).

A operação de colheita deve ser executada de forma criteriosa, para evitar a degeneração da planta. Este é um dos fatores apontados como causadores da degradação dos ervais nativos, com queda na produtividade e mortalidade de plantas (MACCARI JR. et al.; 2003). Em seu trabalho, DA CROCE (1997) recomenda a manutenção de parte das folhas para recuperação das plantas, selecionando ramos, os quais devem ser cortados de maneira correta, com cuidado equivalente aos da poda empregada em espécies frutíferas.

A poda da erva-mate deve ser sistematizada e deve considerar fatores como estágio da planta, finalidade da poda (formação ou exploração), intervalo entre colheitas e equipamentos (DA CROCE, 1997). Quanto à época de colheita da erva-mate, ainda não há consenso, embora já sejam encontradas informações em manuais técnicos (EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991). A definição da época de colheita e conseqüentemente dos meses de atividade das ervateiras se dá em virtude de dois fatores:

1 – Aspectos da fisiologia da planta de erva-mate: a erveira entraria em repouso fisiológico no inverno, época em que a poda causaria menores danos à planta, permitindo rápida regeneração. Importante lembrar que há variações na composição química da planta em função da época do ano, indicando que a colheita em diferentes épocas gera produtos com diferentes composições química/nutritiva.

2 – Requisitos do mercado: dentre os atributos da erva-mate para chimarrão, a cor verde é um dos mais valorizados (DUARTE e WASZCZYNSKYJ, 2000; RUCKER, 2000). Como a cor muda durante o armazenamento da erva-mate, é necessária constante reposição do

produto nos pontos de venda. Isto implica em oferta durante todos os meses do ano de produto de cor verde intensa, característica da erva-mate recém-processada.

A época de colheita é um dos pontos interessantes na exploração da erva-mate, visto ter inúmeras implicações. MAZUCHOWSKI e RÜCKER (1996 e 1993) e ANDRADE (1999) fazem diversas considerações a este respeito:

- O período de maio a setembro seria o ideal para a colheita da erva-mate, em especial entre junho a agosto, pois ainda não há brotação; as folhas estão maduras e a erva está em repouso fisiológico. Por causar menores danos à planta, boa parte dos produtores colhe a erva neste período, aumentando a oferta do produto, que chega a 65% do volume total (VALDUGA et al., 2003), fazendo desta a principal época de colheita, período denominado de **saфра**.

- A **saфrinha** ocorre nos meses fora do período de saфра e tem como maiores empecilhos fatores climáticos, como geadas precoces e insolação que podem prejudicar o bom desenvolvimento da planta podada. Porém, há interesse por parte das indústrias na colheita durante a saфrinha, para otimizar o uso da estrutura de processamento e o fluxo de caixa. A colheita de saфrinha se concentra nos meses de dezembro a fevereiro.

Estas variações na época de colheita implicam na coleta de matéria-prima em diferentes condições climáticas. Como a planta apresenta comportamento fenológico afetado pelo clima, a poda em diferentes épocas se traduz na colheita de erva-mate em diferentes condições fisiológicas, questão já destacada por VALDUGA et al. (2003).

Face tal situação, variações na época de colheita podem interferir na recuperação das plantas podadas e na qualidade do produto, entre outros aspectos. Embora alguns trabalhos já tenham sido publicados sobre a análise da poda, como POKOLENKO e SCHMALKO (2003), DA CROCE e FLOSS (1999), novos estudos são necessários para avaliar a poda em diferentes regiões produtoras e efeitos na qualidade sensorial do produto e em sua composição química.

2.2.3.3. Mão-de-obra para a colheita

Apesar de ser uma prática agrícola, no caso da erva-mate a colheita poderia ser considerada a primeira operação na industrialização do mate, em função de algumas peculiaridades do setor. A colheita é uma operação que demanda grande volume de mão-de-obra, que pode ser: (a) familiar, oriunda dos proprietários do erval; (b) fornecida pela ervateira que está adquirindo o produto; ou (c) terceirizada em contratos temporários (VALDUGA et al., 2003).

Apesar de gerar empregos, a colheita manual eleva os custos de produção. Para DE BERNARDI e PRAT KRICUN (2001) a colheita pode representar de 18 a 48% do custo de cultura da erva-mate, variando em função das características do sistema produtivo.

Na Argentina, o alto custo da mão-de-obra e o risco de migração desta para atividades mais rentáveis estimularam as empresas a desenvolverem sistemas de colheita mecanizados e semi-mecanizados. Avaliações realizadas durante seis safras consecutivas mostraram que estes sistemas proporcionam índices de produtividade equivalentes aos obtidos com a colheita manual (PRAT KRICUN e BELINGHERI, 2003).

2.2.4. INDUSTRIALIZAÇÃO DA ERVA-MATE

A tecnologia empregada para processar erva-mate sofreu poucas alterações nos últimos anos se comparada à evolução observada em outros setores agroindustriais. Pouca coisa mudou no caso dos processos, equipamentos e embalagens empregados para erva-mate. Ainda assim, a análise da tecnologia em uso pelo setor ervateiro exige esclarecimentos em função das suas especificidades. A explanação sobre a tecnologia se torna mais fácil se adotada a divisão do processo em duas etapas ou ciclos, o cancheamento e o beneficiamento.

Esta forma de separação pode ser justificada por razões técnicas, comerciais, legais e históricas. Assim sendo, pode ser usada a resolução nº 485 do Instituto Nacional do Mate – INM (INM, 1955) que diferenciava os dois ciclos, o cancheamento e o beneficiamento, bem como as operações que os constituíam. Esta resolução pode ser aplicada à realidade atual com poucas alterações.

Pela resolução nº 485 (INM, 1955), o ciclo do cancheamento é a primeira fase do processo, que incluiria o corte da erva⁷, o sapeco, a secagem, a trituração e a tamisação ou peneiração. Após passar por estas etapas, a erva-mate obtida é denominada de cancheada. A erva cancheada é a matéria-prima dos engenhos ou moinhos, nos quais é realizada a segunda fase do processo, denominada de beneficiamento. Ao ser beneficiada, a erva-mate cancheada passa pelas operações de retificação da secagem, limpeza, trituração, e separação de frações por meio de peneiras.

⁷ A resolução nº 485 cita a colheita da erva-mate como uma operação da industrialização.

A erva assim elaborada dá origem a dois grupos de produtos: o chá e o chimarrão. Estes grupos possuem variações, antigamente denominadas tipos, obtidas através da mistura das frações separadas nas peneiras.

Uma das poucas ressalvas à adoção da resolução nº 485 (INM, 1955) seria quanto à definição do local de realização de cada ciclo. A resolução define que o cancheamento seria realizado pelo produtor rural nas áreas de produção de erva-mate. A erva cancheada seria armazenada nas propriedades até a venda para os moinhos ou engenhos, localizados nas cidades, onde seria executado o beneficiamento. Assim, o ciclo do cancheamento e o do beneficiamento difeririam quanto às operações envolvidas, os produtos gerados e, inclusive, por definição legal, quanto ao local de execução dos processos. Atualmente esta separação não se mostra tão clara.

A divisão do processamento em dois ciclos requer ainda a adaptação da terminologia à usual em outras indústrias de alimentos. Neste caso, o pré-processamento ou beneficiamento da erva-mate (ciclo do cancheamento) é a primeira etapa do processo, na qual se produz erva cancheada. Na etapa seguinte se faz o processamento da erva cancheada (ciclo do beneficiamento), na qual se elaboram os produtos do mate.

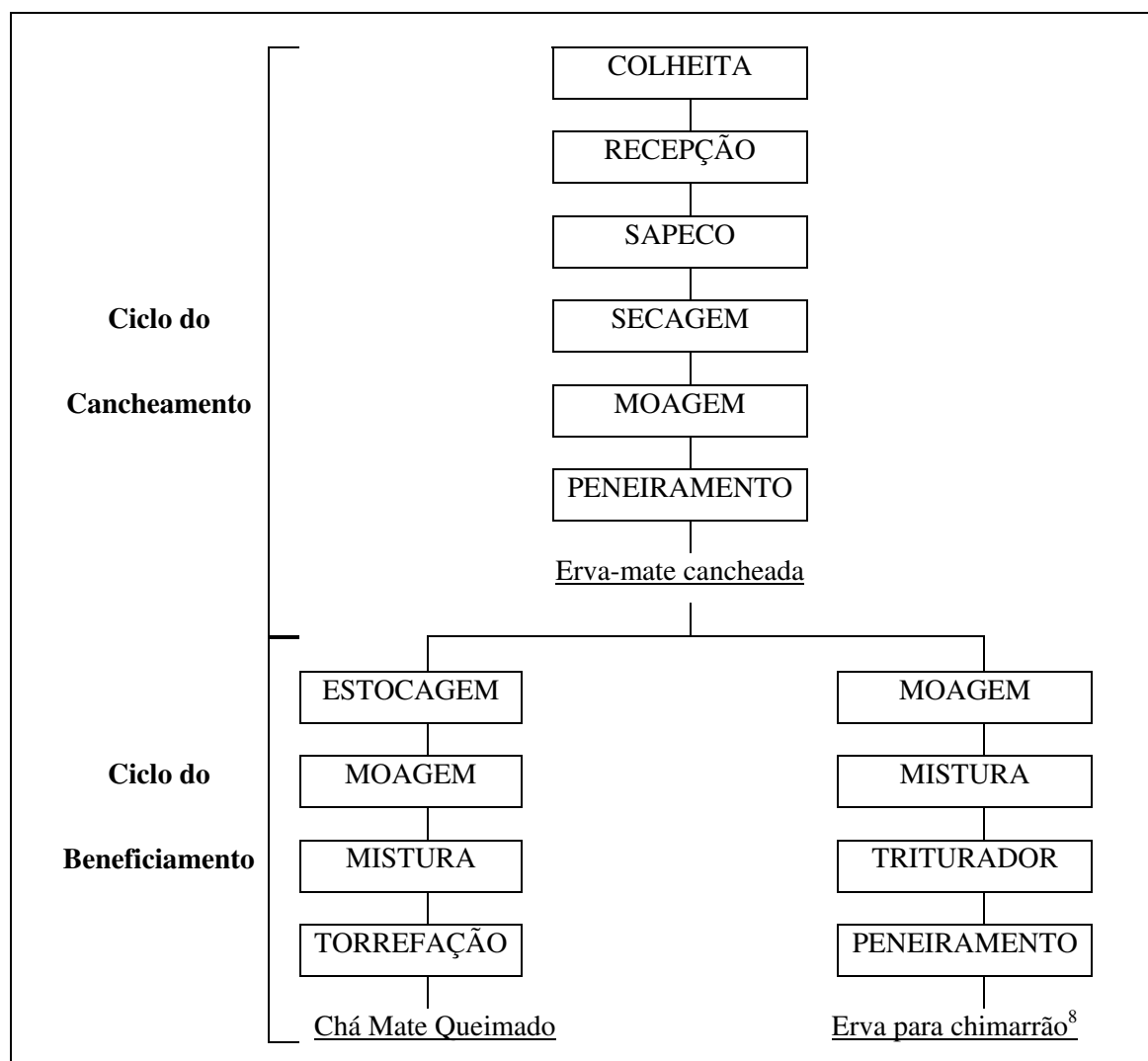
A Figura 2.3 ilustra os ciclos de cancheamento e beneficiamento e as operações realizadas para a produção da erva-mate cancheada, do chá mate queimado (torrado) e da erva-mate para chimarrão.

Apesar das diversas operações apresentadas na Figura 2.3, a conservação da erva-mate se deve em boa parte às operações de sapeco e secagem (VALDUGA et al., 2003). A industrialização da erva-mate se restringe às folhas e ramos, pois estas dão origem aos principais produtos da erva-mate, o chá e o chimarrão. A composição química dos palitos ou ramos da erva é inferior a das folhas, mas eles são adicionados à erva-mate para chimarrão, por melhorarem as propriedades físicas do produto, facilitando o preparo da bebida.

2.2.5. CICLO DO CANCHEAMENTO

O ciclo do cancheamento é realizado pelas unidades cancheadoras e tem como produto a erva-mate cancheada. Este ciclo, como descrito anteriormente, envolve operações que se iniciam com o corte ou colheita da erva, passando pelo sapeco, secagem, trituração e tamisação nas ervateiras, terminando no armazenamento (INM, 1955). Como a colheita foi

abordada na descrição da produção agrícola da erva-mate, a descrição que se segue do cancheamento inicia pelo sapeco.



Fonte: Adaptado de VALDUGA (1995).

Figura 2.3 - Fluxograma da industrialização da erva-mate.

⁸ Pelas similaridades na elaboração do produto e nas suas características finais, bem como pela forma de preparo da bebida, a erva-mate para chimarrão e a erva para tererê podem ser agrupadas neste momento, analisando-as como um único produto.

2.2.5.1. Sapeco

Princípios do processo

As folhas de erva-mate colhidas passam por um processo de deterioração natural, que se inicia logo após a poda. A deterioração está associada à ação das enzimas peroxidase e polifenoloxidase presentes nas folhas (PAULA, 1968; VALDUGA, 1995). Estas enzimas catalisam reações de oxidação de compostos fenólicos, causando mudança na cor das folhas, principalmente se há murchamento das mesmas ou incidência de luz solar e calor.

Uma forma de controlar o processo de escurecimento enzimático é reduzir a atividade das enzimas, no caso da erva-mate isto pode ser feito protegendo o produto da incidência direta da luz solar e das altas temperaturas, além do rápido transporte e beneficiamento.

Além dos cuidados citados, a indústria ervateira usa o sapeco como forma de controle da reação de escurecimento. Esta operação de pré-processamento emprega altas temperaturas, pois o produto é exposto diretamente à chama e ao seu calor fazendo um branqueamento térmico das folhas, de forma similar ao empregado em outros produtos vegetais. O branqueamento através do sapeco era empregado pelos índios guaranis, que o executavam no próprio local da colheita (BERKAI e BRAGA, 2000).

Sapecadores

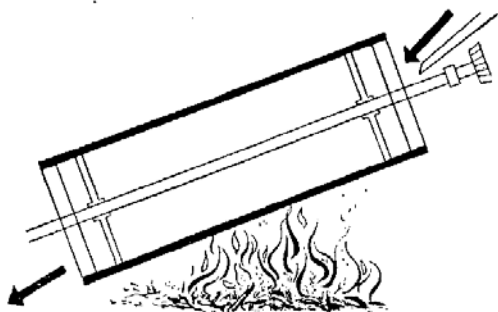
O processo de sapeco continua empregando os mesmos princípios praticados pelos indígenas. A erva-mate é exposta ao calor direto da chama obtida com a combustão de madeira. Embora o princípio do processo seja o mesmo, houve evolução no que se refere à forma de execução ou equipamentos empregados (Figura 2.4).

O sapecador mecânico pode ser descrito como um cilindro metálico giratório e inclinado (ANDRADE, 1999). O cilindro tem em média o diâmetro de 1,8 a 2,4m e o comprimento de 6 a 9m. A carga é feita em uma das extremidades do equipamento, manualmente ou por esteira (Figura 2.5). A erva passa dentro do cilindro, recebendo chamas geradas na fornalha, e sai sapecada.



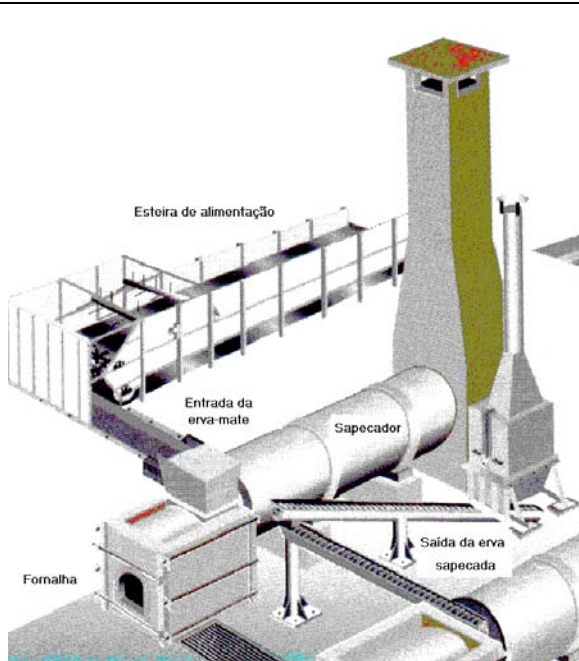
Processo manual: a colheita era realizada de modo a se ter galhos de maior dimensão, para o sapeco manual. O sapeco era realizado com o operador atrás de uma “murada” de troncos e os galhos de erva-mate expostos diretamente à chama de uma fogueira.

Fonte: FERREIRA FILHO (1948)



Processo “mecanizado”: a erva-mate passa por “cilindro” (tronco de cone) giratório, feito com chapas perfuradas ou tela. Uma fogueira é feita sob o corpo do equipamento, onde a erva-mate verde entra em contato com as chamas.

Fonte: FERREIRA FILHO (1948)



Processo “moderno”: a erva é transportada por esteira até a entrada do sapecador, um cilindro giratório. Dentro do sapecador passa pela chama da fornalha, movendo-se ao longo do cilindro, saindo na extremidade oposta a erva sapecada.

Fonte: GAZETA GRUPO DE COMUNICAÇÕES (1999) e ANDRADE (1999)

Figura 2.4 - Evolução da tecnologia adotada no processo de sapeco da erva-mate.



Fonte: Acervo do autor

Figura 2.5 - Sapecador mecânico de erva-mate.

A erva-mate se move ao longo do sapecador em função da inclinação do cilindro, das aletas em seu interior, e do arraste dos gases de combustão (VALDUGA et al. 2003). As aletas localizadas na parte interna (Figura 2.6) facilitam o transporte do material vegetal.

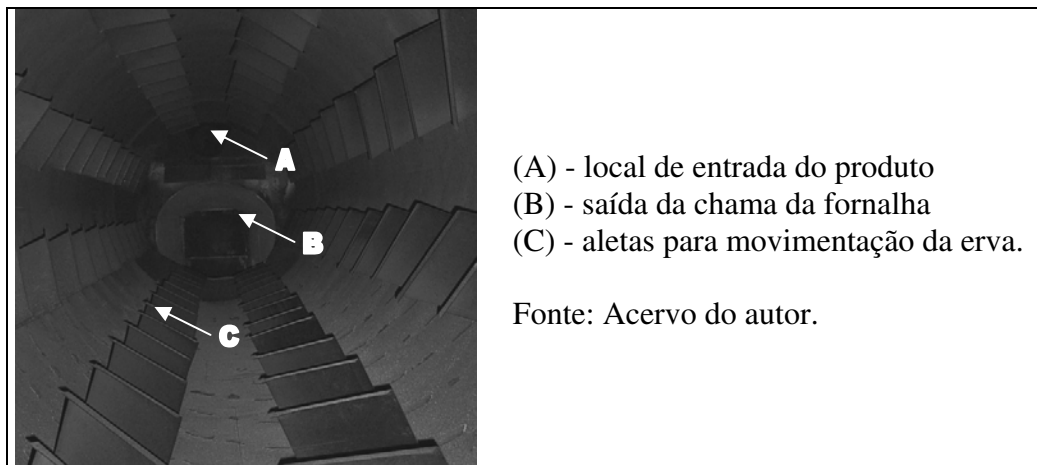


Figura 2.6 - Detalhes do interior do sapecador mecânico.

Os sapecadores são equipamentos simples e de fácil operação. Porém a falta de mecanismos de controle no processo pode dificultar a padronização e afetar a qualidade do produto. O controle é feito pelo operador do equipamento, mas de forma empírica.

Controle do processo de sapeco

O sapeco é uma operação “clássica” no processamento da erva-mate. Entretanto, ainda há aspectos do processo a serem esclarecidos. As dúvidas persistem face às dificuldades para o rigoroso controle e identificação das principais variáveis operacionais. Neste caso, estas seriam o tempo de residência, a temperatura e o tamanho da chama. Em pesquisas deste tema, são encontradas grandes dificuldades para medir de forma experimental parâmetros básicos como a temperatura e o conteúdo de umidade do material ao longo do processo/sapecador (PERALTA e SCHMALKO, 2003).

A dificuldade do controle das variáveis operacionais torna o controle do processo empírico. VALDUGA et al. (2003) citam como parâmetros usados para o controle do sapeco o crepitar das folhas durante o processo, a coloração e o aroma da erva-mate sapecada. Deste modo, a simples inspeção do produto sapecado (na saída do sapecador) é o modo comum de obter dados para a operação do equipamento.

O escurecimento posterior das folhas sapecadas pode ser considerado um indicador de que a exposição ao calor foi insuficiente e que uma parcela das enzimas permanece ativa. Se o produto sair do sapecador com folhas queimadas (escuras), pode ser um sinal de que a exposição da erva-mate ao calor foi excessiva. Assim, o produto sapecado deve sair com uma cor verde uniforme e com aroma agradável (VALDUGA et al. 2003).

A formação de aromas durante o sapeco pode estar associada ao contato com os gases da combustão da lenha ou às reações químicas. Dentre as reações, muitas envolvem carboidratos, como redução nos teores de glucose e frutose e aumento nos teores de sacarose (PAREDES et al., 2000).

2.2.5.2. Secagem de erva-mate

O sapeco e a secagem são as duas operações mais importantes na elaboração da erva-mate cancheada e até mesmo dos produtos para consumo, se considerados os reflexos sobre sua qualidade e conservação. Como no sapeco, a secagem ainda detém pontos para serem pesquisados. Também é necessário sistematizar as informações disponíveis, permitindo melhor compreensão sobre este tema.

Princípios do processo de secagem

A erva-mate sofre uma redução no teor de umidade durante o sapeco (KÄNZIG, 1996), mas que seria insuficiente para garantir a conservação do produto. É necessário efetuar uma secagem da erva sapecada para reduzir os teores de umidade a valores que garantam estabilidade à erva-mate.

Como na secagem de todo material vegetal, deve-se ter cuidado com o binômio tempo e temperatura, evitando a exposição excessiva do produto às altas temperaturas. Para MUELLO (1946), as temperaturas ideais para secagem de erva-mate estariam entre 80 e 110°C. As eventuais exposições às altas temperaturas deveriam persistir por apenas poucos minutos e a erva-mate não deveria ser exposta a temperaturas superiores a 130°C. Entretanto, nessa época a secagem da erva-mate era efetuada em secadores operando com menores temperaturas (secagem lenta). O desenvolvimento de novos modelos de equipamentos de secagem rápida possibilitou o emprego de temperaturas de secagem muito superiores às citadas.

Outro ponto a ser avaliado na secagem de erva-mate diz respeito às características da matéria-prima processada. A erva-mate recém-colhida é um material heterogêneo, constituído por folhas e ramos de dimensões variáveis. Além das dimensões do material, a proporção folha/ramo também é um fator variável nos lotes de matéria-prima. Cada uma destas partes da planta tem comportamento diferenciado durante o processo (PERALTA e SCHMALKO, 2003). KÄNZIG (1996) trabalhou com a secagem de erva-mate em camadas finas, à temperatura de 90°C. Os dados experimentais mostraram que os ramos levaram cerca de 3,5 horas para secar, atingindo umidade aproximada de 10%, enquanto que o tempo de secagem das folhas foi de 20 min.

Se considerados os pontos listados, percebe-se que a secagem da erva-mate deveria ser uma operação de pleno domínio por parte do setor ervateiro. Entretanto, há muitos aspectos para serem estudados e caracterizados.

A evolução do processo de secagem da erva-mate

De forma semelhante ao sapeco, a estrutura e os equipamentos usados para a secagem da erva-mate também evoluíram. Os processos primitivos eram extremamente rudimentares.

As formas de secagem da erva-mate praticadas pelos índios estão entre as mais simples. BERKAI e BRAGA (2000) reportam que os índios elaboravam pequenos feixes de erva e os penduravam em varas sobre fogueiras brandas. O produto ficava secando por um dia e uma noite. SOUZA (1947) relata que os índios usavam ainda um outro processo, no qual a erva-mate era beneficiada no tataquá (*tata* = fogo; *quá* = buraco). O tataquá era constituído por um buraco cavado no chão, circundado por fogueiras. As folhas e galhos permaneciam dentro deste buraco até a completa secagem.

O uso do forno é outra forma de secagem rudimentar, citada por BERKAI e BRAGA (2000). Existiam variações desta estrutura, desde construções feitas com tijolos semelhantes aos fornos de “assar pão”, até simples buracos no chão, sobre os quais eram montadas plataformas de madeiras que recebiam a erva para secar.

Entretanto, com o tempo, os processos citados foram substituídos por secadores mais eficientes e com maior produtividade, culminando com os secadores mecânicos.

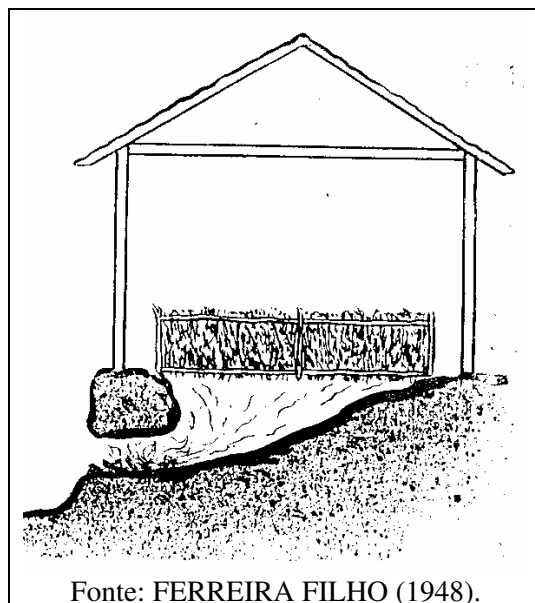
2.2.5.3. Secadores de erva-mate

Uma boa descrição de modelos mais antigos de secadores de erva-mate pode ser encontrada nos trabalhos de FERREIRA FILHO (1948), SOUZA (1947) e MUELLO (1946). Os autores descrevem o carijo, a furna e o barbaquá, secadores mais empregados em meados do século passado e todos de secagem lenta. A evolução do processo levou ao uso de novos modelos, como o secador de esteiras e os secadores giratórios.

Secagem na furna

A evolução dos processos rudimentares deu origem à “furna”, uma escavação no solo onde se fazia o fogo para secar a erva-mate. O calor chegava até a erva-mate disposta no jirau, através de um pequeno túnel. Os primeiros feixes ficavam mais próximos à entrada do calor, conseqüentemente sujeitos à ação de labaredas, gerando produto de menor qualidade. Entretanto, os feixes mais distantes geravam produtos de melhor qualidade (EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991).

Para LEPREVOST (1987), a furna seria um tipo de carijo rudimentar, enquanto que SOUZA (1947) a define como um equipamento de transição entre o carijo e o barbaquá. A Figura 2.7 mostra uma ilustração da furna, apresentada por FERREIRA FILHO (1948).



Fonte: FERREIRA FILHO (1948).

Figura 2.7 - Secador para erva-mate - tipo Furna

Secagem no carijo

O carijo era um secador simples, muito empregado na secagem da erva-mate nos processos industriais mais antigos. Atualmente encontra-se em franco desuso. A palavra carijo vem de carijó, nome da tribo de índios que usava este método para secar erva-mate. O carijo era constituído por uma estrutura simples, normalmente próximo ao local da colheita, no meio do mato. Uma boa descrição é apresentada por SOUZA (1947), que o define como um estendal construído com varas de madeira verde, sustentadas por esteios com 1,60 a 1,80m de altura, 3 a 4m de largura e comprimento variável.

Entretanto, a literatura apresenta definições contraditórias quanto à construção do carijo. Para LEPREVOST (1987) o carijo seria um “barraco ou rancho”, normalmente com telhado de madeira. Esta definição é complementada por SOUZA (1947), que descreve o uso de folhagem ou costaneira de pinho como material da cobertura. Assim, estes autores consideram o carijo como uma construção aberta de todos os lados. Dentro dela seria montado o estendal, protegido das intempéries pela cobertura.

BERKAI e BRAGA (2000) afirmam que o carijo ficaria a céu aberto e lembram o risco de se cobrir o estendal com material inflamável, como palha e madeira. Para eles, o carijo seria construído sem cobertura, e, em caso de chuva, a erva era protegida cobrindo-a

com mantas de couro cru. Esta definição pode ser confirmada pelas ilustrações apresentadas na Figura 2.8, obtidas em obras de dois outros autores.

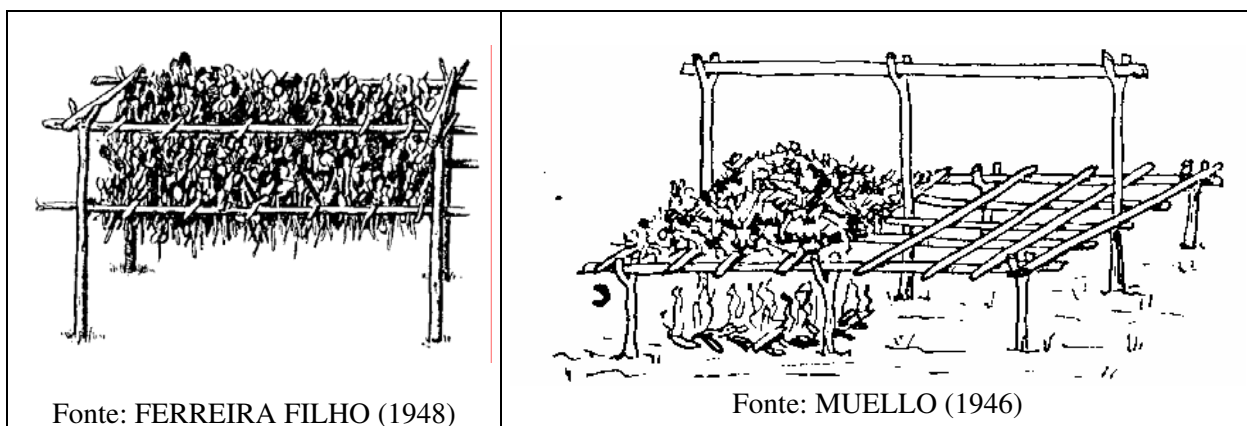


Figura 2.8 - Carijos para secagem de erva-mate.

Quanto ao funcionamento do carijo, SOUZA (1947) explica que embaixo do estendal era aceso o fogo, em filas transversais ao comprimento do estendal, com meio metro de distância entre elas. Na parte superior, amarrada frouxamente às varas de madeira, era colocada a erva-mate sapecada. As chamas atuavam diretamente sobre o produto, fornecendo calor para a secagem que durava de 12 a 14 horas. Durante a secagem a camada de erva-mate era revolvida com varas, ocasionalmente, para garantir uma boa distribuição do calor. Havia preocupação com incêndios e com o excesso de fumaça, que prejudicaria o aroma e o sabor do produto.

A secagem realizada no carijo pode ser considerada um processo primitivo, que foi sucedido pelo barbaquá, pois o mate produzido no carijo sofria ação mais intensa da fumaça do que o produzido no barbaquá (Resolução INM nº 485).

Secagem no barbaquá

O termo barbaquá ou barbacuá tem origem guarani, de *boberaquá* (buraco que faz reluzir), e o primeiro barbaquá foi inventado no fim do século XVIII (BERKAI e BRAGA, 2000). Para COSTA (1935) e SOUZA (1947), a diferença entre o carijo e o barbaquá estaria no fato que no barbaquá o fogo não é direto, sendo usados túneis subterrâneos para transporte do calor, conferindo melhores atributos ao produto.

O barbaquá é uma construção com armações de madeira do tipo estaleiro, onde a erva-mate recebe o calor que chega por um canal subterrâneo. Este conduto, de acordo com LEPREVOST (1987), teria 10 a 20 metros de comprimento, normalmente construído com tijolos, e suave inclinação (5%). Segundo COSTA (1935), o túnel condutor de calor deve ser de alvenaria, tendo entre 7 e 20 metros de comprimento, com o diâmetro variando na mesma proporção, sendo tais medidas definidas em função da capacidade do secador.

O fogo é oriundo de uma fornalha, na extremidade do canal, e a saída do calor se dá através de uma ou mais boquilhas, dependendo do tamanho do barbaquá, dispostas de forma a garantir uma boa distribuição do calor. SOUZA (1947) lembra que a saída ou boquilha pode ser coberta com chapas de ferro, para evitar a ação direta do gases demasiadamente quentes e o contato da erva-mate com as fagulhas.

Para LEPREVOST (1987), a secagem no barbaquá demora de 10 a 20 horas, enquanto SOUZA (1947) afirma que esta pode durar de 5 a 15 horas. A variação do tempo ocorreria em função do tipo e tamanho do barbaquá, mas, ambos os autores afirmam que o ponto final era determinado manualmente, friccionando o material e observando sua fácil fragmentação.

Em função do tamanho e formato do estaleiro, havia uma classificação para o barbaquá, que podia ser do tipo brasileiro ou paraguaio (LEPREVOST, 1987). No trabalho de BERKAI e BRAGA (2000) é empregada outra nomenclatura para a classificação do barbaquá: barbaquá de feixes (barbaquá brasileiro) ou barbaquá raído⁹ (barbaquá paraguaio).

⁹ Quando do uso do sapeco manual, a erva sapecada era “quebrada”, separando ramos e folhas dos galhos colhidos com maior diâmetro. O material oriundo deste desgalhamento era amarrado em feixes de até 60kg, recebendo a denominação de “raio” ou “raído” (SOUZA, 1947).

Barbaquá paraguaio

O barbaquá paraguaio ou raído (Figura 2.9) é ovalado, tendo a forma de uma couraça de tatu, pelo que foi denominado em algumas regiões como “tatu-apê” (SERVIÇO DE INSPEÇÃO E FOMENTO AGRÍCOLAS, 1929) e recebe a erva-mate sem necessidade da distribuição “pé com pé”. Para a secagem no barbaquá, a erva sapecada era distribuída sobre o estaleiro, feito de madeira, formando uma camada com cerca de 30 centímetros de espessura. O ar aquecido entrando pelas boquilhas localizadas sob o estaleiro, chega até a erva-mate, exposta a temperaturas entre 80 e 100°C (LEPREVOST, 1987).

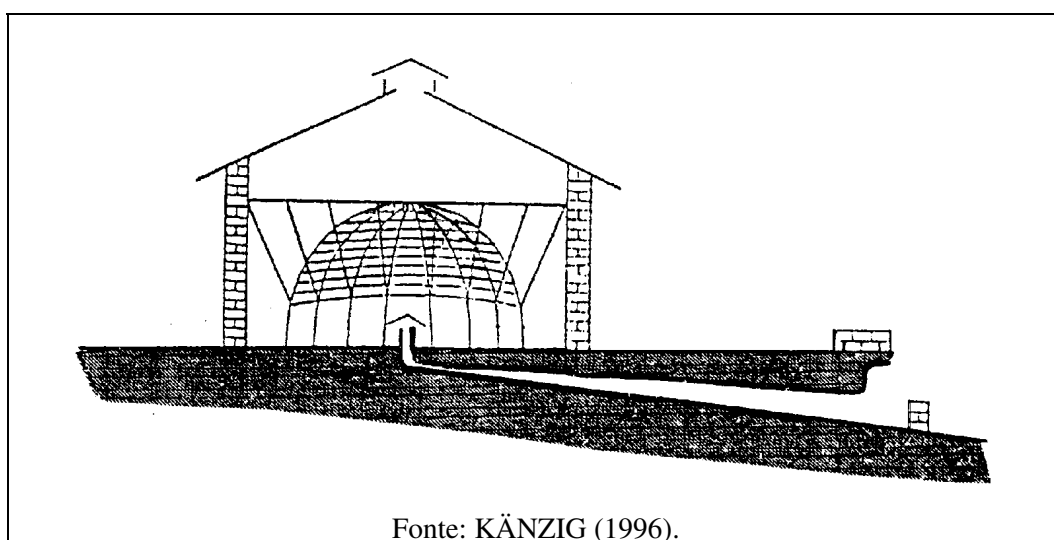


Figura 2.9 - Secador para Erva-Mate - Tipo Barbaquá paraguaio.

Durante o processo de secagem, há um operador monitorando o processo e observando as camadas inferiores, verificando se as folhas estão quebradiças. Ao atingir este ponto a erva-mate é revolvida, usando varas apropriadas. O processo de revolvimento é realizado periodicamente (EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991).

Barbaquá brasileiro

O barbaquá brasileiro ou de feixe teria forma quadrada, com varas de madeira de lei, apoiadas em cima de estacas (Figura 2.10) formando uma base sobre a qual seria distribuída a erva-mate. A camada de erva-mate estaria a cerca de 1,60 m de distância do piso.

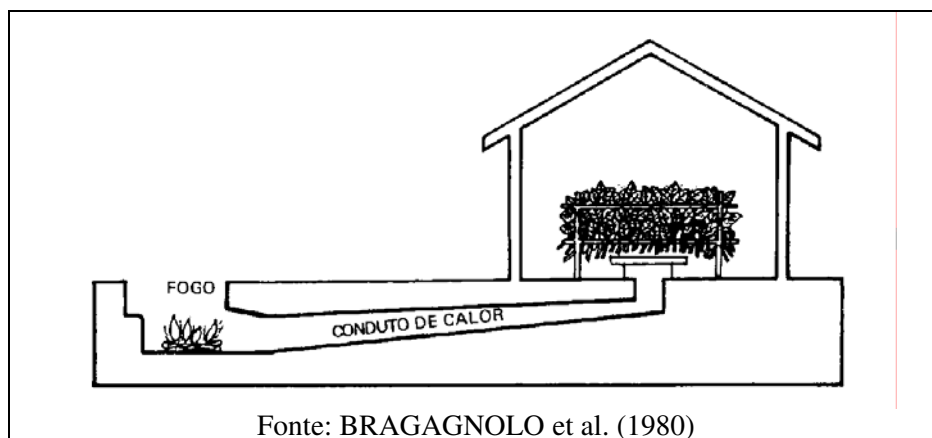


Figura 2.10 - Secador para Erva-Mate - Tipo Barbaquá Brasileiro.

Sobre esta estrutura era depositada a erva-mate, em feixes pesando entre 60 a 75 kg. Os feixes eram amarrados “pé com pé e ponta com ponta”, formando uma capa de erva. O barbaquá raído diferiria do barbaquá de feixe com relação à forma geométrica e disposição da erva (FERREIRA FILHO, 1948; BERKAI e BRAGA, 2000).

Apesar de ser considerado ultrapassado, ainda existem unidades que usam o barbaquá na secagem da erva-mate. MUELLO (1946) já considerava o método economicamente inviável, pois o consumo de combustível seria 30 a 40% maior que o necessário.

Secagem com equipamentos “modernos”

O carijo e o barbaquá deram lugar aos secadores modernos, com movimentação do produto, visando uniformidade na secagem e controle do processo. Atualmente, a secagem é realizada em diferentes equipamentos, como já citado, possuindo uma ampla variação nas suas características.

Secador de grade ou barbaquá

KÄNZIG (1996) destaca que a necessidade de maiores produções levou ao aumento na capacidade do barbaquá. Isto foi propiciado pela mecanização do sistema e a substituição do estaleiro ovalado observado no barbaquá paraguaio, por pisos de madeira, dando origem a um novo tipo de barbaquá. A descrição deste tipo de barbaquá, de estaleiro plano, se encaixa na do barbaquá brasileiro, mas o autor denomina este novo equipamento de secador de grade por terem maiores capacidades e sistemas mecanizados.

O secador de grade representaria então a evolução do antigo barbaquá brasileiro, mas agora se tratando de equipamentos com maior capacidade de secagem, de até 20.000 kg de erva/dia. O secador “modernizado” conta com sistema de carga e descarga que emprega esteiras de transporte e o ar aquecido é distribuído através de chaminés reguláveis, localizadas sob as grades (KÄNZIG, 1996). É recomendável o uso de estruturas metálicas nas saídas das chaminés, para diminuir os riscos de incêndio (COSTA, 1935).

Secador de esteiras

O secador de esteiras é descrito por KÄNZIG (1996) como uma estrutura de alvenaria, com dois pavimentos de 4m de altura, 3,5 a 5m de largura e 25 a 30m de comprimento, com uma esteira em cada pavimento. Entretanto, há inúmeras variações na construção deste equipamento, como na altura dos pavimentos e no número de esteiras (SCHIFFL, 1997 e 2000).

A Figura 2.11 mostra o secador usado na empresa Irmãos Folle Ltda., localizado no município de Xaxim, em Santa Catarina. É possível observar a presença de quatro pavimentos. No primeiro piso (térreo) estão as saídas de ar aquecido e acima dele, nos outros três pavimentos, estão as esteiras de secagem com as portas de inspeção.



Figura 2.11 - Secador de esteiras para secagem de erva-mate

A erva-mate é depositada sobre as esteiras, em camadas de 30 a 80cm de espessura. A esteira se movimenta lentamente, transportando o material através do secador, em tempos que oscilam de 3 a 6 horas. Na parte inferior, sobre o piso, estão as saídas de ar aquecido. O ar aquecido pela queima de madeira (150 a 300°C) se encontra com o ar frio, na base do secador, resultando em uma mistura com temperatura de 80 a 130°C.

O fluxo de material se dá em contracorrente, com a erva-mate entrando pela parte superior do secador, ponto em que o ar se encontra frio e úmido. Normalmente são duas esteiras, com o material sendo transferido para a esteira inferior, buscando-se o revolvimento da massa.

Analisando o tempo de residência e os perfis de umidade no comprimento do secador, KÄNZIG (1996) considera que o tempo de secagem nestes secadores poderia ser menor. Entretanto, pode-se considerar a hipótese de que o uso proposital de tempos maiores está associado à ocorrência de outras reações químicas, simultâneas à secagem, as quais seriam responsáveis pela formação de características sensoriais do produto, como cor e aroma.

Secador rotativo

Os secadores rotativos empregados na secagem de alimentos também são usados pelo setor ervateiro. Tais secadores são construídos na forma de cilindros metálicos com variações nas dimensões e velocidade de rotação. Normalmente os secadores rotativos são dotados de aletas helicoidais para movimentação da erva-mate. O ar de secagem tem fluxo concorrente ao do produto e a temperatura se situa na faixa de 300°C (SCHIFFL, 1997). A Figura 2.12 traz a foto de um secador rotativo instalado na empresa Neiverth Filho & Cia Ltda., localizada em Ivaí, município do Paraná. É possível observar, destacadas na foto, as estruturas para movimentação do cilindro.

Para SCHIFFL (1997), a erva-mate deve passar por um processo de fragmentação antes da secagem no secador rotativo. Componentes de maior tamanho não secam de forma adequada neste secador, em função da secagem rápida. Outra prática adotada é a separação dos materiais de maior tamanho, como os palitos, que passam por uma nova secagem.

O produto seco é retirado por sucção (transporte pneumático). O tempo de secagem é de 5 minutos para folhas e de 15 minutos para palitos, mas, pode ser alterado através de mudanças das variáveis operacionais. De todo modo, são equipamentos de secagem rápida (DE BERNARDI e PRAT KRICUM, 2001).



Figura 2.12 - Secador rotativo para secagem de Erva-Mate.

Como citado, os secadores rotativos são constituídos por cilindros giratórios. Entretanto, o setor ervateiro emprega também secadores com formato de cilindros que não são rotativos, são secadores de tambor. Estes equipamentos são dotados de dispositivos internos para movimentação da erva-mate, mas o corpo do equipamento permanece imóvel. A Figura 2.13 mostra um secador destes (Figura 2.13 - A), permitindo identificar detalhes como a polia e a correia do dispositivo interno de movimentação da erva-mate dentro de secador, o qual é apresentando na Figura 2.13 - B.



Figura 2.13 - Secador cilíndrico para secagem de Erva-Mate.

2.2.5.4. Moagem

A moagem ou fragmentação da erva-mate também pode ser denominada como cancheamento. O termo cancheamento se originou da palavra “cancha”, nome do equipamento usado para fragmentar/moer a erva-mate após a secagem.

De forma análoga, a erva-mate que passa pelo cancheamento, onde é triturada e peneirada, é denominada cancheada (LEPREVOST, 1987). Por ser este o produto final, a erva-mate cancheada, o ciclo de operações foi denominado de ciclo do cancheamento.

Quanto ao equipamento em si, apesar da rusticidade, a cancha já pode ser considerada de uso industrial. De acordo com LEPREVOST (1987), as principais características da cancha seriam o diâmetro entre 4 a 5m e o tabique de cerca de 60cm. A fragmentação da erva-mate era realizada com a passagem de um triturador cônico de madeira sobre o produto. O triturador possuía vários dentes, feitos com madeira de grande dureza como a imbuia, o conjunto era preso a um eixo vertical, chamado pião, com movimento giratório (Figura 2.14). O aparelho era movido por tração animal.

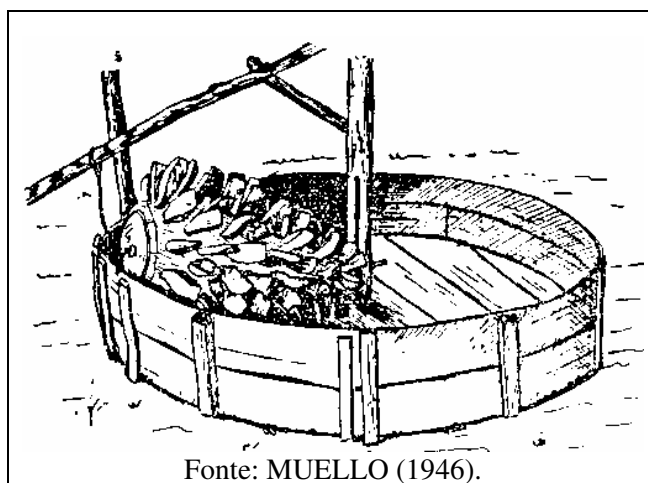


Figura 2.14 - Cancha para Erva-Mate.

Além da cancha, a fragmentação da erva-mate foi realizada de distintas formas ao longo do tempo. BERKAI e BRAGA (2000) citam o uso de facões de madeira (Figura 2.15), do pilão, do monjolo e do soque. Em seu trabalho, VALDUGA (1995) considera como normal, em pequenas unidades industriais, o uso do triturador, construído de madeira dura, e nas unidades maiores o emprego dos cancheadores metálicos. SCHIFFL (2000) afirma que

para moer o produto erva-mate são também utilizados o “soque”, que promove a moagem com pilões, e o “atritor”, sistema que promove a moagem pelo rotor.

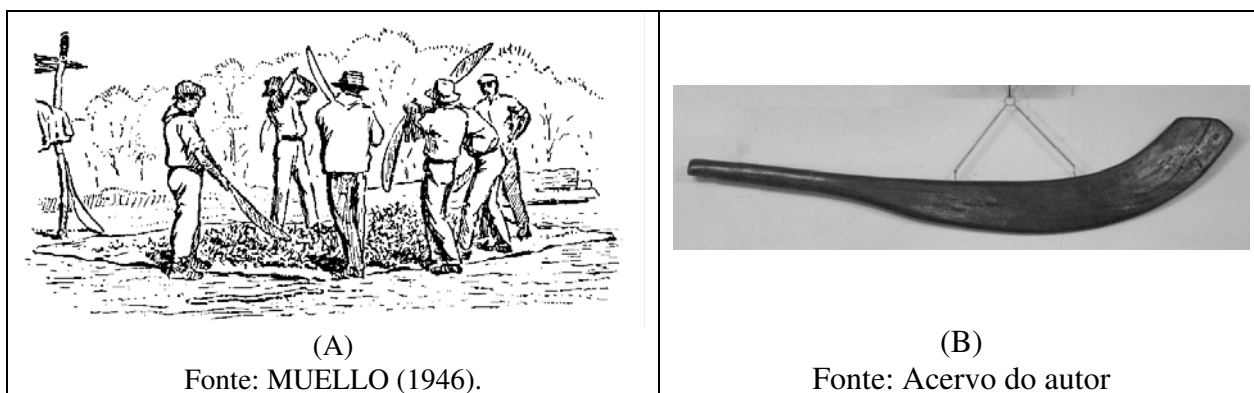


Figura 2.15 - (A) Cancheamento manual da erva-mate, empregando facões de madeira (B).

Após cancheada, a erva triturada seguia para a tamisação, onde passava por um jogo de peneiras vibratórias (tamis). Nesta fase, ocorria uma classificação por tamanho, com separação dos paus (palitos), da goma (pó) e das frações de folhas com diferentes tamanhos.

2.2.5.5. Estacionamento

Estacionamento é um termo empregado como sinônimo de armazenamento, sendo adotado nos casos de armazenamento da erva-mate visando maturação do produto. Assim, a erva cancheada pode ser ou não estacionada. As reações de oxidação que ocorrem durante o estacionamento alteram coloração e sabor do produto, lhe conferindo novos atributos.

De acordo com ANDRADE (1999), o mercado interno prefere a erva-mate de coloração verde, típica do produto não estacionado. Já o mercado externo busca produtos de coloração amarela, comum na erva estacionada por longos períodos, sendo considerado ideal o estacionamento por dois anos. O mercado externo valoriza os produtos “estacionados” por maior período de tempo, mas isto representa um fator de custo para as indústrias. Com o objetivo de reduzir o tempo de estacionamento e os custos decorrentes, foram desenvolvidas as câmaras de estacionamento. As câmaras propiciam um estacionamento acelerado através do controle das condições de umidade, temperatura e ventilação (CASSETAI e KÄNZIG, 2003).

Deste modo, DE BERNARDI e PRAT KRICUM (2001) reportam que no estacionamento natural a erva-mate passa por um período de armazenamento de 6 a 24 meses, onde as reações ocorrem de forma espontânea, até se atingirem as características adequadas de

cor e sabor. No estacionamento acelerado, este período é de 30 a 60 dias. As câmaras de estacionamento vêm sendo melhoradas e CASSETAI e KÄNZIG (2003) já descrevem sistemas de automação do controle das câmaras, desenvolvidos na Argentina, com bons resultados preliminares.

Deste modo, considerando as alterações no produto e a preferência do consumidor, a decisão de estacionar ou não a erva cancheada é tomada em função do mercado para o produto. É imprescindível destacar um aspecto do mercado consumidor brasileiro, pois há nichos regionais nos quais há preferência pela erva estacionada. Algumas empresas possuem inclusive duas linhas de produto, denominadas de “erva verde” e “erva amarela”.

Conforme já exposto, o ciclo do cancheamento era realizado por produtores de erva-mate. Isto ocorria quando do uso de tecnologia rudimentar, com o sapeco manual e a secagem em carijo ou barbaquá, operações realizadas próximas ao local de colheita. Com o surgimento de equipamentos maiores e de custo elevado, surgiram unidades industriais de pequeno e médio porte, aptas a processar a produção de vários produtores e de toda uma região.

Depois de passar pelo ciclo do cancheamento, a erva-mate sofre uma redução de peso de 50 a 60%, conforme o estado de maturação das folhas e as condições do processo de beneficiamento. A perda de água, gás carbônico e outros compostos voláteis seria a causa de tal redução (LEPREVOST, 1987; MAZUCHOWSKI e RUCKER, 1993).

Com a conclusão desta etapa completa-se o ciclo do cancheamento. A erva cancheada, estacionada ou não, segue para ser beneficiada.

2.2.5.6. Modernização no ciclo do cancheamento

Apesar das poucas alterações nas operações do ciclo do cancheamento, estas trouxeram vantagens significativas para o setor. Os benefícios das inovações são destacados no trabalho de FERREIRA FILHO (1948) e citados posteriormente por BRAGAGNOLO et al. (1980) e pela EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (1991). As principais vantagens seriam:

- Melhor aproveitamento da matéria-prima: no sapeco manual, os ramos finos não eram aproveitados pela impossibilidade de expô-los às labaredas, ao passo que com a mecanização do processo a erva passou a ser melhor aproveitada.
- Uniformidade do produto: o sapeco manual era executado com irregularidade, prejudicando o produto. O sapecador mecânico trouxe maior uniformidade ao produto.

- Economia de energia: o consumo de lenha no carijo ou no barbaquá é maior do que o consumo nas unidades com equipamentos modernos.
- Higiene no processo: a elaboração mecânica é feita em local fechado, ao passo que o preparo manual faz-se ao ar livre. Portanto, em relação às condições sanitárias, o preparo mecânico é favorável, pois se processa ao abrigo do pó e sem o contato das mãos ou dos pés dos trabalhadores;
- Maior eficiência: a rapidez do processo mecânico é uma das principais vantagens. A realização do sapeco e da trituração leva poucos minutos nos cilindros mecânicos, enquanto que o preparo manual consome horas de trabalho, levando-se em consideração o sapeco ao ar livre, a secagem no carijo ou no barbaquá e a trituração na cancha;
- Qualidade do produto: a erva-mate seca em carijo ou nos antigos barbaquás possuía sabor e aroma característicos do intenso contato com a fumaça. Os novos equipamentos geram produtos com aroma e sabor mais suaves.

2.2.5.7. Fontes de energia usadas na indústria

Grande parte da demanda de energia no processamento da erva-mate está associada à realização do sapeco e da secagem. A madeira tem sido o principal combustível usado desde as primeiras unidades ervateiras, tanto em grandes quanto em pequenas instalações. O uso da madeira confere sabor característico ao produto, em função do contato deste com os gases da combustão, uma qualidade apreciada por parte dos consumidores (PAULA, 1968). Há, inclusive, recomendações quanto à qualidade da madeira empregada no sapeco e na secagem. Segundo LEPREVOST (1987), a madeira deve ser pobre em matérias oleosas e resinosas. Para BERKAI e BRAGA (2000), uma das vantagens da secagem no carijo era o fato de que *“podia-se usar lenhas aromáticas, que melhoravam o sabor...”*.

A quantidade de madeira necessária para a secagem da erva-mate no barbaquá seria de 5 a 6kg de lenha para cada kg de erva-mate seca (MUELLO, 1946). HOEFLICH et al. (1997) afirmam que a modernização reduziu o consumo de lenha em 2/3 nos atuais equipamentos modernos, os quais consomem cerca de 1 metro estéreo (medida de volume para lenha, equivalente a um metro cúbico) para o sapeco e a secagem de uma tonelada de erva-mate.

Quando materiais orgânicos, como a madeira, são aquecidos até temperaturas elevadas podem ser produzidas algumas substâncias causadoras de câncer (GAVA, 1984).

MACHADO et al. (1996) analisaram diferentes amostras de erva-mate coletadas no Brasil quanto à presença de contaminantes derivados da combustão de madeira. Todas as amostras estavam contaminadas, com níveis variáveis de resíduos.

Em consequência alguns industriais passaram a adotar, como fonte de energia, o gás liquefeito de petróleo (GLP). Com relação à segurança no uso de GLP para o processamento de erva-mate, PEREIRA et al. (2000) analisaram amostras de erva-mate que foram processadas empregando somente esta fonte de energia. Através de cromatografia líquida (HPLC), analisaram a presença de resíduos da combustão do gás. Os dados mostraram níveis de resíduos menores do que os estabelecidos pela legislação em outros países e menores que os verificados em produtos obtidos pelo processo tradicional.

Além da questão da qualidade do produto, a fonte de energia deve ser um fato constante de preocupação e tomada de decisões, em virtude das quantidades envolvidas. DE BERNARDI e PRAT KRICUN (2001) apresentam um perfil da demanda energética do setor industrial ervateiro argentino. Considerando a demanda dos últimos anos, a cada ano se faz necessária uma quantidade de energia suficiente para evaporar 650.000 t de água presente nas mais de 1.000.000t de folhas e ramas, que fornecem aproximadamente 280.000 a 310.000t de erva-mate seca. Considerando o calor de vaporização da água como sendo de 2400 kJ/kg de água, seriam necessários $1,56 \times 10^{12}$ kJ para processar a safra argentina. Estes autores citam o uso de diversas fontes de energia na Argentina, como lenha de árvores procedentes da região (matas naturais ou reflorestamentos), chips, palitos de erva-mate ou gás natural envasado, empregando ou não trocadores de calor. Neste sentido, cabe lembrar que o uso de trocadores de calor deve ser analisado de forma criteriosa, visto apresentar aspectos positivos e negativos. Se por um lado o trocador de calor limita o contato do produto com os gases de combustão, quando mal projetados podem elevar os gastos energéticos, reduzindo a eficiência na secagem.

Contrapondo-se às informações do setor ervateiro argentino, não há dados sobre as fontes de energia usadas ou sobre o emprego de trocadores de calor pelo setor ervateiro brasileiro. Como já comentado, há de se ter em mente a necessidade de dimensionar a demanda energética do setor, por ser este fator essencial às atividades ervateiras.

2.2.6. CICLO DO BENEFICIAMENTO

No ciclo do beneficiamento, a erva cancheada passa por novas operações até a obtenção do produto final. O objetivo deste trabalho é avaliar o pré-processamento da erva-mate. Considerando-se essa delimitação metodológica e que, do ponto de vista tecnológico, as principais operações para conservação do produto foram realizadas no cancheamento, faz-se apenas uma breve descrição do ciclo do beneficiamento.

O beneficiamento é composto por poucas operações visando adequar o produto aos padrões de mercado. As principais operações para SOUZA (1947), VALDUGA (1995), e VALDUGA et al., (2003) seriam:

- secagem: uma nova secagem pode ser necessária, para retificação da umidade;
- separação: a erva é conduzida à limpeza por meio de peneiras, ventiladores, filtros e coletores de pó, que permitem a separação entre a erva cancheada e o pó, talos e paus;
- mistura: as frações são misturadas na proporção correta para compor os tipos comerciais, enviados então para o setor de embalagem.

2.2.7. O PARQUE INDUSTRIAL ERVATEIRO

A separação das atividades de transformação da erva-mate em dois ciclos, o do cancheamento e o do beneficiamento, pode ser empregada também para uma análise do setor industrial ervateiro. Esta separação se manteve durante muitos anos e ainda persiste de forma mais evidente na Argentina, diferindo do observado no Brasil. Tal fato pode ser explicado por diferenças nas características do setor ervateiro de cada um destes países.

DE BERNARDI (1999) faz uma análise do setor ervateiro argentino na qual aponta as suas principais características. O plantio de erva-mate é realizado principalmente em pequenas propriedades, a maior parte destas localizadas na província de Misiones, com cultivos também em Corrientes. A erva-mate colhida nestas regiões abastece cerca de 300 unidades cancheadoras. A erva cancheada é beneficiada por empresas de grande porte, em menor número. Seriam aproximadamente 50 moinhos ou beneficiadoras, sendo que os três maiores seriam responsáveis pela comercialização de 50% da produção argentina.

No Brasil, a separação cancheamento/beneficiamento já não é tão definida. Existem unidades cancheadoras e unidades beneficiadoras, mas é cada vez mais comum encontrar ervateiras executando os dois ciclos (MAZUCHOWSKI e RÜCKER, 1997), as chamadas

empresas cancheadoras beneficiadoras. Algumas destas ervateiras executam desde a produção agrícola da erva-mate até a comercialização do produto processado. E por fim, há casos de empresas que atuam em todos os segmentos, mas de forma variável, buscando atender as demandas e observando tendências do mercado (RUCKER, 1996).

2.2.7.1. O parque industrial ervateiro brasileiro

Mesmo tendo produção menor do que a Argentina, país que responde por cerca de 2/3 da produção mundial (DE BERNARDI e PRAT KRICUM, 2001), o Brasil tem maior número de empresas ervateiras. Os dados apresentados por DE BERNARDI (1999) mostram que o parque industrial argentino é composto por cerca de 350 unidades, aproximadamente 300 unidades cancheadoras e 50 beneficiadoras. Em trabalho posterior, DE BERNARDI e PRAT KRICUM (2001), consideram ser de 60 o número de beneficiadoras ativas, atingindo-se assim 360 unidades na Argentina.

No Brasil, os dados de RUCKER (1996) apresentados na Tabela 2.3 mostram um total de 750 unidades ervateiras distribuídas nos quatro Estados produtores. Este número seria superior ao dobro das indústrias argentinas, embora a produção brasileira de erva-mate atinja cerca de metade da produção argentina. A explicação pode estar no tamanho médio das unidades ervateiras de cada país. DE BERNARDI (1999) informa que no beneficiamento de erva-mate na Argentina predominam os grandes moinhos, gerando maior produção em menor número de ervateiras.

Tabela 2.3 - Estrutura do parque ervateiro brasileiro.

Estado	Classificação das indústrias de erva-mate				
	Micro Empresa	Pequena Empresa	Média/grande Empresa	Total	
				Número	(%)
MS	12	8	5	25	3,3
PR	31	146	32	209	27,9
RS	135	237	26	398	53,1
SC	46	69	3	118	15,7
BRASIL	224	460	66	750	
%	29,9	61,3	8,8		100,0

Fonte: Adaptado de RÜCKER (1996).

Os dados da Tabela 2.3 mostram o predomínio de empresas de pequeno porte (micro e pequenas empresas), as quais representam cerca de 90% do número total, indicando uma “pulverização” no setor brasileiro. Se por um lado isto gera grande número de empregos, também dificulta a implementação de propostas e ações maiores, dirigidas a todo o segmento industrial. Uma análise mais elaborada pode ser realizada empregando de forma associada os dados das Tabelas 2.3 e 2.4.

Tabela 2.4 - Estrutura do setor ervateiro brasileiro (produção agrícola).

Estado	Municípios Ervateiros	Propriedades Atuantes	Empregos Gerados	Produção de Erva-Mate	
				(ton)	(%)
Mato Grosso do Sul	28	28.000	96.000	2.826	0,78
Paraná	180	53.000	212.000	152.139	42,12
Rio Grande do Sul	248	80.000	225.500	101.602	28,12
Santa Catarina	140	19.000	176.500	104.633	28,96
Brasil	596	180.000	710.000	361.200	~100,00

Fonte: Adaptado de DESER (2001) e MACCARI JR. (2000).

O Estado do Paraná é o maior produtor de erva-mate, embora não possua o maior número de indústrias e nem de propriedades atuantes na produção da erva. Isto pode ser explicado pelo tamanho das indústrias, pois o setor paranaense tem maior número de indústrias de médio e grande porte. Unidades maiores processam maiores quantidades de erva-mate. Novamente, esta pode ser a explicação para a maior produção de erva-mate pela Argentina, com menor número de unidades.

Por outro lado, o Rio Grande do Sul é o Estado com maior número de indústrias (53,1% do total do Brasil) e de propriedades produtoras de erva-mate. Este Estado tem, porém, a menor produção de erva-mate (28,12% da produção nacional). Esta situação pode estar associada (1) ao predomínio de ervateiras de pequeno porte, com menor produção por unidade; (2) ao cultivo de erva-mate efetuado em propriedades menores, fato já apontado por CONTO (2000); e (3) à parte da erva-mate adquirida verde ou cancheada de outros países ou Estados produtores.

Novamente é importante destacar a falta de dados atualizados, complicada pelo aparente dinamismo do setor. Exemplo disto é o estudo da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) sobre a atividade dos estabelecimentos processadores de erva-mate

na região Sul, durante o período de 1992 a 1995. Os resultados mostraram que o número de estabelecimentos subiu de 409 para 725, crescimento de 77,3%, com destaque para o Paraná com crescimento de 151,8%, contra um crescimento de 84,4% no Rio Grande do Sul e de 20,4% em Santa Catarina (DESER, 2001).

2.2.7.2. O parque industrial ervateiro paranaense

O Estado do Paraná foi selecionado como área de estudo para este trabalho em função de ser o maior produtor de erva-mate e pelo número de dados já disponíveis sobre o setor paranaense, facilitando uma análise comparativa. A disponibilidade de dados se deve ao contínuo trabalho de Rücker e Mazuchowski, apresentados em importantes publicações como PARANÁ (1997); MAZUCHOWSKI e RÜCKER (1993; 1996 e 1997); e RÜCKER (1996).

Como estes autores são técnicos de órgãos estaduais, os dados publicados sobre o setor ervateiro paranaense seguem metodologia do Governo do Estado, dividindo o Paraná em Núcleos Regionais. Os dados apresentados na Tabela 2.5, embora levantados há mais de 10 anos, apresentam a estrutura ervateira do Estado em cada Núcleo. A divisão permite uma análise das diferenças regionais.

Assim, em 1993, a exploração da erva-mate no Paraná era realizada em 12 Núcleos, em 209 ervateiras. A distribuição das ervateiras se mostrava diferenciada nos Núcleos, com situações onde a atividade de processamento se concentrava em um único município e este tendo uma única ervateira. A Tabela 2.5 mostra casos de Núcleos como os de Guarapuava e Francisco Beltrão, que em 1993 detinham atividade ervateira em grande parte dos municípios e com diversas empresas ativas.

Importante destacar que a separação das ervateiras de acordo com a Categoria Industrial, conforme apresentada na Tabela 2.5, segue a classificação do Ministério da Fazenda, estabelecida no Ato nº 001/86. A classificação hierarquiza as indústrias ervateiras de acordo com a produção de mate em três categorias (Tabela 2.6).

Tabela 2.5 - Distribuição das ervateiras no Estado do Paraná (ano de 1993).*

Núcleo Regional	Municípios das Ervateiras (n.º)	Empresas (n.º)		Categoria Industrial		
		Ativas	Inativas	Até 500 ton./ano	500 a 3000 ton./ano	Mais de 3000 ton./ano
Campo Mourão	1	1	-	1	-	-
Cascavel	5	6	1	5	1	-
Curitiba	6	11	-	6	3	2
Francisco Beltrão	14	19	9	19	-	-
Guarapuava	9	73	8	63	9	1
Irati	6	10	2	9	1	-
Ivaiporã	3	9	-	9	-	-
Pato Branco	7	15	15	10	5	-
Ponta Grossa	3	8	-	8	-	-
Toledo	2	3	-	3	-	-
Umuarama	1	1	-	1	-	-
União da Vitória	9	54	12	44	9	1
Sub-total	66	209	47	177	28	4
Total		256		209		

* Distribuição por Núcleo Regional e categoria de processamento

Fonte: MAZUCHOWSKI e RUCKER (1997).

Os dados da Tabela 2.5 mostram o predomínio de pequenas ervateiras no Paraná, as quais representariam cerca de 85% do número total de empresas. Esta pulverização do setor pode favorecer a geração de empregos (dado da Tabela 2.5), mas pode dificultar a organização da cadeia produtiva como um todo.

Tabela 2.6 - Classificação da agroindústria ervateira¹⁰.

Classificação da Indústria	Categoria da Ervateira	Capacidade de Processamento	Número de empregos
Macro-indústria	Grande	Acima de 3.000 toneladas anuais	Mais de 50
Grande-indústria	Média	Entre 500 a 3.000 toneladas anuais	20 a 50
Micro-indústria	Pequena	Abaixo de 500 toneladas anuais	03 a 20

Fonte: Adaptado de ANTONI (1998) e PARANÁ (1997).

¹⁰ Classificação de acordo com o Ato nº 001/86 - Ministério da Fazenda.

2.2.7.3. A atividade industrial ervateira

A análise do setor ervateiro não pode se restringir apenas ao número e tamanho das unidades. É importante avaliar ainda a atividade da indústria ao longo do ano e suas características operacionais. De acordo com RÜCKER (1996), o setor industrial teria uma capacidade operacional instalada superior a 400t/h de erva-mate em folha. Como a produção brasileira é de cerca de 360 mil toneladas (Tabela 2.1), seriam necessárias cerca de 900 horas de atividade para o setor ervateiro fazer o cancheamento da produção do ano.

Apesar de estimativo, este valor mostra um alto grau de ociosidade no setor e que a atividade das empresas ervateiras ao longo do ano é inconstante. O uso efetivo da capacidade instalada é baixo, em média de 30 a 45% (ociosidade superior a 60%), em função da sazonalidade da colheita realizada principalmente durante o inverno (MACCARI JR. et al., 2000).

As informações apresentadas indicam a complexidade do setor ervateiro e a necessidade de dados para sua análise. Entretanto, o número de trabalhos sobre a atividade industrial ervateira no Brasil é extremamente limitado. A falta de informações restringe o desenvolvimento do setor, inviabilizando a apresentação de estratégias e propostas direcionadas a cada situação.

2.3. MATERIAL E MÉTODOS

As dificuldades impostas pela ampla área de distribuição do setor ervateiro brasileiro, as limitações de tempo e recursos materiais para a execução de um trabalho em nível nacional, abrangendo todos os Estados produtores, culminaram com a delimitação do estudo ao setor ervateiro paranaense. Este processo de decisão passou por etapas preliminares que levaram à definição da proposta metodológica aplicada a este trabalho.

2.3.1. DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

2.3.1.1. Levantamento de dados com formulários postados

A proposta original do trabalho era de um levantamento de informações sobre o setor ervateiro brasileiro, coletando dados sobre o cancheamento da erva-mate no Brasil. A metodologia proposta se baseava no envio de formulários pelo correio para todas as unidades ervateiras e, em um segundo momento, um levantamento complementar *in loco*, com visitas a unidades selecionadas (amostragem) para validação dos dados.

Para tanto foram realizados:

1 - Construção de banco de dados: a primeira atividade do trabalho era localizar as unidades ervateiras. Neste caso se fez necessário coletar dados de identificação e localização das ervateiras brasileiras, os quais foram solicitados à CONAMATE¹¹ (Comissão Nacional da Cadeia Produtiva da Erva-Mate) e às Secretarias Estaduais de Agricultura, de Fazenda, de Saúde e de Indústria e Comércio dos Estados produtores de erva-mate. As informações de cada instituição foram tabuladas e cruzadas, dando origem a um banco de dados do setor ervateiro brasileiro.

2 - Elaboração da ferramenta de coleta de dados: um formulário foi elaborado contendo questões vinculadas aos objetivos do trabalho. Este questionário continha perguntas formuladas sobre as unidades ervateiras e o processamento da erva-mate. Eram solicitadas informações sobre identificação, estrutura e funcionamento da unidade. O número de questões,

¹¹ CONAMATE: órgão que congrega os segmentos produtivos do setor ervateiro.

o enunciado e sua disposição visavam restringir o tamanho do texto a duas páginas, para assim facilitar a leitura e a compreensão do texto por parte do informante.

3 - Envio do formulário: o formulário elaborado foi enviado na forma de mala direta, endereçada a cada uma das unidades ervateiras presentes no banco de dados elaborado anteriormente. A correspondência remetida continha:

- (1) uma carta de encaminhamento, explicando os objetivos do trabalho,
- (2) uma cópia do formulário, e
- (3) um envelope selado e endereçado, para facilitar o envio da resposta.

2.3.1.2. Reestruturação da proposta

O número de questionários respondidos pelas indústrias cancheadoras ficou em torno de 10% em 60 dias de prazo. Além disto, houve correspondências devolvidas (cerca de 15%), acusando endereço errado ou inexistente. Esses resultados apontaram para falhas na metodologia proposta, inclusive na formatação do banco de dados elaborado.

Com a reestruturação da proposta foram feitos contatos diretos com proprietários de ervateiras, destinatários da correspondência, ocasiões em que foram localizados formulários não-preenchidos. Ao serem interpelados, os ervateiros apresentaram como justificativas para o não preenchimento:

- (1) a falta de contato direto entre entrevistado e entrevistador e a desconfiança no “envio de dados comerciais particulares para pessoas desconhecidas” e;
- (2) a apresentação de outros formulários também não preenchidos, relacionados a estudos de outras instituições. As queixas sobre o excessivo número de formulários recebidos pelas empresas mostram a necessidade de cautela no uso de questionários postados como ferramenta de pesquisa no setor ervateiro.

De todo modo, o baixo número de formulários preenchidos levou à redefinição da proposta original. A opção de envio de formulários foi descartada, sendo decidido realizar entrevistas diretas, com visitas às unidades ervateiras. Tornou-se necessário redefinir a área de abrangência do estudo, restringindo-a a um Estado, e, conseqüentemente, a reestruturação da metodologia aplicada no trabalho. A escolha do Paraná se deve ao fato de ser este o maior produtor de erva-mate e pelo apoio oferecido pelo Governo Estadual à realização do estudo. O apoio fornecido abrangeu recursos materiais (veículos e combustível) e técnicos atuantes em erva-mate, integrando uma equipe de apoio ao trabalho.

Desta forma, com a delimitação geográfica da área de estudo e o apoio logístico e técnico da Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento do Paraná se tornou viável a execução de um censo do setor industrial ervateiro do Estado.

2.3.2. CENSO DO SETOR ERVATEIRO PARANAENSE

2.3.2.1. Levantamento de dados primários

A alteração da proposta de trabalho exigiu a adequação do questionário à nova realidade. A versão para envio tinha como limitantes o número de páginas e a necessidade de fácil compreensão por parte do informante. A aplicação direta, teoricamente, permitiu maior número de questões e maior detalhamento.

O novo formulário foi elaborado em quatro etapas:

1 - Montagem de um roteiro: uma estrutura básica para o questionário foi construída a partir do questionário anterior, selecionando tópicos relacionados ao setor industrial e ao processamento da erva. Uma lista de questões foi preparada.

2 - Elaboração do questionário: o roteiro elaborado, a versão preliminar do questionário e a lista de questões foram apresentados aos técnicos da SEAB, para análise e discussão. Foram selecionadas questões para o novo questionário e outras foram elaboradas buscando atender os objetivos do trabalho, contemplando ainda pontos de interesse do Governo do Paraná. O resultado foi uma versão preliminar do formulário.

3 - Validação da ferramenta: o questionário foi aplicado em quatro unidades ervateiras para validação da ferramenta, processo que deu origem à segunda versão.

4 - Divulgação do questionário: a nova versão do questionário foi disponibilizada na internet, na página da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB-PR). Foi realizado contato com outros pesquisadores do setor ervateiro, solicitando que visitassem a página e avaliassem a versão disponibilizada. As sugestões recebidas foram analisadas e incluídas na versão final do questionário (Anexo 1).

Esta forma de levantamento de informações e de aprimoramento da ferramenta de coleta de dados já foi usada por DOSSA et al. (2000) em estudos sobre cultivo da erva-mate.

2.3.2.2. Identificação e localização das unidades

O questionário foi elaborado para ser aplicado em todas as unidades ervateiras do Paraná em atividade no ano 2003. Para localizá-las, o banco de dados do setor ervateiro brasileiro foi reestruturado, contendo apenas as ervateiras paranaenses.

O banco de dados sobre o setor ervateiro paranaense foi montado a partir do cruzamento de dados da CONAMATE e do Governo do Estado, especificamente dados da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB); da Secretaria de Estado da Fazenda (SEFA) e da Secretaria de Estado da Saúde (SESA). O banco de dados identificou as empresas ervateiras instaladas no Paraná, considerando como período de acompanhamento os últimos 25 anos.

As informações permitiram identificar e localizar as unidades industriais por município e por Núcleo Regional da SEAB. Com tais informações foi elaborado um mapa onde foram assinalados os municípios com atividade ervateira no Estado do Paraná e uma listagem de todas as empresas ervateiras paranaenses, incluindo as inativas.

Na sequência, foram visitados os municípios presentes na listagem, sendo contatados os técnicos da extensão rural municipal e os técnicos locais da SEAB-PR. Uma entrevista preliminar foi feita com cada técnico, na qual lhe era apresentada a listagem com as empresas do município. Os dados da listagem eram ratificados, sendo solicitadas informações complementares de identificação de outras ervateiras em atividade na região.

2.3.2.3. Aplicação do questionário

A localização das unidades ativas permitiu o início da etapa de entrevistas para aplicação do questionário. As entrevistas foram realizadas sempre com o acompanhamento de um técnico do Governo, facilitando a localização e o acesso às unidades do município durante o período da safra de 2003, confirmando a operação/atividade da empresa *in loco*. As visitas aos municípios paranaenses e às ervateiras foram realizadas durante os cinco meses de safra, de maio a setembro.

O questionário foi aplicado em cada unidade, sendo entrevistado o proprietário ou o administrador da empresa. Como forma de ratificar as informações, em cada entrevista era perguntado ao entrevistado se este conhecia outras ervateiras em atividade na região, permitindo uma checagem complementar da listagem.

2.3.2.4. Dados complementares

Os dados do questionário se referiam ao segmento industrial, tanto de cancheamento quanto de beneficiamento. Dados complementares foram levantados nos órgãos estaduais, para melhor compreensão da cadeia produtiva e da relação do processamento com a produção de matéria-prima.

Foram analisados os dados do Fundo de Participação dos Municípios do Estado do Paraná, obtidos junto ao Departamento de Economia Rural da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (DERAL/SEAB). Os dados referentes às três últimas safras de erva-mate no Estado foram tabulados e plotados em mapa, tornando possível identificar os municípios produtores e as regiões produtoras de erva-mate no Paraná.

Foram considerados como municípios produtores de erva-mate aqueles que tiveram comercialização de erva-mate durante uma ou mais safras nos anos de 2000 a 2002. Embora sejam oficiais, os dados do Fundo de Participação não representam necessariamente o real volume de erva-mate produzido em cada município e o total do Paraná. Esta afirmação é corroborada por aspectos observados nas atividades de campo, onde foram observados fatores como: comércio informal, beneficiamento na propriedade (para consumo próprio) e sonegação de impostos.

2.3.2.5. Sistematização das informações

Os dados foram agrupados por Núcleo Regional¹², seguindo padrão adotado pelo Governo do Estado. A divisão e localização dos Núcleos Regionais no Estado do Paraná são apresentadas na Figura 2.16. Esta forma de organização dos dados permitiu fazer análises comparativas com os dados oficiais, como as informações sobre o setor ervateiro em 1993, disponíveis em MAZUCHOWSKI e RUCKER (1997). Como as informações coletadas se referem ao ano de 2003, foi possível uma avaliação da evolução do setor no período de 10 anos.

¹² Fonte: SEAB – disponível em www.pr.gov.br/seab - divisão atualizada (a adotada na Tabela 2.5 se refere ao ano de 1993).

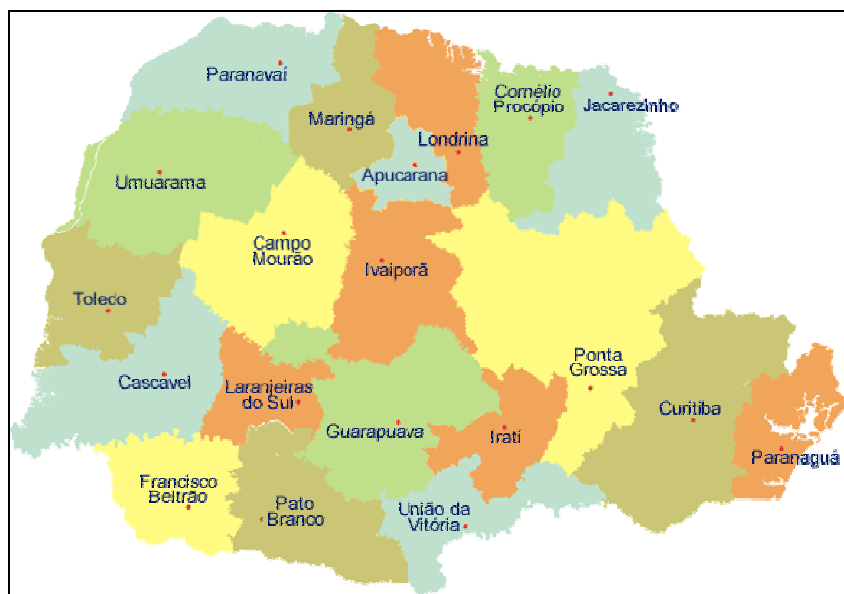


Figura 2.16 - Mapa do Estado do Paraná com os Núcleos Regionais.

A avaliação comparativa exigiu a padronização dos dados. As informações obtidas junto aos órgãos governamentais e os trabalhos publicados não diferenciavam empresas cancheadoras, de beneficiadoras ou de cancheadoras+beneficiadoras. Para a adequada uniformização foi adotado neste trabalho o conceito de empresa ervateira, a qual seria proprietária de uma ou mais unidades ervateiras, podendo ser cancheadoras, beneficiadoras ou cancheadoras+beneficiadoras. Estas empresas foram denominadas simplesmente de ervateiras.

2.3.3. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados dos questionários aplicados foram compilados e tabulados com o programa Microsoft Excel (Microsoft Corporation). Os dados foram agrupados de modo a estabelecer um perfil da estrutura e da tecnologia presentes no cancheamento da erva-mate no Estado. Além deste perfil, os resultados obtidos permitiram a seleção de sistemas e unidades de beneficiamento para avaliação posterior de desempenho e análise energética.

2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pesquisas sobre o pré-processamento de produtos agrícolas via de regra englobam as operações realizadas com a matéria-prima desde o campo até o produto disponibilizado ao consumidor final. Assim, os dados do questionário aplicado neste trabalho são de extrema relevância por abordarem toda a cadeia produtiva, permitindo a análise conjunta de aspectos do sistema de produção da matéria-prima e do pré-processamento/ cancheamento do produto.

2.4.1. A PRODUÇÃO DE ERVA-MATE

Um dos pontos importantes no beneficiamento de produtos agrícolas como a erva-mate é a distribuição geográfica da produção de matéria-prima, informação que permite a definição da distância entre os centros produtores de matéria-prima e as unidades beneficiadoras. Esta distância afeta os custos de processamento vinculados ao transporte da matéria-prima e afeta também a qualidade de produto. Distâncias maiores implicam em maior tempo entre a colheita e o processamento, o que pode gerar perdas qualitativas e quantitativas na matéria-prima.

Os dados do Fundo de Participação dos Municípios mostram a presença de comercialização de erva-mate em 158 municípios do Paraná, identificados na Figura 2.17, no mapa da região ervateira paranaense. Observando o mapa nota-se que a produção de erva-mate abrange vasta área do Estado, toda ela dentro da região de ocorrência da espécie (Figura 2.1).

Se por um lado esta distribuição pode representar a garantia de fornecimento de matéria-prima para as unidades cancheadoras distribuídas por todo o Estado, traz um aspecto desfavorável. A amplitude da área aponta para a produção de erva-mate em ambientes com diferentes características, com possíveis implicações na qualidade do produto e nos custos operacionais.

Se considerados os trabalhos de SANTOS et al. (2003), ANDRADE (1999) e COELHO (1998), a procedência e as características ambientais do local de produção da erva-mate podem gerar diferenças sensíveis no produto, com atributos específicos a cada região. A variabilidade associada à área de distribuição do cultivo é um tema que pode ser explorado em outros trabalhos, ponderando sobre aspectos positivos, como o potencial para desenvolvimento

de produtos com aplicações ou atributos diferenciados, e negativos, como as dificuldades de padronização de produtos elaborados.

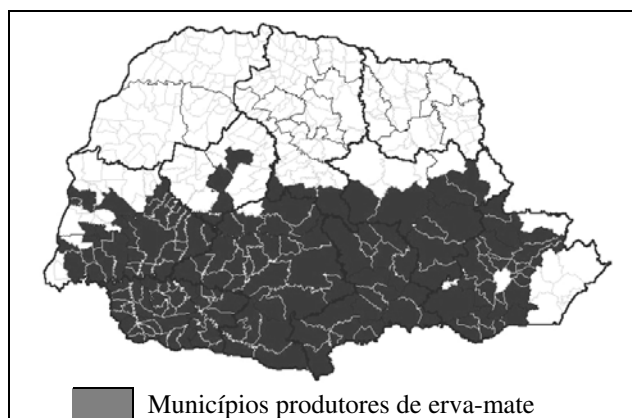


Figura 2.17 - Municípios do Paraná com erva-mate comercializada nas safras 2000-2002.

Além da distribuição da produção comercializada, os dados do Fundo de Participação dos Municípios permitem avaliar a concentração da produção. A produção média das safras de 2000 a 2002 mostra que 14 municípios (menos de 10% do total de municípios listados como produtores) seriam responsáveis por cerca de 2/3 (66,3%) do total de erva-mate produzido no Estado. O mapa da Figura 2.18 mostra na área mais clara, no centro da região produtora, os municípios com maiores volumes comercializados, indicando que boa parte da produção e comercialização de erva-mate se concentra em uma área específica do Estado, nos Núcleos Regionais de Irati, Guarapuava e União da Vitória.

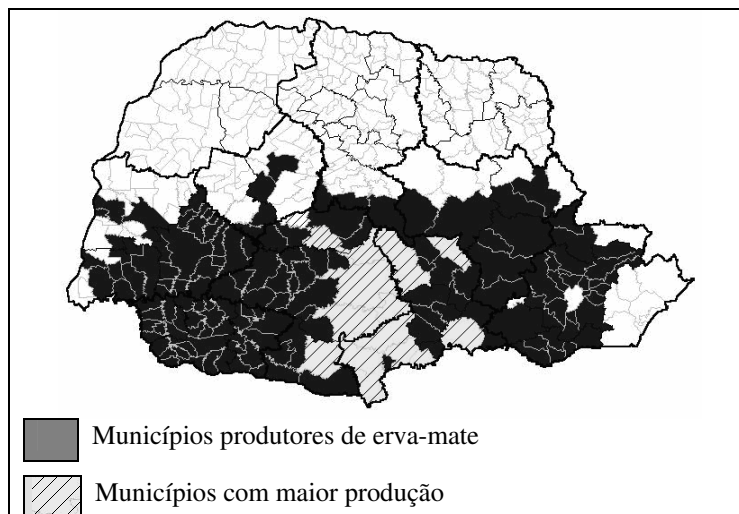


Figura 2.18 - Principais Municípios produtores de erva-mate no Paraná .

2.4.2. AS UNIDADES CANCHEADORAS DE ERVA-MATE

2.4.2.1. Análise retrospectiva

O banco de dados sobre o setor ervateiro paranaense permitiu identificar as ervateiras instaladas no Estado durante um período superior a 20 anos (1980 a 2003). Assim, foram listadas para cada município as empresas devidamente legalizadas e em atividade ou com data de encerramento a partir de 1980. A lista de municípios gerou o mapa da Figura 2.19 com a localização dos municípios-sede de indústrias ervateiras no Paraná, delimitando a região processadora/beneficiadora de erva-mate no Estado.

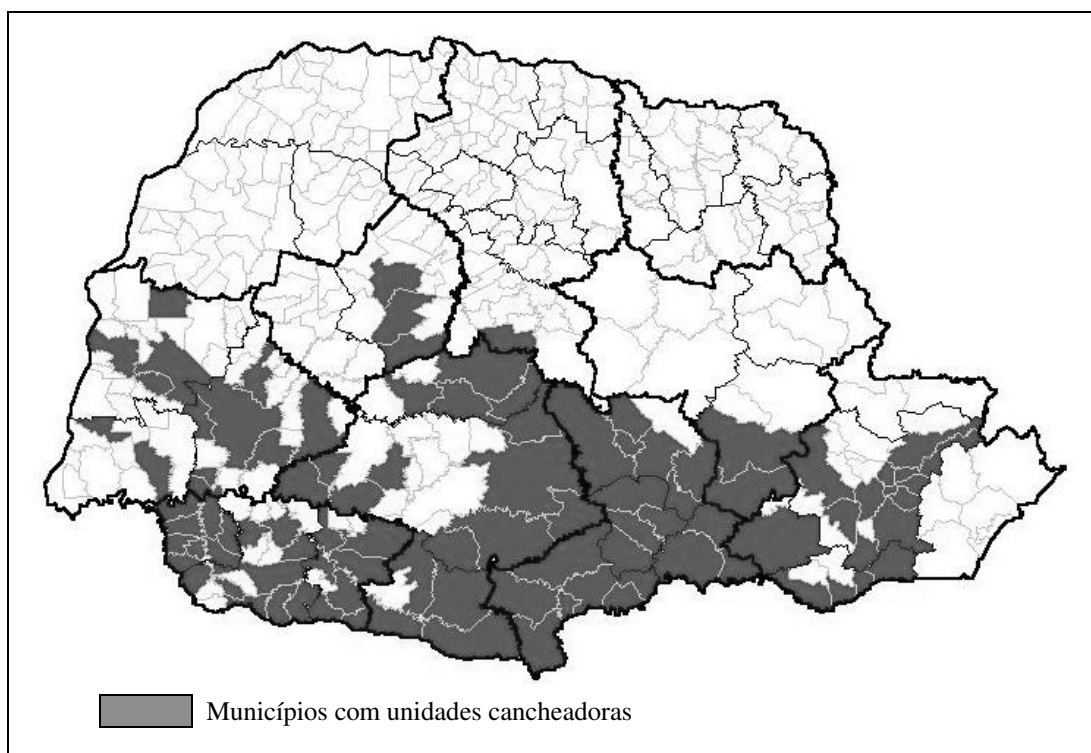


Figura 2.19 - Ocorrência de unidades ervateiras em municípios do Paraná no período de 1980 a 2003.

A comparação entre os mapas da Figura 2.17 e 2.19 mostra que nem todos os municípios que comercializaram erva-mate foram ou são sede de unidades ervateiras. Esta situação pode indicar ser comum o transporte e a comercialização da matéria-prima entre municípios, principalmente na região oeste do Estado. Outra possibilidade é a da existência de unidades atuando na informalidade, sem constar nos registros dos órgãos governamentais.

O banco de dados permitiu não somente localizar, mas ainda determinar o número de ervateiras em cada município e a concentração destas indústrias no Estado, gerando o mapa da Figura 2.20. A análise deste mapa mostra que a distribuição das indústrias no Estado não é uniforme, tendo padrão similar ao mapa de distribuição da produção de matéria-prima (Figura 2.18). As ervateiras se concentraram na região centro-sul do Estado, local de maior oferta de matéria-prima. A concentração das empresas em determinada região pode indicar ainda qualidade diferenciada da matéria-prima em função das condições ambientais locais.

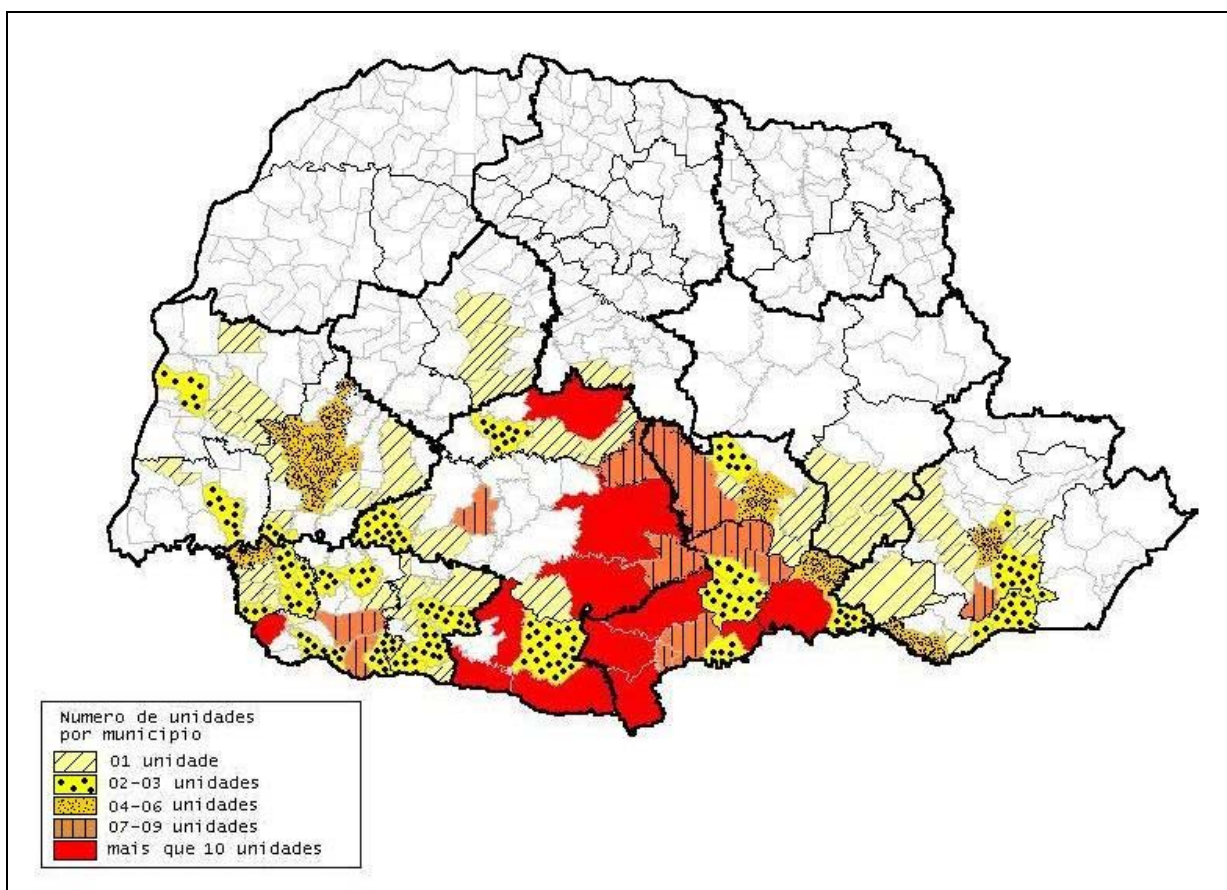


Figura 2.20 - Unidades ervateiras instaladas durante o período de 1980 a 2003 nos Municípios do Paraná.

De todo modo, os dados levantados mostram que, apesar da produção de erva-mate estar distribuída por grande parte do Paraná, há uma região específica onde estão concentradas a produção e o processamento da erva.

2.4.2.2. Situação atual - safra 2003

A aplicação do questionário permitiu atualizar as informações do banco de dados, complementando-o com dados obtidos no campo. As visitas realizadas aos municípios ervateiros e às unidades processadoras no Estado trouxeram dados sobre o quadro atual, refinando as informações obtidas, permitindo o conhecimento das unidades realmente ativas em cada município do Estado.

Os dados do questionário foram tabulados e usados na elaboração de mapas para comparação com os dados oficiais. Assim, a Figura 2.21 traz o mapa dos municípios com unidades ervateiras ativas em 2003 e a Figura 2.22 indica a concentração ou o número de ervateiras em cada município.

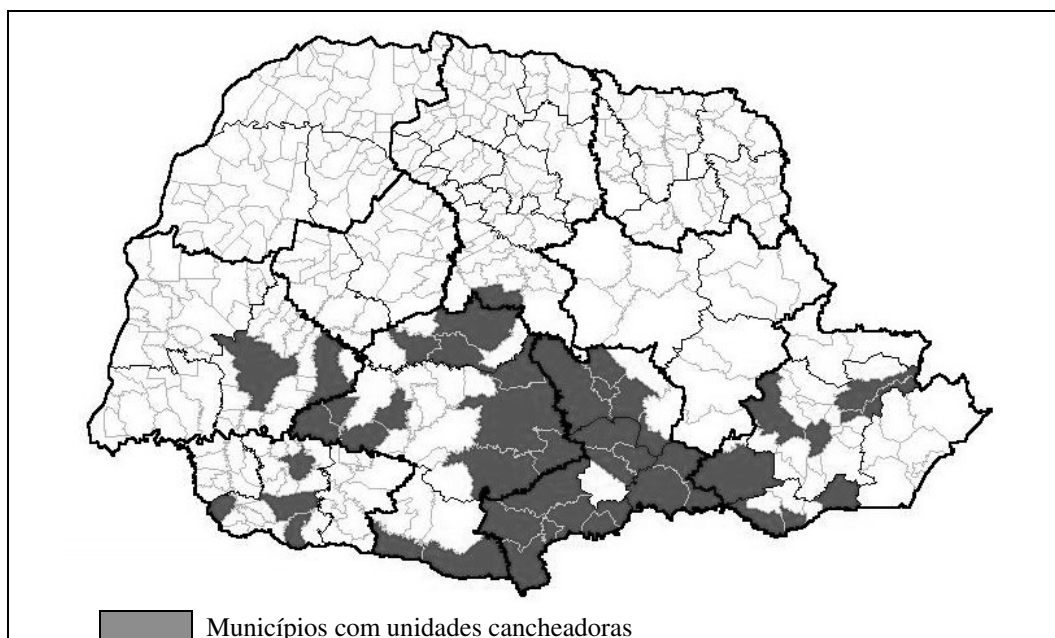


Figura 2.21 - Municípios do Paraná com unidades ervateiras ativas na safra 2003.

O mapa mostra que há uma vasta área no oeste e sudoeste do Paraná sem ervateiras ativas, apesar de se tratar de municípios com comercialização de erva-mate verde. Novamente, destaca-se a necessidade de transporte por maiores distâncias ou a existência de ervateiras atuando sem registro nos órgãos oficiais.

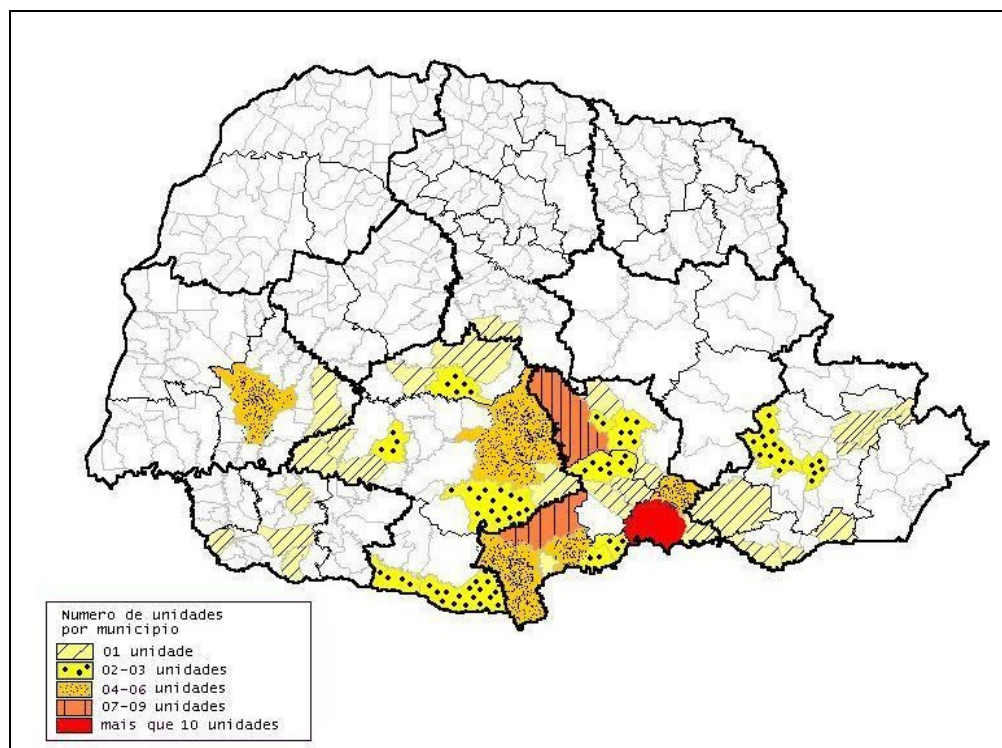


Figura 2.22 - Concentração das unidades ervateiras ativas na safra 2003 nos Municípios do Paraná.

Os dados do questionário e a análise das Figuras 2.19, 2.20, 2.21 e 2.22 permitem ponderações sobre a estrutura atual de processamento da erva-mate e as mudanças ocorridas ao longo dos últimos anos, ponderações que aparentemente podem ser estendidas para outras regiões ervateiras do Brasil.

Ocorreram mudanças na distribuição do setor industrial ervateiro, havendo uma redução no número de municípios com ervateiras ativas, o que torna menor a área com atividade de industrialização do produto. A redução na área e no número de municípios não afetou a tendência de concentração das unidades ervateiras, sendo observado um maior número de ervateiras ativas na área de maior produção de matéria-prima.

2.4.2.3. Transformações no setor ervateiro

A observação deste fenômeno de concentração das ervateiras estimulou uma análise mais detalhada sobre o comportamento do setor ervateiro ao longo de 10 anos, a partir dos dados apresentados a seguir. A Tabela 2.7 é composta por duas seções, a primeira contém dados sobre o setor ervateiro paranaense em 1993 e a segunda seção mostra os resultados das atividades de campo realizadas neste estudo, com dados referentes a 2003.

Tabela 2.7 - Evolução do setor industrial ervateiro paranaense durante o período de 1993 a 2003.

1993¹					
Núcleo Regional	Municípios com Ervateiras (n.º)	Ervateiras Ativas	Categoria Industrial		
			Pequena	Média	Grande
Campo Mourão	1	1	1	0	0
Cascavel	5	6	5	1	0
Curitiba	6	11	6	3	2
Francisco Beltrão	14	19	19	0	0
Guarapuava	9	73	63	9	1
Irati	6	10	9	1	0
Ivaiporã	3	9	9	0	0
Pato Branco	7	15	10	5	0
Ponta Grossa	3	8	8	0	0
Toledo	2	3	3	0	0
Umuarama	1	1	1	0	0
União da Vitória	9	54	44	9	1
Total	66	209	177	28	4

2003					
Núcleo Regional	Municípios com Ervateiras (n.º)	Ervateiras Ativas	Categoria Industrial		
			Pequena	Média	Grande
Campo Mourão	0	0	0	0	0
Cascavel	1	5	2	3	0
Curitiba	7	8	6	0	2
Francisco Beltrão	4	4	2	2	0
Guarapuava	5	20	17	3	0
Irati	7	11	7	3	1
Ivaiporã	3	3	2	1	0
Laranjeiras do Sul ²	5	7	2	5	0
Pato Branco	2	4	3	1	0
Ponta Grossa	2	5	2	3	0
Toledo	0	0	0	0	0
Umuarama	0	0	0	0	0
União da Vitória	9	34	10	22	2
Total	45	101	53	43	5

¹ Dados adaptados de MAZUCHOWSKI e RUCKER (1997). ² Núcleo criado após 1993.

Para permitir a comparação com os dados da década passada, e também mostrar as diferenças regionais nas mudanças observadas, a Tabela 2.7 apresenta os dados por Núcleo

Regional. As ervateiras são classificadas conforme o Ato nº001/86 do Ministério da Fazenda (Tabela 2.3) em três categorias: pequena, média e grande (PARANÁ, 1997).

A Tabela 2.7 confirma a alteração na estrutura do setor ervateiro paranaense visualizada através dos mapas apresentados. A comparação dos dados atuais com os apresentados por MAZUCHOWSKI e RUCKER (1997) mostra uma redução no número de municípios com unidades processadoras de erva-mate em oito dos treze Núcleos. Em três destes (Campo Mourão, Toledo e Umuarama) houve o encerramento completo das atividades de processamento de erva-mate, embora os dados do Fundo de Participação dos Municípios informem ter ocorrido comercialização da matéria-prima.

O número de municípios sedes de ervateiras sofreu uma redução de cerca de 1/3 (31,8%) do valor observado em 1993, com o número de municípios caindo de 66, em 1993, para os atuais 45 em 2003. Fato interessante é que os dados do IBGE (Produção Extrativa Vegetal)/ SEAB-DERAL mostram que a produção paranaense de erva-mate cancheada foi de 64.016 toneladas em 1993 e em 2002, apenas um ano antes da safra estudada, a produção foi de 109.798 toneladas e em 2001 foram 122.695 toneladas. Estes valores mostram que houve um aumento na produção de erva-mate cancheada, apesar da redução no número de unidades em atividade.

Além da redução no número de municípios, houve uma queda no número de ervateiras em atividade. Eram listadas 209 ervateiras em 1993 contra apenas 101 unidades em atividade em 2003, uma queda de 51,7%. Cabe lembrar que entre as ervateiras ativas algumas possuem filiais e estas foram desconsideradas no cálculo. Se forem incluídas as filiais, o total passa a ser de 109 empresas em funcionamento no Paraná, atenuando a queda para 47,8%.

A redução do número de ervateiras durante este período de 10 anos pode ser associada a diversos fatores.

- Substituição dos ervais nativos por outras culturas: a redução ou até mesmo a extinção da atividade ervateira foi maior em alguns núcleos, em particular naqueles com acentuado crescimento da atividade agrícola. A substituição dos ervais nativos por outras culturas de maior rentabilidade implica em queda na oferta de matéria-prima e aumento nos custos de transporte.

- Concentração do setor econômico: o fenômeno de concentração é observado em vários segmentos produtivos, incluindo a indústria de alimentos, fenômeno associado à economia de escala, levando à existência de menor número de empresas, mas de porte maior.

- Retração de mercado: a queda no consumo da erva-mate poderia levar ao fechamento das unidades, face à redução na demanda pelo produto.

A hipótese que se mostra mais viável dentre as apontadas é a da concentração do setor. Tal tendência se mostra presente no setor argentino, onde há predomínio de unidades de beneficiamento de grande porte (DE BERNARDI, 1999). Assim, é de se esperar que o setor ervateiro brasileiro passe a ter menor número de empresas com maior capacidade produtiva, maior grau de profissionalização e de adoção de tecnologia. Isto pode ser claramente observado nos dados da Tabela 2.7 referentes ao tamanho das empresas, em particular do número de pequenas ervateiras presentes no setor. Este número que era de 177 passou a ser de 53, uma redução de 70,1% no número de unidades de pequeno porte.

O predomínio das pequenas empresas sempre foi característica marcante no setor ervateiro. No entanto, pelos dados levantados, este quadro parece estar mudando, com o crescimento da participação de unidades de maior porte. No caso das empresas de médio porte, o número passou de 28 para 43 unidades, um aumento superior a 50%.

A realização do censo do setor industrial ervateiro no Paraná permitiu a observação de alguns aspectos de relevância, pouco abordados pela literatura sobre o tema industrialização da erva-mate e que devem ser considerados quando da análise das informações obtidas.

Os estudos de campo mostram uma certa “flexibilidade” no funcionamento das ervateiras, especificamente nas de pequeno porte. Em muitas das unidades visitadas os entrevistados disseram estar em atividade naquela safra em função da situação favorável de mercado, mas que, em anos anteriores, não “havia trabalhado”. A tecnologia simples e de baixo custo nas unidades de pequeno porte permitiria deste modo a interrupção das atividades em uma safra e a retomada na safra seguinte, sem grandes prejuízos ou danos aos equipamentos.

A observação deste comportamento levou à adoção de alguns critérios no levantamento de campo. No momento da entrevista com os técnicos de cada município, eram feitas perguntas sobre a situação de cada ervateira do município. Boa parte das unidades

inativas havia sido “desmontada” e os equipamentos comercializados, deixando claro o encerramento das atividades.

A tecnologia simples e a flexibilidade das pequenas unidades permitem uma rápida resposta à conjuntura econômica, conferindo dinamismo e complexidade ao setor. Assim, são previsíveis oscilações na estrutura, vinculadas a mudanças de mercado. Exemplo disto é o estudo da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) sobre a atividade dos estabelecimentos processadores de erva-mate na região Sul, durante o período de 1992 a 1995. Os resultados mostraram que o número de estabelecimentos subiu de 409 para 725, crescimento de 77,3%, com destaque para o Paraná com crescimento de 151,8%, contra um crescimento de 84,4% no Rio Grande do Sul e de 20,4% em Santa Catarina (DESER, 2001).

2.4.3. O PROCESSAMENTO DA ERVA-MATE NO PARANÁ

A aplicação do questionário permitiu caracterizar o setor industrial ervateiro paranaense, considerando o perfil das unidades e seu processo produtivo. Não é possível avaliar de forma adequada as mudanças tecnológicas ao longo do tempo em virtude da inexistência de publicações e informações de períodos anteriores. Ainda assim, o censo realizado permite a definição de um panorama sobre as ervateiras e a tecnologia adotada.

2.4.3.1. Tipo de empresa

Adotando-se os critérios propostos pela resolução nº 485 do Instituto Nacional do Mate (INM, 1955) as ervateiras podem ser classificadas Cancheadoras ou Beneficiadoras, havendo empresas que desempenham as duas atividades. A Tabela 2.8 mostra o perfil do setor industrial paranaense na safra 2003, considerando as 109¹³ ervateiras ativas no Estado.

Os dados apontam para diversos aspectos relevantes sobre o setor ervateiro paranaense.

- Há variações regionais marcantes na atividade, com diferenças entre os núcleos. Há variação na concentração das unidades em cada núcleo, sendo que mais de 1/3 das unidades paranaenses estão localizadas em um único Núcleo (União da Vitória). A concentração diz respeito à produção de matéria-prima e das ervateiras, fato observado nos mapas já

¹³ Neste caso, para melhor avaliar a estrutura do setor ervateiro, se mostra interessante incluir as filiais das empresas ervateiras, o que eleva o número de 101 para 109 unidades.

apresentados. Três núcleos (União da Vitória, Guarapuava e Irati) concentram 65,1% das ervateiras do Estado.

- A variação compreende até o tipo de empresa, existindo núcleos com maior número de empresas cancheadoras e outros onde predominam unidades beneficiadoras.

- Analisando os dados do Estado, observa-se que cerca de 1/3 das ervateiras ativas (32,1%) são simples cancheadoras, produtoras de erva-mate cancheada para as beneficiadoras.

- O beneficiamento e a obtenção do produto comercial, pronto para consumo, é a opção da maior parte das empresas, visto que 74 ervateiras (67,9%) atuam no beneficiamento de erva-mate, indicando vantagens econômicas na criação e manutenção de marcas próprias. Como cada uma destas empresas deve possuir ao menos um produto com marca própria, existiria cerca de uma centena de marcas comerciais paranaenses de erva-mate.

Tabela 2.8 - Classificação das ervateiras paranaenses em função das atividades desenvolvidas.

Núcleo	Cancheadora	Beneficiadora	Cancheadora +Beneficiadora	Soma
Cascavel	0	0	5	5
Curitiba	0	4	5	9
Francisco Beltrão	0	0	4	4
Guarapuava	5	1	15	21
Irati	7	1	3	11
Ivaiporã	1	0	3	4
Laranjeiras	0	0	7	7
Pato Branco	1	0	3	4
Ponta Grossa	4	0	1	5
União da Vitória	17	5	17	39
Total	35	11	63	109
%	32,1	10,1	57,8	-

A análise do perfil de cada núcleo poderia mostrar relações importantes, mas não constitui objetivo deste trabalho.

2.4.3.2. A matéria-prima - erva-mate folha verde

Época de colheita

A determinação da época de colheita da erva-mate é um dado interessante para a análise do setor industrial, pois indica o período de oferta de matéria-prima e assim, o período de funcionamento das cancheadoras. Os dados referentes aos meses em que as 98 unidades cancheadoras compram erva-mate verde ao longo do ano (época de colheita) são apresentados na Tabela 2.9, mostrando o número de ervateiras ativas em cada Núcleo durante o ano.

A apresentação de tais dados considerando a divisão em Núcleos corrobora a afirmação da existência de diferenças regionais no setor ervateiro, em função das diferenças observadas entre núcleos.

Tabela 2.9 - Número de ervateiras paranaenses que efetuam a compra de erva-mate verde a cada mês do ano.

Núcleo	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
Cascavel	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5
Curitiba	3	1	0	0	3	4	4	4	3	0	0	2	5
Francisco Beltrão	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Guarapuava	14	14	10	12	13	16	19	19	17	10	11	12	20
Irati	5	4	3	3	5	10	10	10	5	3	2	6	10
Ivaiporã	3	2	2	2	2	3	4	4	3	0	1	3	4
Laranjeiras	7	7	6	6	5	7	7	7	7	5	6	6	7
Pato Branco	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4
Ponta Grossa	0	0	0	0	1	1	5	5	4	0	0	1	5
União da Vitória	28	23	13	12	17	30	34	34	26	15	12	26	34
Total	72	63	46	47	58	83	96	96	77	44	44	68	98
%	73,5	64,3	46,9	48,0	59,2	84,7	98,0	98,0	78,6	44,9	44,9	69,4	

Os dados da Tabela 2.9 mostram o percentual de empresas comprando erva-mate a cada mês. Os meses com maior número de empresas comprando erva-mate estariam no período de junho a setembro, período de safra apontado por MAZUCHOWSKI e RUCKER (1993). Entretanto, os picos de compra de erva-mate verde ocorrem nos meses de julho e agosto, quando atingem 98%. Os dados mostram um relativo atraso em relação ao intervalo apontado pela EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (1991), que indica os meses de junho e julho como de maior intensidade de colheita,

mas estão condizentes com o destacado por ANDRADE (1999), que cita como melhores meses para a colheita o período compreendido entre junho e agosto.

Quanto à safrinha, mesmo considerando as diferenças entre núcleos regionais, o percentual de empresas que compra a erva-mate nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, também é elevado. Os valores podem ser comparados aos citados por HOPPE et al. (1996), de que apenas 33% dos produtores gaúchos colhiam erva-mate durante a safrinha. Os dados da Tabela 2.9 mostram percentual maior de atividade nas ervateiras paranaenses durante este período, atingindo 73,5% de ervateiras comprando erva-mate verde em janeiro. A oferta de produto de cor verde acentuada, atributo citado por DUARTE e WASZCZYNSKYJ (2000) e PARANÁ (1997), durante todo o ano seria a principal justificativa para a colheita neste período.

A intensidade da brotação na primavera (outubro e novembro) e a presença de frutos durante os meses de março e abril reduzem a poda nestas épocas, definindo períodos de aparente entressafra. Mas, mesmo nestes períodos, a necessidade de oferta de produto de cor verde pode explicar a colheita e a atividade em parte das cancheadoras. Esta opção traz reflexos não apenas sobre a qualidade do produto, mas afeta os custos e aspectos tecnológicos do processo.

Os dados apresentados sobre a época de colheita se referem ao número de unidades em atividade a cada mês, sendo importante avaliar também o volume de erva-mate processado ao longo do ano.

Volume colhido e época de colheita

Apesar da colheita de erva-mate estar concentrada em um período específico (safra), os dados obtidos mostram que há colheita durante todos os meses do ano. Tornou-se necessário, então, avaliar se o volume colhido fora da safra (safrinha) é significativo. Para tanto, o questionário continha uma questão analisando o volume processado (%) no período de safra e de safrinha. As respostas obtidas foram transformadas em valores médios para cada núcleo e apresentados na Tabela 2.10.

A Tabela 2.10 mostra que a maior parte do volume processado pelas ervateiras do Paraná provém do período de safra, média de 68%. Além disso, indica diferenças entre núcleos. Um aspecto relevante observado é que os núcleos com maior número de unidades processam a maior parte de sua produção durante a safra. Ao se calcular a média ponderada,

levando em conta o número de unidades em cada Núcleo, o processamento na safra responderia por 71% da produção de cada unidade. Porém, cabe lembrar que os núcleos com maior número de cancheadoras estão localizados na região de maior oferta de matéria-prima (Figura 2.18).

Deste modo, os núcleos que absorvem grande parte da erva-mate paranaense (cerca de 2/3) processam a maior parte da sua produção (cerca de 3/4) durante um período de tempo restrito, 3 a 4 meses. Este regime de trabalho aponta para uma grande ociosidade da estrutura ao longo do ano.

Tabela 2.10 - Volume de erva-mate processado (%) durante a safra e a safrinha nos núcleos regionais.

Núcleo Regional	Volume processado (%)		Número de ervateiras cancheadoras no Núcleo
	Safra	Safrinha	
Cascavel	50,0	50,0	5
Curitiba	74,0	26,0	5
Francisco Beltrão	57,5	42,5	4
Guarapuava	73,7	26,3	20
Irati	75,5	24,5	10
Ivaiporã	60,0	40,0	4
Laranjeiras do Sul	64,3	35,7	7
Pato Branco	60,0	40,0	4
Ponta Grossa	90,0	10,0	5
União da Vitória	74,9	25,1	34
Média geral	68,0	32,0	98
Média ponderada	71,5	28,5	

As possíveis explicações para este comportamento de concentração espacial e temporal da colheita e processamento da erva-mate seriam:

- os núcleos com menor número de unidades industriais estão localizados em áreas de menor oferta de erva-mate verde; são núcleos que atenderiam principalmente o mercado local tendo em vista a pequena produção e como o mercado local demanda erva verde durante todo o ano, é necessária a colheita durante a safrinha;
- os núcleos com maior número de unidades estão na região de maior produção de erva-mate verde; o número de unidades e o volume processado suprem o mercado local e um excedente de erva cancheada é direcionado ao mercado externo. O padrão de produto para

exportação requer o estacionamento da produção permitindo a colheita durante a safra, período com vantagens técnicas. Além disto, parte desta produção é armazenada para comercialização no Brasil, na forma de erva-mate de cor amarela (estacionada).

Há exceções, casos como o núcleo de Curitiba, com poucas ervateiras, mas com colheita predominante na safra. O tamanho das unidades localizadas neste núcleo e a proximidade da região maior produtora de matéria-prima podem influenciar o comportamento neste aspecto.

Origem da matéria-prima

A primeira questão sobre a origem da matéria-prima buscou avaliar a relação entre o produtor rural (fornecedor) e a indústria ervateira. Esta informação fornece referências sobre o grau de dependência entre estes dois elos da cadeia produtiva, bem como propicia subsídios para a definição de ações direcionadas aos produtores rurais para a melhoria da qualidade da matéria-prima no campo. Os dados da Tabela 2.11 mostram que no Paraná esta relação é uma característica regional, variando para cada núcleo. Os dados mostram ainda que a integração vertical não é acentuada no setor ervateiro paranaense no que se refere à produção agrícola, pois apenas 22,2% da matéria-prima processada vêm de erval próprio.

Tabela 2.11 - Origem da erva-mate verde

Núcleo Regional	Erval próprio (%)*	Erval de parceiros (%)	Erval de terceiros (%)
Cascavel	17,5	12,5	70,0
Curitiba	48,8	20,0	31,2
Francisco Beltrão	1,0	69,0	30,0
Guarapuava	27,2	12,1	60,7
Irati	35,0	31,0	34,0
Ivaiporã	25,0	11,3	63,7
Laranjeiras do Sul	5,9	15,0	79,1
Pato Branco	20,0	28,8	51,2
Ponta Grossa	23,2	61,0	15,8
União da Vitória	18,0	6,0	76,0
Estado do Paraná	22,2	18,0	59,8

* % do volume processado.

Como a maior parte da matéria-prima seria comprada de fornecedores (cerca de 80%), cabe avaliar o vínculo entre estes e a indústria. Os dados indicam que o estabelecimento

de parcerias não é uma característica marcante do setor ervateiro paranaense. Apenas 18,0% da matéria-prima viriam de ervais de parceiros, embora haja enorme variação entre núcleos regionais.

O baixo volume de erva-mate de ervais de parceiros pode indicar tanto uma boa oferta de matéria-prima, não havendo preocupação da indústria em garantir fornecimento, quanto uma alta demanda, podendo o agricultor optar pelo melhor preço no momento da venda. Este ponto foi contemplado em outra questão do questionário, onde os resultados podem esclarecer tais dúvidas. De todo modo, a ausência de compromisso ou de fidelidade entre fornecedor de matéria-prima e indústria é confirmada pelo alto percentual da produção que vem de ervais de terceiros.

Tipo de erval

Um dos aspectos mais polêmicos da produção de erva-mate diz respeito à relação entre tipo de erval e qualidade do produto. Há muita controvérsia sobre a influência do ambiente quanto à luminosidade e a qualidade da erva-mate. Além disto, o declínio dos ervais tem reduzido a produção de erva-mate nos ervais nativos/sombreados. Por isto, o questionário trouxe uma questão específica sobre a origem da erva-mate e os resultados (Tabela 2.12) podem complementar considerações anteriores.

Tabela 2.12 - Origem da erva-mate verde quanto ao tipo de erval (% do volume processado).

Núcleo Regional	Ervai nativo ou sombreado (%)	Ervai cultivado ou de pleno sol (%)
Cascavel	42,5	57,5
Curitiba	62,0	38,0
Francisco Beltrão	34,0	66,0
Guarapuava	75,0	25,0
Irati	78,5	21,5
Ivaiporã	41,2	58,8
Laranjeiras do Sul	33,6	66,4
Pato Branco	77,5	22,5
Ponta Grossa	72,0	28,0
União da Vitória	84,0	16,0
Média	60,0	40,0
Estado do Paraná*	70,1	29,9

* Média ponderada, considerando o número de unidades por Núcleo.

Os dados mostram que a maior parte (60%) da erva-mate verde processada no Paraná vem de ervais nativos ou sombreados. Note-se que o valor de 60% corresponde ao percentual médio dos núcleos. Considerando a média do Estado, calculada com base no número de unidades de cada núcleo, tem-se um resultado ainda maior, onde 70,1% da erva-mate processada nos ervais paranaenses proviriam de ervais nativos ou sombreados. Este valor está próximo ao encontrado no trabalho do DESER (2001), onde é citado o valor de 75,63% como a participação dos ervais nativos ou sombreados na produção do Estado.

Os núcleos de Guarapuava, Irati e União da Vitória, que respondem por cerca de 2/3 da produção de erva-mate verde no Paraná, são justamente os que possuem maior participação da erva-mate de ervais sombreados no volume processado. Nestes Núcleos os ervais sombreados respondem por mais de 3/4 da erva-mate processada.

Assim, a concentração na produção de erva-mate verde e de unidades ervateiras nos municípios destes núcleos pode estar associada à oferta de erva-mate de ervais nativos/sombreados. As unidades cancheadoras estariam instaladas nos municípios destes Núcleos para obter matéria-prima de qualidade diferenciada, a qual é oriunda dos ervais sombreados, conforme MAZUCHOWSKI (2000).

Os ervais nativos ou sombreados representam o perfil clássico ou tradicional da atividade ervateira, sendo estes os ervais explorados desde o início da atividade no Estado. Esta situação pode explicar ainda a colheita concentrada na safra, um paradigma no manejo dos ervais nativos.

Seleção de fornecedores de erva-mate verde

A escolha dos fornecedores de matéria-prima é outro ponto que pode explicar a localização das ervateiras. As respostas obtidas no questionário (Tabela 2.13) mostram que a condição do erval, se nativo ou sombreado, é o principal fator observado na compra da erva-mate verde. Mais de 80% dos entrevistados apontaram este fator como importante na escolha do fornecedor de erva-mate verde, superando quesitos como qualidade e preço da matéria-prima e indicando que os ervateiros estariam dispostos a pagar mais caro por erva-mate verde vinda de ervais sombreados e de melhor qualidade.

Este dado pode ratificar as observações já feitas sobre a maior concentração das unidades cancheadoras nos núcleos que oferecem matéria-prima de ervais sombreados.

Tabela 2.13 - Critérios de seleção de fornecedores de erva-mate verde pelas unidades cancheadoras.

	Frequência da resposta (%)									
Núcleo Regional	Se é erval nativo ou sombreado	Qualidade da erva- mate	Preço da erva	Distância da Empresa	Fidelidade do fornecedor	Região de origem	Prazo para pagamento	Tamanho do erval	Se é de erval cultivado	Outros
Cascavel	75,0	0,0	25,0	25,0	50,0	50,0	50,0	25,0	0,0	25,0
Curitiba	100,0	20,0	60,0	0,0	20,0	20,0	40,0	20,0	40,0	20,0
Francisco Beltrão	25,0	100,0	25,0	0,0	50,0	0,0	0,0	25,0	0,0	25,0
Guarapuava	65,0	50,0	55,0	50,0	25,0	25,0	25,0	35,0	5,0	20,0
Irati	88,9	77,8	77,8	55,6	66,7	77,8	55,6	55,6	55,6	11,1
Ivaiporã	33,3	66,7	33,3	66,7	33,3	0,0	33,3	0,0	33,3	66,7
Laranjeiras do Sul	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	14,3
Pato Branco	100,0	50,0	25,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ponta Grossa	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	20,0
União da Vitória	91,4	88,6	40,0	42,9	45,7	37,1	22,9	20,0	11,4	5,7
Estado do Paraná	80,2	69,8	51,0	45,8	44,8	39,6	34,4	33,3	24,0	14,6

2.4.3.3. A matéria-prima - erva-mate cancheada

Compra de erva cancheada

A compra de erva-mate cancheada é realizada por parte das unidades beneficiadoras, mesmo as que fazem cancheamento, neste caso visando complementar sua produção. A análise da compra de erva-mate cancheada mostra ainda o destino de parte dos excedentes produzidos nos núcleos de maior produção. A Tabela 2.14 mostra o número de ervateiras que compram erva-mate cancheada a cada mês.

Tabela 2.14 – Número de ervateiras comprando erva cancheada durante o ano (safra 2003).

Núcleo	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
Cascavel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Curitiba	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	2	2	4
Francisco Beltrão	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Guarapuava	2	2	2	2	2	3	3	4	3	3	3	3	4
Irati	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ivaiporã	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laranjeiras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pato Branco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ponta Grossa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
União da Vitória	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6
Total	17	16	15	15	15	17	18	20	19	18	18	18	21
%	81,0	76,2	71,4	71,4	71,4	81,0	85,7	95,2	90,5	85,7	85,7	85,7	

Os dados da Tabela 2.4 permitem as seguintes conclusões:

- das 74 ervateiras paranaenses que fazem beneficiamento de erva-mate, menos de 1/3 (21 unidades) afirmaram comprar erva cancheada e as demais devem beneficiar exclusivamente produção própria;

- em quatro dos núcleos com atividade ervateira não há compra de erva-mate cancheada; como estes núcleos possuem pequeno número de ervateiras e são localizados em áreas de menor produção de erva-mate verde, acredita-se que as respectivas unidades cancheiam e beneficiam a produção local de matéria-prima;

- o número de unidades que compram erva-mate cancheada ao longo do ano, bem como os percentuais para o Estado do Paraná, mostram que a compra de erva cancheada é mais regular do que a compra de erva-mate verde.

Origem da erva-mate cancheada

O questionário permitiu identificar que em média 72,7% da erva-mate cancheada que é beneficiada nas ervateiras seria de produção própria. Deste modo, os dados mostram que as beneficiadoras paranaenses dão preferência à integração vertical. Este aspecto já havia sido detectado pelos dados da Tabela 2.8, que mostra que das 74 beneficiadoras, apenas 11 unidades não faziam cancheamento. Entretanto, a integração não se refere à área agrícola e à produção de erva-mate verde, mas sim à etapa de cancheamento.

Quanto ao restante do volume de erva-mate cancheada, esta viria de parceiros (19,6%) e apenas uma pequena parte (7,7%) viria de terceiros. O percentual de erva-mate adquirida junto aos parceiros é similar ao valor observado na compra de erva-mate verde (18,0%). Mas, a importância dada às parcerias na compra da erva cancheada é menor do que o observado na compra da erva-mate verde (Tabela 2.15).

Como apenas uma parte das unidades beneficiadoras compra erva-mate cancheada, 21 de um total de 74, o número de respostas foi relativamente pequeno. Por isto, os dados obtidos foram empregados apenas na obtenção de valores médios para o Estado, sendo apresentados na Tabela 2.15.

Tabela 2.15 - Critérios de seleção de fornecedores de erva-mate cancheada pelas unidades beneficiadoras.

Fator considerado	Frequência da resposta (%)
Se é de erval nativo ou sombreado	66,7
Qualidade da erva-mate	60,0
Preço da erva	46,7
Região de origem	33,3
Prazo para pagamento	30,0
Distância da empresa	16,7
Fidelidade do fornecedor	16,7
Se é de erval cultivado	13,3
Volume disponível	10,0
Outros	30,0

Os dados mostram que os fatores avaliados na escolha dos fornecedores de erva cancheada são similares aos da erva-mate verde. Os três principais fatores observados são os mesmos para os dois casos. Assim, a origem da matéria-prima, se é de erval nativo ou

sombreado, a qualidade da erva-mate, e o preço seriam os principais fatores. Interessante observar que o tipo de erval, se o erval é sombreado ou não, é mais importante do que a qualidade e o preço nos dois segmentos industriais.

Como “Outros fatores” na escolha de fornecedores, foram citados pontos como o intervalo entre as colheitas (mínimo de 3 anos), a não-aplicação de defensivos agrícolas nos ervais e o cuidado com o teor de palitos.

As entrevistas nas unidades beneficiadoras mostram que na definição da qualidade da erva-mate cancheada os pontos mais importantes são o sabor e a cor do produto (Tabela 2.16). Apesar de citados, o aroma e a granulometria da erva cancheada são aspectos menos lembrados.

Tabela 2.16 - Atributos de qualidade da erva-mate cancheada.

Fator considerado	Frequência da resposta (%)
Sabor	82,3
Cor	73,4
Aroma	41,8
Granulometria	30,4
Outros	22,8

Foram citados como outros fatores, o teor de umidade do produto, a umidade presente nos palitos da erva-mate, a quantidade de palitos presentes no produto, e a presença de pintas pretas, indicador de produto exposto a condições adversas de sapeco e secagem.

Armazenamento da erva cancheada

O tempo de armazenamento ou de estacionamento da erva-mate cancheada é um aspecto importante em função das alterações decorrentes no produto e suas relações com o mercado. Cerca de 80% das unidades beneficiadoras estudadas declararam armazenar erva-mate cancheada, mas o estacionamento se dá por período de tempo variável. Os dados do tempo de armazenamento (Tabela 2.17) fornecem interessantes indicações sobre o destino da produção.

Em uma primeira avaliação, os valores referentes ao Estado do Paraná podem ser interpretados como mostrando um certo equilíbrio entre boa parte das categorias propostas. Nota-se uma pequena superioridade do armazenamento por menores períodos de tempo

(opção de 40,7% das beneficiadoras), se comparado às demais categorias; 25,4% das unidades armazenam a erva cancheada por períodos entre 2 a 6 meses; 30,5% entre 6 e 12 meses; e apenas 2 unidades armazenam o produto por mais de 12 meses. Mas, se considerados o padrão argentino para a erva-mate e os dados de DE BERNARDI e PRAT KRICUM (2001), o estacionamento seria realizado por um período compreendido entre 6 e 24 meses. No caso do Paraná, 66,1% das ervateiras armazenam por menor intervalo de tempo.

Tabela 2.17 - Tempo de armazenamento da erva-mate cancheada.

Núcleo Regional	Tempo de armazenamento (frequência das respostas%)			
	Até 2 meses	Até 6 meses	Até 12 meses	Mais de 12 meses
Cascavel	66,7	33,3	0,0	0,0
Curitiba	0,0	57,1	42,9	0,0
Francisco Beltrão	100,0	0,0	0,0	0,0
Guarapuava	45,5	18,2	36,4	0,0
Irati	0,0	0,0	100,0	0,0
Ivaiporã	33,3	0,0	66,7	0,0
Laranjeiras do Sul	50,0	25,0	25,0	0,0
Pato Branco	100,0	0,0	0,0	0,0
Ponta Grossa	0,0	0,0	100,0	0,0
União da Vitória	42,9	33,3	14,3	9,5
Estado do Paraná	40,7	25,4	30,5	3,4

Entretanto, as diferenças regionais mostram aspectos importantes do setor. Núcleos com menor número de unidades, casos como o de Cascavel, Francisco Beltrão e Pato Branco, não fazem estacionamento prolongado, indicando se tratar de núcleos que produzem erva-mate para o mercado nacional, dando preferência à manutenção da cor verde. Em outros casos, como nos Núcleos de Irati e Ponta Grossa, toda a erva-mate cancheada é estacionada por períodos maiores, indicando se tratar de produto para exportação ou para regiões específicas do mercado interno, consumidores cuja preferência é a erva-mate de coloração amarela.

Ainda com relação ao estacionamento, o armazenamento da erva-mate cancheada é feito a granel em 23,3% das unidades, mas a maioria (76,7%) trabalha com o produto em sacaria. O armazenamento do produto a granel é uma tecnologia tradicional, empregado pelas unidades paranaenses que fazem o estacionamento prolongado, como forma de armazenar e de favorecer reações químicas no produto.

2.4.3.4. Estrutura física industrial

Os dados referentes à estrutura física das indústrias ervateiras instaladas no Paraná indicaram variação pouco significativa com relação aos Núcleos Regionais. Para melhor entendimento, os dados foram agrupados em categorias referentes à área construída, considerando todas as unidades ervateiras situadas no Estado do Paraná (Tabela 2.18).

Tabela 2.18 - Dimensão física das unidades ervateiras paranaenses (área construída).

Parâmetro	Área de até 200m²	Área de 200 a 500m²	Área de 500 a 1.000m²	Área superior a 1.000m²	Total
Número de ervateiras	6	33	35	35	109
%	5,5	30,3	32,1	32,1	100,0

A maior parte das unidades ervateiras visitadas (64,2%) possui área construída superior a 500m², dentre as quais, 32,1% possui área superior a 1000 m². As menores instalações, com menos de 200m², representam apenas 5,5% do número de ervateiras paranaenses.

A classificação das ervateiras proposta pelo Ministério da Fazenda considera a capacidade de processamento e, por este critério, a maior parte das unidades paranaenses são classificadas como pequenas empresas, representando mais de 50% das unidades. Mas, observando o tamanho da área construída de cada unidade, aparentemente, no setor ervateiro paranaense mesmo as “pequenas empresas” parecem possuir áreas construídas relativamente grandes.

Equipamentos para sapeco da erva

Todas as unidades cancheadoras paranaenses visitadas neste estudo empregam sapecadores mecânicos (é comum o uso do termo sapecadeira para designar o equipamento). Apesar disto, nem todos os sapecadores observados são do tipo “moderno”, como descritos por ANDRADE (1999) e GAZETA GRUPO DE COMUNICAÇÕES (1999). Ainda são encontrados sapecadores antigos, modelos rústicos e de baixa produtividade, como os descritos por FERREIRA FILHO (1948).

Ressalta-se que, durante o estudo, parte dos entrevistados afirmou que o sapeco ainda é realizado manualmente em algumas propriedades rurais, na produção de erva-mate para

consumo doméstico. Apesar de não ter sido possível documentar o processo de sapeco, em pontos de venda do interior paranaense foram compradas amostras de erva-mate declaradas como “produzidas com sapeco manual”.

Com a possibilidade de construção dos equipamentos em dimensões variáveis e sua flexibilidade de operação, os sapecadores são dimensionados de acordo com as características de cada unidade e, até mesmo de cada secador. Isto explica a situação constatada com a tabulação dos dados do questionário, onde 82 das 98 unidades cancheadoras (83,67%) possuem apenas um sapecador.

Equipamentos para secagem da erva

O número de unidades cancheadoras com um único sapecador (82) é bem maior do que o número de unidades com apenas um secador, fato observado em 66 das cancheadoras paranaenses. Assim, parte das ervateiras empregaria dois ou mais secadores, mesmo tendo apenas um sapecador.

Considerando as 98 cancheadoras ativas na safra 2003, 66 unidades possuem um único secador, 28 unidades possuem dois secadores e apenas 4 unidades operam com três secadores. O uso de dois ou mais secadores se mostrou associado a determinadas situações:

- empresas que atendem mercados diferentes, afirmando que determinado tipo de secador gera produto com padrão para exportação e que o outro equipamento seria empregado na elaboração de erva-mate para o mercado nacional;
- equipamentos com ação complementar, tendo um secador a função de secar apenas palitos (ramos) de erva-mate;
- empresas com maior capacidade instalada de processamento.

Tamanho dos secadores

Com relação ao tamanho dos secadores (capacidade do equipamento), os dados fornecidos pelos entrevistados mostraram enorme variabilidade e, para uma melhor análise, foram agrupados em categorias. Novamente, não foi possível observar um padrão associado aos Núcleos Regionais, e por isso são empregados dados referentes à média de todo o Estado do Paraná. Das 98 cancheadoras, 41 unidades possuem secadores capazes de secar até 10 t/dia (toneladas de erva-mate verde por dia), 54 unidades com capacidade para secar entre 10 e 50 t/dia e apenas 3 unidades possuem capacidade para secar mais de 50t/dia.

Os números obtidos com a tabulação dos dados fornecem outras informações relevantes. A capacidade de secagem no total das cancheadoras ativas é de 1.840 toneladas de erva-mate verde por dia ou, considerando um turno de 8 horas diárias, de 230 toneladas por hora. Na Tabela 2.1 tem-se a produção paranaense de erva-mate de 152.139 toneladas ao ano (DESER, 2001) valor que dividido pela capacidade diária de secagem resulta no número de dias necessários para processar toda a safra anual. O resultado indica que seriam necessários cerca de 83 dias de funcionamento das cancheadoras para processar a safra do ano, o que mostra um alto grau de ociosidade das instalações.

Apesar da redução no número de ervateiras ativas constatada no trabalho, o valor de 230 t/h de erva-mate verde é elevado, pois se refere às unidades paranaenses. Para RÜCKER (1996) a capacidade operacional brasileira seria superior a 400t/h de erva-mate em folha.

Tipos de secadores de erva-mate nas unidades ativas

O questionário aplicado nas 98 ervateiras ativas trouxe à luz dados sobre o perfil das unidades quanto à tecnologia de secagem. A Tabela 2.19 mostra a distribuição percentual dos secadores considerando o tamanho da empresa.

Tabela 2.19 - Número de secadores ativos de acordo com a capacidade instalada nas ervateiras paranaenses.

Capacidade de Processamento Anual	Secagem lenta		Secagem rápida	
	Secadores de leito fixo	Secador de esteiras	Secadores rotativos	Secadores cilíndricos
Abaixo de 500 toneladas anuais	14,14	14,14	16,16	4,04
Entre 500 a 3.000 toneladas anuais	0,00	18,18	19,19	10,10
Acima de 3.000 toneladas anuais	0,00	1,01	0,00	3,03
Total	14,14	33,34	35,35	17,17
Total por tipo de secagem	47,47%		53,53%	

Os dados mostram importante relação entre os secadores usados e o tamanho da empresa. A presença de secadores de secagem lenta foi praticamente equivalente aos equipamentos de secagem rápida, 47,47% e 53,53%, respectivamente. Dentre os equipamentos de secagem lenta, os secadores de esteiras são mais usados que os de leito fixo. O uso limitado dos secadores de leito fixo pode ser explicado pela menor capacidade operacional das

ervateiras, o que é confirmado pela tabela 2.19, mostrando que este equipamento está restrito às pequenas unidades.

Considerando os equipamentos de secagem rápida, há preferência para os secadores rotativos, categoria mais usada para a secagem de erva-mate no estado do Paraná. Apesar disto, nas grandes ervateiras a preferência é pelo uso de secadores cilíndricos (fixos com misturador), equipamento pouco usado em pequenas unidades.

Um ponto relevante é que 90 das 98 ervateiras cancheadoras afirmaram usar apenas um tipo de secador e apenas 8 informaram usar mais de um tipo de secador na mesma unidade. Empregando dados do número de secadores por unidade, 66 unidades possuem apenas um secador e 32 cancheadoras paranaenses teriam dois ou mais secadores. Como apenas 8 afirmaram usar tipos diferentes, é de se esperar que as outras 24 cancheadoras usem dois ou mais secadores, de um mesmo tipo.

Fontes de energia usadas na indústria

As operações do sapeco e da secagem demandam grande quantidade de energia. O volume de erva-mate verde processada mostra a necessidade de avaliação criteriosa deste item, por suas implicações econômicas e ambientais. A Tabela 2.20 mostra as fontes de energia empregadas pelas unidades ervateiras no cancheamento da erva-mate.

Tabela 2.20 - Tipos de fontes de energia empregadas no cancheamento da erva-mate.

Fonte de energia	Número de cancheadoras	(%)
Lenha	94	95,9
Serragem	9	9,2
G.L.P.	0	0,0
Outras fontes	6	6,1
Número de entrevistados	98	100,0

A grande maioria das unidades ervateiras (95,9%) ainda emprega a lenha como principal combustível, tanto em grandes quanto pequenas instalações, apesar dos riscos de contaminação do produto com derivados da combustão da madeira (PEREIRA et al., 2000; MACHADO et al., 1996). Entretanto, a queima da lenha é vista como essencial por parte dos ervateiros (dados coletados em entrevista, porém sem tabulação), visto os requisitos de qualidade de certos segmentos do mercado de erva-mate e os preços das outras opções.

Existem nichos de mercado no Brasil e no exterior que valorizam o produto impregnado com forte aroma e sabor, adquiridos do contato com os gases de combustão de madeira (fumaça), fato já apontado por PAULA (1968). Ao risco à saúde, se contrapõe a preferência dos consumidores. Apesar de existirem recomendações quanto à qualidade da madeira empregada no sapeco e na secagem (LEPREVOST, 1987; BERKAI e BRAGA, 2000), observações durante as visitas às instalações mostraram o uso de lenha de diferentes espécies, nativas do Brasil ou não, como o eucalipto.

O uso da serragem é uma alternativa adotada por uma pequena parcela de ervateiras (9,2%), mas mesmo nestas unidades é comum o uso da lenha no sapeco. Na categoria de outras fontes foi citado pelos ervateiros o uso de resíduos da indústria madeireira e de briquetes, embora ainda de forma incipiente.

O gás liquefeito de petróleo (G.L.P.) não é empregado em nenhuma das unidades ervateiras paranaenses, apesar de relatos de unidades beneficiadoras que substituíram suas fornalhas por queimadores para uso do gás. Entretanto, o aumento expressivo no preço dos produtos derivados de petróleo inviabilizou a continuidade do uso.

Uso de trocadores de calor

Uma das formas de minimizar os riscos à saúde advindos do uso da madeira como fonte de energia seria o uso de trocadores de calor. Os trocadores são equipamentos que impedem o contato direto dos gases de combustão com o produto.

A adoção desta tecnologia se mostrou restrita apenas a 7 das 98 cancheadoras estudadas, representado 7,1% das respostas. A redução na eficiência, a alteração no padrão do produto da empresa e a falta de informações foram citadas pelos entrevistados como óbices para uso de trocadores de calor nos processos de sapeco e secagem.

O controle do processo no cancheamento da erva-mate

O processo de sapeco mostra o predomínio do empirismo no pré-processamento ou cancheamento da erva-mate. Perguntados sobre a forma de controle dos processos, os ervateiros mostraram que contam em boa parte com indicadores práticos para monitoramento do sapeco e secagem, sem equipamentos analíticos.

Em todas as unidades visitadas o controle da intensidade da chama era efetuado por funcionário que, através da inspeção do produto sapecado determinava a necessidade de maior

ou menor quantidade de calor, providenciando a alimentação de lenha à fornalha. A Tabela 2.21 traz os fatores empregados por estes funcionários para o controle dos processos de sapeco e secagem.

Tabela 2.21 - Critérios usados no controle dos processos de sapeco e secagem.

Fatores usados	Total	%
Sensibilidade ao tato	61	62,2
Experiência do operador	57	58,2
Visual	37	37,8
Termômetro	21	21,4
Umidade do produto	14	14,3
Aroma	12	12,2
Outros fatores	5	5,1
Total	98	-

O uso das mãos, tocando o produto e observando como este se fragmenta quando pressionado, é o principal indicador do ponto de sapeco ou secagem do produto. Apesar de parecer rudimentar, este processo é extremamente simples e fornece resultados satisfatórios.

Com base na experiência, sabe-se que folhas enegrecidas foram mal sapecadas (chama insuficiente) e que folhas queimadas indicam temperaturas elevadas demais (VALDUGA et al., 2003).

Deste modo, o uso do tato, da visão e do olfato pode ser visto como uma forma eficaz de controle, desde que o operador seja experiente (segundo fator mais citado nas respostas).

A Tabela 2.21 cita o uso do termômetro, mas este é restrito ao controle da secagem. A temperatura é vista como fator secundário, dando-se maior ênfase à intensidade da chama. Este fato pode ser corroborado pela presença de termômetros analógicos ou de pontos para sua instalação logo após a fornalha, que seriam usados para determinar a temperatura dos gases da combustão antes de entrarem em contato com a erva-mate.

Como “Outros fatores” foram citados pontos como a resistência do palito à quebra e o barulho do estalar das folhas durante o sapeco.

No caso do controle da secagem de erva-mate foi possível confirmar o nível de empirismo observado durante as visitas às unidades. Seria de se esperar que o uso do termômetro estivesse presente na maior parte das unidades para controle da temperatura de

secagem. Ao invés disto, apenas 21,4% das unidades usam este parâmetro. O uso das mãos, empregando o tato para avaliação do ponto de secagem é fato corriqueiro até mesmo em unidades de grande porte.

2.4.3.5. Produtos da empresa ervateira

A erva-mate pode ser usada na elaboração de um grande número de produtos alimentícios, mas tradicionalmente o mercado atual tem como principais produtos “erva-mate para chimarrão”, “erva-mate para tererê”, “composto de erva-mate” e o “chá mate”.

A “erva-mate para chimarrão” é o principal produto das unidades beneficiadoras paranaenses, sendo produzida em 100% das 74 unidades beneficiadoras e correspondendo a mais de 80% do volume processado pelas empresas. O composto de erva-mate seria o segundo produto mais freqüente, produzido por 18 empresas. O composto seria o produto elaborado a partir da mistura de erva-mate com substâncias aromáticas, como essências e partes de vegetais ricas em óleos essenciais. O chá mate é elaborado por 10 beneficiadoras. Além dos produtos tradicionais, foram citados: o “extrato de erva-mate”, o “chá mate verde” e o “chá mate orgânico”.

A erva-mate para chimarrão é comercializada principalmente embalada em sacos de papel, com 87,8% das empresas utilizando este tipo de embalagem. Os sacos plásticos são empregados para embalar erva-mate em 39,1% das empresas e apenas 9,5% das empresas adotam materiais mais modernos de embalagem, neste caso o filme flexível de polipropileno metalizado com polietileno laminado (BOPPmet/PE).

A manutenção do produto em embalagens mais simples parece ser uma opção associada aos custos, pois os resultados mostram que os entrevistados reconhecem a melhor conservação do produto em embalagem como o BOPPmet/PE.

2.5. CONCLUSÕES

As informações coletadas nas unidades ervateiras, referentes à safra 2003, permitem uma análise do setor ervateiro do Estado do Paraná e dos Núcleos Regionais da SEAB. Os dados mostram que o setor ervateiro paranaense não possui um padrão estadual, pois foram encontradas diferenças significativas entre as regiões produtoras.

Apesar da comercialização da erva-mate verde abranger vasta área do Estado e mais de 150 municípios, há forte concentração da produção e 14 municípios respondem por 2/3 da erva-mate paranaense.

A atividade industrial ervateira paranaense é maior em uma área compreendida por três Núcleos Regionais, onde se concentram a produção de erva e as empresas. Tal região possui algumas características marcantes como a época de colheita e o tipo de ervais explorados. Face o grande volume produzido nesta região, as propriedades da erva-mate podem ser usadas como base para caracterizar a erva paranaense.

Nessa região, e conseqüentemente no Paraná, a maior parte da erva-mate é colhida no período definido de safra e vem de ervais nativos ou sombreados. A procedência de ervais nativos ou sombreados parece ser um requisito de qualidade para a erva-mate, tanto verde, quanto cancheada. Assim, a procedência da matéria-prima é vista como diferencial na compra de matéria-prima pelas cancheadoras e beneficiadoras, superando até mesmo preço e qualidade.

A qualidade da erva-mate cancheada é avaliada pelos ervateiros basicamente através da análise dos fatores cor, sabor e aroma do produto, embora não tenham sido observadas equipes de análise sensorial em nenhuma das unidades ervateiras visitadas.

O sistema de produção nos ervais nativos ou sombreados pode explicar a colheita realizada preferencialmente na época de safra. Apesar das vantagens da colheita na safra e do volume colhido e processado nesta época, a colheita na entressafra (safrinha) é significativa e é realizada para atender a demanda das ervateiras, com fornecimento regular de matéria-prima durante todos os meses do ano e a preferência do consumidor pela erva-mate de coloração verde.

Dentre as características do setor ervateiro paranaense observadas neste trabalho pode-se citar o processo de concentração das atividades. Os dados do período estudado, de

1993 a 2003, mostram um aumento no número de unidades de médio porte e uma redução no número de pequenas unidades em atividade. A integração vertical é outro aspecto característico, principalmente com relação ao fornecimento de erva cancheada às empresas beneficiadoras, pois mais da metade das indústrias do Estado executam o cancheamento e o beneficiamento. Além disto, nestas unidades, a maior parte da erva-mate cancheada utilizada nas beneficiadoras é de produção própria.

A capacidade anual de secagem nas cancheadoras paranaenses seria 1.840 toneladas de erva-mate verde, indicando que as unidades passam boa parte do ano com a estrutura ociosa. A secagem da erva-mate é feita com quatro modelos básicos de secadores: de leito fixo, de esteiras, rotativos e cilíndricos com misturador interno.

A adoção de tecnologia no setor ervateiro é limitada. O setor adota o empirismo como prática corrente para o controle dos processos, emprega embalagens simples para os produtos comercializados e o principal produto das ervateiras paranaenses ainda é o chimarrão, cujo consumo é restrito a algumas regiões do país.

2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE F. M. de **Diagnóstico da Cadeia Produtiva da *Ilex paraguariensis* St. Hill, Erva-Mate**. São Mateus do Sul: Fundo Brasileiro para a Biodiversidade/FUNBIO, 1999. s.p.

ANTONI, V.L. **A estrutura competitiva da indústria ervateira no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1998. 14p. Texto para discussão n.06/98

BERKAI, D.; BRAGA, C.A. **500 Anos de história da erva-mate**. Canoas: Editora Cone Sul, 2000. p.20-60.

BOEGER, M.R.T., ESPINDOLA, Jr. A.; CAVICHIOLO, L.E., MAZUCHOWSKI, J. Z.; MACCARI, Jr.A. Efeito das diferentes condições de luz e concentrações de nitrogênio sobre a estrutura foliar de *Ilex paraguariensis* St. Hil. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

BRAGAGNOLO, N.; PAN, W.; KLOSOVSKI FILHO, L. **Manual técnico de erva-mate**. Curitiba: ACARPA/EMATER, 1980. 40p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em <http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br> Acesso em: 12 de setembro de 2005.

CASSETTAI, C.A., KÄNZIG, R.G. Control de las variables temperatura y humedad del aire em câmaras de estacionamiento acelerado de yerba mate. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

COELHO G. **Avaliação da composição físico-química e oportunidades industriais da erva-mate**. In: Seminário sobre tecnologia da erva-mate, São Mateus do Sul, 1998.

COELHO, G.C.; RACHWAL, M.; SCHNORRENBURGER, E.; SCHENKEL, E.P. Efeito do sombreamento sobre a sobrevivência, morfologia e química da erva-mate. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 6-12.

CONTO, A.J. A estrutura de produção de erva-mate na região Sul. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 210-214.

COSTA, F.L.A. **O Mate (Exploração, Indústria e Exportação)**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1935. 92p.

DA CROCE, D. M. Poda de erva-mate: novos métodos desenvolvidos pela EPAGRI. In: Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 1. **Anais**. EMBRAPA-CNPQ. Colombo, PR, 1997. p.351-357.

DA CROCE, D. M. **Cadeia Produtiva da erva-mate em Santa Catarina**. Chapecó: EPAGRI - Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. - Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades - CPPP, 1996. 35 p.

DA CROCE, D.M; FLOSS, P.A. **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1999. 81p. (EPAGRI Boletim Técnico, 100).

DE BERNARDI, L.A. Análisis de la Cadena de Yerba Mate - 1999. Buenos Aires: Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Pesca y Alimentacion, 1999. s.p.

DE BERNARDI, L.A.; PRAT KRICUN, S.D. **Cadena alimentaria de “yerba mate” “Ilex paraguariensis” - Diagnóstico de la región yerbatera**. Buenos Aires: Secretaria De Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, 2001. 77p.

DESER - Departamento de Estudos Sócio-Econômicos Rurais. A Cadeia Produtiva da Erva-Mate. **Informativo de Conjuntura Agrícola e Comercialização do Alto Uruguai**. Curitiba, n.3. 13p. Set/Out 2001.

DOSSA, D.; RUCKER, N.; RODIGHERI, H.R.; MELO, I.B.; FELIZARI, S.R. Estrutura produtiva e renda da erva-mate no município de Machadinho, RS. **Perspectiva**. v.24. n.88. p.25-38. 2000

DUARTE, F.; WASZCZYNSKYJ, N. Análise Sensorial de extratos de erva-mate: seleção e treinamento de julgamentos. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 101-104.

EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Manual da erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)**. Curitiba: EMATER, 1991. 104p. 2ª edição.

FERREIRA FILHO, J.C. **Cultura e preparo da erva-mate**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1948. 53 p. (Serviços de Informação Agrícola, 680).

FERRI, P.H. Química de produtos naturais: métodos gerais. In: DI STASI, L.C. **Plantas medicinais: arte e ciência. Um guia de estudo interdisciplinar**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996. p.129-156.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. p.183-201.

GAZETA GRUPO DE COMUNICAÇÕES. **Anuário brasileiro da erva-mate**. Santa Cruz do Sul (RS): Gazeta Grupo de Comunicações, 1999. 63p.

HOEFLICH, V.A.; DE CONTO, A.J.; BITENCOURT, S.M.; WOEHL, J. O consumo de lenha na industrialização da erva-mate. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 1., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo (PR): EMBRAPA/CNPq, 1997. p.405.

HOPPE, M.; KARNOPP, E.; MEDRADO, M.J. Erva-mate: diagnóstico e perspectivas de desenvolvimento. In: PREFEITURA MUNICIPAL DE VENÂNCIO AIRES. **Erva-mate: diagnóstico e perspectivas de desenvolvimento**. Venâncio Aires: Prefeitura Municipal, 1996. p.7-22.

INM - INSTITUTO NACIONAL DO MATE. Resolução nº 485, de 25 de outubro de 1955. In: WERNECK, R.M.R. **Legislação ervateira**. Companhia Brasileira de Artes Gráficas, 1962. p.219-233.

KÄNZIG, R.G. Transformación primaria. In: Yerba Mate: Curso de Capacitación en Producción, 3., 1996, Misiones. **Resúmenes...** Cerro Azul: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1996. p.129-139.

LEPREVOST, A. **Química e tecnologia da erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil)**. Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná, 1987. Boletim Técnico n.53. p.20-30.

MACCARI JR, A.; MAZUCHOWSKI, J.Z.; QUEIROZ, M.R.; RÜCKER, N.G.A. **Sustentabilidade da atividade ervateira - a necessidade de caracterização do setor industrial ervateiro paranaense**. Disponível na Internet. <http://www.pr.gov.br/seab>. 05 out 2003

MACCARI JR., A. (coord.) **Produtos Alternativos e Desenvolvimento da Tecnologia Industrial na Cadeia Produtiva da Erva-Mate**. Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate do Paraná/Ministério da Ciência e Tecnologia/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2000. p.136-160.

MACHADO, L.S.; NOLL, I.B.; SCHENKEL, E.; TOLEDO, M.C.F. Preliminary study on the contamination of mate (*Ilex paraguaiensis* St. Hill) by benzo(a)pyrene. **1996 IFT annual meeting: book of abstracts**, p. 27, 1996.

MAZUCHOWSKI, J. Z. ; MACCARI JUNIOR, A.; SILVA, E.T. da Influência de diferentes condições de radiação solar sobre o crescimento morfológico da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

MAZUCHOWSKI, J. Z. Alternativas para incremento da produção de ervais nativos. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 6-12.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; RUCKER, N. G. de A. **Erva-Mate - Prospecção Tecnológica da Cadeia Produtiva. Documento Executivo**. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural, 1997. 27 p.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; RUCKER, N.G. de A. **Diagnóstico e alternativas para a erva-mate *Ilex paraguariensis***. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural, 1993. 141 p.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; RUCKER, N.G.A. **Prospecção Tecnológica da Cadeia Produtiva da Erva - Mate**. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento: Curitiba, 1996. 125p.

MUELLO, A.C. **Yerba mate su cultivo y explotacion**. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1946. p.102-138.

OLIVEIRA, Y.M.M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais - Silvicultura

da Erva-Mate. 10, 1985, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1985. p.17-36.

PARANÁ - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Erva-mate: prospecção tecnológica da cadeia produtiva**. Curitiba: SEAB, 1997. 121 p.

PAREDES, A.M.; VALDEZ, E.C.; NUÑES, J.; KÄNZIG, R. “Variación de los hidratos de carbono durante el secado de la yerba mate”. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000b. p. 182-185.

PAULA, R.D.G. **Novos estudos sobre o mate**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, Ministério da Indústria e do Comércio, 1968. p.12,

PERALTA, J.M.; SCHMALKO, M.E. Modelado de la transferencia de calor y materia en el zapeador. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

PEREIRA, C.P.; TOLEDO, M.C.F.; NOLL, I.B. **B(a)P in Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) processed by Liquefied Petroleum Gas**. Resumo de trabalho. Disponível na Internet. <http://www.confex.com/ift/99annual/abstracts/4420.htm>. 04 ago.2000.

POKOLENKO, J.J.; SCHMALKO, M.E. Contenido de cafeína y extracto acuoso y su velocidad de extracción en la yerba mate en diferentes épocas de cosecha. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

PRAT KRICUN, S.D.; BELINGHERI, L.D. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

RUCKER, N. G. de A. **Análise do agronegócio da erva-mate** Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural, 1996. 38p.

SANTOS, K.A.; FREITAS, R.J.S.; RUCKER, N.G.A.; SANTOS, M.A., RAPACCI, M. Determinação de cafeína por CLAE em erva-mate para chimarrão. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

SCHIFFL, C. F. Processos e tecnologias disponíveis para o beneficiamento de erva-mate. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p.105-107.

SCHIFFL, C.F. Industrialização da erva-mate no Brasil. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 1., 1997, Curitiba; Reunião Técnica do Cone Sul Sobre a Cultura da Erva-Mate.

SERVIÇO DE INSPEÇÃO E FOMENTO AGRÍCOLAS A **Exploração do Mate**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1929. p.74-105.

SOUZA P.F. **Tecnologia de produtos florestais**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1947. p.206 - 254

VALDUGA, A.T.; FINZER, J.R.D.; MOSELE, S.H. **Processamento de Erva-Mate**. Erechim, RS: EdiFAPES, 2003. p.33-174.

VALDUGA, E. **Caracterização química e anatômica da folha de *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire e de algumas espécies utilizadas na adulteração do produto**. Curitiba, 1995. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. 97 p.

ANEXO 01 - Formulário para coleta de dados



LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES DO SETOR ERVATEIRO INDUSTRIAL

Núcleo Regional: _____ Município: _____
Entrevistado: _____ Aplicador: _____ Data: _____

1. IDENTIFICAÇÃO PARA CADASTRO DA EMPRESA

Razão Social: _____

Nome Fantasia: _____

Nome do Proprietário: _____ Aniversário: _____

Nome da Esposa: _____ Aniversário: _____

Ano de Fundação (data): _____ CNPJ: _____

Endereço Postal: Rua _____ N.: _____

CEP: _____ Caixa Postal: _____

Fone: _____ Fax: _____

1.1. Número de Funcionários da Empresa (Mão-de-Obra)

Local de atuação	Fixa	Volante	
		Só na Safra	Fora da Safra
Campo (corte, colheita)			
Transporte			
Processo Industrial			
Escritório			
Outros (comprador, vendedor, repositor, mercadista)			

2. TIPO DE EMPRESA (assinale)

A empresa é: () Cancheadora () Cancheadora e Beneficiadora () Beneficiadora

3. FUNCIONAMENTO DA EMPRESA (assinale):

3.1 Considerando a produção industrial dos últimos três anos, qual o percentual processado:
_____ % processado na Safra _____ % processado na Safrinha

3.2 Meses em que compra erva-mate verde:

jan	fev	Mar	abr	mai	jun	Jul	ago	set	out	nov	dez

3.3 Para as beneficiadoras - meses em que compra erva-mate cancheada:

jan	fev	Mar	abr	mai	jun	Jul	ago	set	out	nov	dez

3.4 Considerando os últimos três anos, indique a quantidade de Erva-Mate Processada pela Empresa, em toneladas anuais:

Ano	Erva-Mate Verde	Erva-Mate Cancheada
2002		
2001		
2000		

4. ERVA-MATE VERDE

4.1. Qual a origem da matéria-prima (erva-mate verde):

_____ % Erval Próprio _____ % Ervais de Parceiros _____ % Ervais de Terceiros

4.2. A matéria-prima provém de qual tipo de erval?

_____ % Erval nativo ou sombreado _____ % Erval cultivado ou a pleno sol

4.3. Cite os fatores que considera importantes na escolha dos fornecedores de erva-mate verde, **em ordem de prioridade:**

- () Se é nativo ou sombreado () Região de origem () Preço da erva
() Se é de erval cultivado () Tamanho do erval () Prazo para pagamento
() Qualidade da erva-mate () Distância da empresa () Fidelidade do fornecedor
() Outro motivo: _____

5. ERVA-MATE CANCHEADA

5.1. Qual a origem da erva-mate cancheada que é usada em sua Empresa?

a) Erva-Mate Cancheada Nacional:

_____ % Cancheadora Própria _____ % Terceiros _____ % Parceiros Fornecedores

b) Erva-Mate Cancheada Importada:

_____ % da Argentina _____ % do Paraguai

5.2. Cite os fatores que considera importantes na escolha dos fornecedores de erva-mate cancheada, **em ordem de prioridade:**

- () Se é nativo ou sombreado () Região de origem () Preço da erva
() Se é de erval cultivado () Volume disponível () Prazo para pagamento
() Qualidade da erva-mate () Distância da empresa () Fidelidade do fornecedor
() Outro motivo: _____

5.3. O que considera como importante na avaliação da qualidade da erva-mate cancheada?

() Cor () Sabor () Aroma () Granulometria
() Outro atributo: _____

5.4. Efetua a armazenagem de erva-cancheada: () Sim () Não

5.5. Se armazena erva cancheada, qual é o tempo médio de estocagem : _____ meses

5.6. Qual a Forma de Armazenamento da Erva-Mate Cancheada?

() Solta, a granel () em sacaria ou bag () outra: _____

5.7. Qual o local de armazenamento da erva-mate cancheada?

() Galpão todo construído em madeira	() Construção única () Galpão subdividido
() Galpão construído em alvenaria, () com piso de madeira () com parede de madeira	() Construção única () Galpão subdividido

6. ESTRUTURA INDUSTRIAL

6.1. A empresa possui uma área construída de: _____ m²

6.2 Número de sapecadeiras: () Uma () Duas () três () quatro

6.3. Número de secadores: () um () Dois () três () quatro

Capacidade de processamento dos secadores : _____ ton erva-mate verde / Dia

6.4. Tipos de secadores empregados na empresa

() Rotativo () Horizontal () Secador de Esteiras () Carijo ou () Construção
(Grimm) (Secamate) (Barbaquá) Arapuca própria

6.5. Usa Trocador de Calor no Secador: () Sim () Não

6.6. Como Controla o Tempo de Secagem da Erva-Mate ?

() Visualmente – pela cor do produto

() Com as Mãos – tocando o produto

() Aroma do Produto

() Tempo já definido com base na Experiência

() Mede a Umidade do Produto com Aparelho

() Outra forma: _____

6.7. Número de cancheadoras: () um () dois () três () quatro

6.8. Fonte de energia usada na empresa para sapeco e secagem:

() Lenha () Serragem () Energia Elétrica () Gás GLP () Outra Fonte: _____

7. PRODUTOS DA EMPRESA ERVATEIRA

7.1. Se vende erva-mate cancheada, liste as principais empresas compradoras:

EMPRESA	CIDADE	UF
1.		
2.		
3.		

7.2. Produtos industrializados da empresa

() Chimarrão () Tererê () Composto () Chá Mate tostado () Outro _____

7.3. Tipos de embalagens que sua empresa utiliza na venda dos produtos:

Produto	Saco plástico	Saco de papel	Aluminizada	Caixa de papelão	Outra
Erva cancheada	()	()	()	()	()
Erva-mate chimarrão	()	()	()	()	()
Erva-mate tererê	()	()	()	()	()
Chá mate torrado	()	()	()	()	()

7.4. O sistema de envase do produto comercial adotado na sua empresa é:

() Manual () Semi-Mecanizado () Mecanizado () Automático

8. Terceirização de serviços

Serviços terceirizados	Terceiriza serviços?		Município sede do contratado
	Sim	Não	
Colheita da matéria-prima	()	()	
Transporte da matéria-prima	()	()	
Processamento (sapeco/ secagem)	()	()	
Embalagem	()	()	
Transporte do produto	()	()	
Armazenamento do produto	()	()	

9. RECALL ou DEVOLUÇÃO DE PRODUTO

9.1. Qual a maior distância percorrida da empresa até o mercado consumidor?

Média de _____ km

9.2. O veículo usado para o transporte até o mercado é exclusivo para a erva-mate?

() Sim () Não

9.3. A empresa faz acompanhamento das condições de armazenamento/exposição do produto:

1 - No ponto de venda no atacado – representante? () Sim () não

2 - No ponto de venda de varejo – na gôndola do supermercado? () Sim () não

8.4. Indique o volume, em quilos, de produto recolhido nas periodicidades indicadas:

Periodicidade	Quantidade Recolhida (kg)
Semanal	
Quinzenal	
Mensal	
Bimestral	

9. ESTRATÉGIA DE MERCADO

9.1. De acordo com sua opinião, o tempo de prateleira recomendado para o consumo do produto erva-mate chimarrão deve ser de quanto tempo (dias)?

Tipo de embalagem para chimarrão	Tempo de Validade (dias)
Cartucho de papel	
Pacote aluminizado	
Caixa de papelão	
Saco plástico	
Outro: _____	

9.2. Indique 4 pontos fundamentais e importantes para apoiar a indústria ervateira do Paraná?

1.
2.
3.
4.

9.3. Dentre os fatores abaixo, indique qual deles é o mais importante para sua empresa?

- () Renovação de máquinas e equipamentos da indústria.
- () Legislação ambiental
- () Abertura de novos mercados.
- () Organização do setor.

3. AVALIAÇÃO DO CANCHEAMENTO DA ERVA-MATE

3.1. INTRODUÇÃO

A indústria ervateira teria surgido com os índios da América do Sul. Esta afirmação se baseia no consumo da erva-mate pelos indígenas que, em suas andanças, carregavam suas cuias e bombas rudimentares feitas de taquara. O mate os alimentava em suas viagens e migrações, em alguns casos representando o único alimento disponível. Com a colonização e a crescente adesão dos colonizadores ao hábito indígena de matear, houve um aumento na demanda pelo produto, levando ao crescimento da indústria ervateira.

Após séculos do início desta história, ainda hoje se observa o consumo de erva-mate na forma de chimarrão, com a cuia e bomba, esta agora de metal. Do mesmo modo, a erva para o chimarrão ainda passa pelo sapeco e a secagem, elaborada em processos adaptados daqueles executados pelos índios. Apesar do tempo, é possível afirmar que pouco se evoluiu, pois se novos equipamentos foram desenvolvidos e grandes unidades foram montadas, a carência de informações persiste para boa parte dos processos e produtos derivados do mate.

A necessidade de informações é premente. Como citado, o chimarrão ainda é a principal forma de consumo da erva-mate, um alimento tradicional em algumas regiões do Brasil. Mas, o tradicionalismo não redime a erva-mate das exigências legais e do mercado consumidor. A erva-mate para chimarrão deve se adequar aos padrões de preço e qualidade impostos pela legislação e pelos consumidores.

A elaboração de produtos de melhor qualidade e de menor custo exige informações e domínio da tecnologia. No caso da erva-mate, pouco foi publicado sobre a tecnologia em uso no cancheamento do produto, nas operações de sapeco e secagem. A falta de informações impede o desenvolvimento do setor, reduzindo sua competitividade.

A realização do censo do setor ervateiro paranaense mostrou que o setor está em transformação, que já diferencia atributos de qualidade do produto e que se preocupa em atender às demandas do mercado. Por outro lado, os dados levantados mostram potenciais entraves, como o empirismo na operação dos equipamentos e uso exclusivo da lenha como principal fonte de energia, em processos de queima com baixa eficiência.

Há, portanto, enorme necessidade de estudos sobre a etapa de cancheamento, pois suas operações geram as principais transformações da matéria-prima, vitais à conservação do produto. Além disto, as operações presentes no cancheamento e os equipamentos empregados são responsáveis por elevada demanda de energia, fator relacionado aos custos de produção. As publicações disponíveis sobre o tema são limitadas, pois parte se mostra antiga, descrevendo tecnologia antiga. Os trabalhos mais recentes, via de regra, se referem a estudos realizados em laboratório ou de simulação numérica, possivelmente reproduzindo de forma restrita as condições observadas nas unidades industriais.

Assim, o presente estudo faz uma avaliação dos equipamentos e dos processos de sapeco e secagem nas ervateiras, durante o processamento industrial do produto. A análise buscou subsídios para uma avaliação do desempenho econômico e energético, com base em dados coletados em unidades selecionadas, que representam a tecnologia em uso no Paraná para o cancheamento da erva-mate.

Os dados obtidos no campo são analisados junto com informações obtidas na etapa anterior deste trabalho, com a aplicação do questionário. Esta análise conjunta fornece subsídios para uma avaliação do setor industrial ervateiro, especificamente do cancheamento da erva-mate, bem como para a sistematização da tecnologia avaliada.

3.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

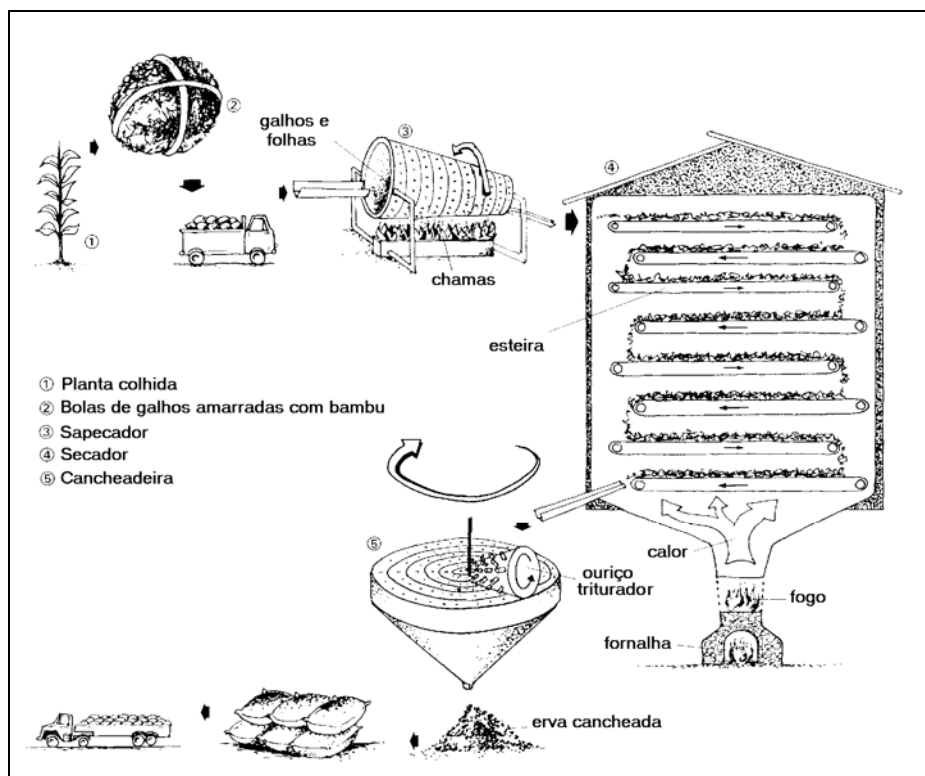
3.2.1. O CICLO DO CANCHEAMENTO

O processamento da erva-mate pode ser dividido em duas etapas: o cancheamento e o beneficiamento (INM, 1955), cujas principais operações foram apresentadas no capítulo anterior, na Figura 2.3. Como as operações de sapeco e de secagem conferem estabilidade ao produto elaborado (erva-mate cancheada), o cancheamento seria a etapa mais importante se considerada sua influência na conservação da erva-mate.

O cancheamento, que era executado pelos índios nas matas, passou a ser realizado pelos produtores rurais. Atualmente é conduzido em unidades industriais, denominadas cancheadoras. Apesar de ainda ser possível encontrar processos artesanais, a maior parte da erva-mate produzida em escala comercial é originária de unidades dotadas de equipamentos mecânicos (GAZETA GRUPO DE COMUNICAÇÕES, 1999).

Os equipamentos e processos são relativamente simples e ao longo do tempo sofreram poucas variações quanto aos princípios e às operações realizadas. Para SCHIFFL (2000), embora o beneficiamento da erva-mate demande baixa tecnologia, este quadro deve se alterar, a partir de investimentos na cadeia produtiva, no crescimento do mercado e com o surgimento de novas alternativas de consumo e uso da erva-mate. De modo geral, surgiram novos modelos de equipamentos e em algumas unidades aumentou o grau de mecanização dos processos, embora com alterações pouco significativas. O desenvolvimento do processo de secagem rápida pode ser considerado a maior inovação das últimas décadas.

A colheita da erva-mate é feita com o corte dos ramos, os quais são desganhados para remover partes inadequadas ao consumo (ramos mais grossos e partes atacadas por insetos). Os ramos menores são preparados para o transporte na forma de “bolas”, amarradas com taquara ou, como seria mais recomendado, com o uso do poncho. O poncho é uma capa, um pedaço quadrangular de lona, empregado no transporte do produto, impedindo o contato da erva-mate com o solo. As “bolas” são transportadas para a ervateira onde os ramos são sapecados e secos. O produto seco é fragmentado (cancheado) e embalado. A erva cancheada pode ser armazenada (estacionada) ou beneficiada. A Figura 3.1 traz uma representação básica do processo de cancheamento, mostrando as operações realizadas.



Fonte: URBAN (1990).

Figura 3.1 - Cancheamento da Erva-Mate com secador de Esteiras ou tipo Barbaquá.

3.2.1.1. Sapeco da erva-mate

O sapeco é a operação executada para inativar as enzimas presentes nas folhas de erva-mate, responsáveis pela rápida degradação do produto após a colheita (PAULA, 1968). Assim, o sapeco seria a operação onde a erva-mate é exposta às chamas, momento em que se dá o branqueamento do produto. A exposição direta à chama não apenas atua sobre as enzimas, mas faz uma secagem preliminar do produto, favorecendo sua conservação e seu transporte. Durante o sapeco as folhas perdem 55 a 75% do conteúdo de umidade em cerca de 90 segundos, atingindo um teor de 30 a 40% de umidade. Neste intervalo de tempo, as folhas crepitam, com a saída da água dos tecidos (KÄNZIG, 1996). BERKAI e BRAGA (2000) reportam que o sapeco já era executado pelos índios guaranis, no próprio local da colheita.

Sapecadores

O processo de sapeco manual é executado apenas no processamento artesanal, nas propriedades rurais, para a produção de erva-mate para consumo próprio. A mecanização no

ciclo do cancheamento trouxe a adoção dos sapecadores mecânicos, que foram melhorados ao longo do tempo e hoje quase todos os sapecadores possuem um mesmo padrão (Figura 3.2).

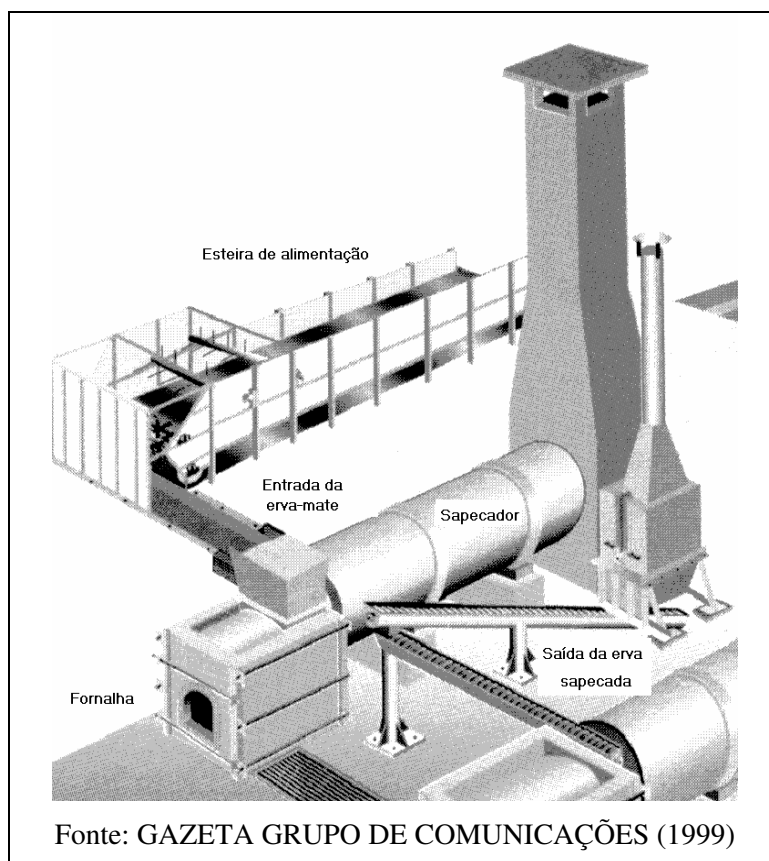


Figura 3.2 - Estrutura para o sapeco de erva-mate.

Nos processos modernos a erva-mate é transportada por uma esteira até a entrada do sapecador, constituído basicamente por um cilindro giratório e inclinado, com um diâmetro de 1,8 a 2,4m e comprimento de 6 a 9m (ANDRADE, 1999). Logo na entrada do sapecador, a erva-mate passa pela chama da fornalha e depois move-se ao longo do cilindro; percorre o cilindro sendo aquecida pela chama e pelos gases da combustão e saindo na extremidade oposta do cilindro já sapecada.

O processo de sapeco

Os sapecadores são equipamentos relativamente simples e de fácil operação, mas não possuem mecanismos de controle de processo, podendo dificultar a padronização do produto. O controle do processo é feito alterando a intensidade da chama da fornalha e a alimentação da

erva-mate no sapecador. Na prática, o operador do equipamento faz tal controle monitorando a saída do produto, avaliando o aspecto da erva-mate sapecada (VALDUGA et al., 2003).

Este controle empírico pode ser justificado pelas dificuldades de determinação das principais variáveis operacionais: o tempo de residência, a temperatura e o tamanho da chama. PERALTA e SCHMALKO (2003) consideram difícil medir, mesmo de forma experimental, parâmetros como temperatura e conteúdo de umidade do material ao longo do processo, dentro do sapecador. Ainda assim, KÄNZIG (1996) considera que o crepitar das folhas no sapeco indicaria que o material atingiu a temperatura de 120°C enquanto que o ar teria temperatura entre 400 a 480°C.

Uma das alternativas para solucionar os impasses gerados pelas dificuldades experimentais é a modelagem numérica. Em seu trabalho, PERALTA e SCHMALKO (2003) fazem um estudo de modelagem dos processos de transferência de massa e energia térmica no sapecador. Os cálculos indicam que as folhas atingem temperaturas de até 135°C, diminuindo depois para 88°C na zona de saída. A temperatura dos gases dentro do sapecador deve oscilar entre 460°C e 120°C.

3.2.1.2. Secagem da erva-mate

A erva-mate cancheada e o produto erva-mate para chimarrão podem ser armazenados por até 24 meses sem riscos para o consumidor, se mantidos em condições adequadas. Esta estabilidade está baseada na baixa umidade do produto, obtida através da secagem do mesmo, o que confere extrema importância a esta operação (MACCARI JUNIOR, 2000).

Considerando-se os primórdios da indústria ervateira, pode-se ponderar que o processo de secagem evoluiu bastante, da secagem no carijo, um simples jirau montado no mato, até os secadores modernos com trocador de calor. Entretanto, o processo de secagem de erva-mate ainda tem muito a evoluir, se comparado a outros setores da indústria de alimentos. Digno de nota é lembrar que este processo de evolução levou cerca de 500 anos para atingir o estágio atual e ainda persistem dúvidas sobre a tecnologia de secagem, não existindo uma tecnologia eficiente para os secadores como observada para o caso dos sapecadores.

Diversidade no processo de secagem

As diferenças entre as unidades processadoras de erva-mate são enormes no que se refere à secagem. São variações relacionadas aos equipamentos utilizados, fluxograma das

operações, à forma e condições de operação do secador, o que, para NUÑEZ e KÄNZIG (1995), torna improvável existirem dois estabelecimentos com equipamentos semelhantes. SCHIFFL (1997) aponta como fatores de variação entre as indústrias, os processos industriais utilizados, as regiões de atuação e o tipo de lenha.

As características da própria erva-mate representam outro fator que pode interferir na secagem. A proporção folha/palito e o teor de umidade inicial de ambos são parâmetros importantes na secagem da erva-mate, devido ao comportamento diferente de cada porção da planta durante este processo. A folha perde água mais facilmente devido às suas características morfológicas e estruturais, enquanto a secagem do palito é mais lenta (SCHMALKO et al., 1997). Tais características sofrem influência de fatores como idade da planta, intervalo entre colheitas e condições de crescimento (BOEGER et al., 2003).

Uma avaliação do processamento da erva-mate foi realizada por NUÑEZ e KÄNZIG (1995), estudando seis unidades cancheadoras na Argentina. Os pesquisadores analisaram equipamentos usados e variáveis operacionais, detectando diferenças quanto a:

- Presença de pré-secador (instalado em parte das unidades avaliadas);
- Tipo de secador (rotativo ou de esteiras);
- Método de secagem (rápida ou lenta);
- Temperatura da pré-secagem (de 52°C até 330°C, conforme a unidade);
- Temperatura da secagem (de 45°C até 210°C).
- Capacidade de operação (1.500 a 3.000 kg de erva/hora).

A secagem da erva-mate apresenta diferenças significativas em função do equipamento usado e sua forma de operação, com variações na duração do processo e temperatura de secagem (VALDUGA et al., 2003; SCHIFFL, 1997). Teoricamente, estas variações devem alterar atributos de qualidade do produto, embora não existam dados conclusivos sobre isto. Ainda assim, o setor ervateiro associa a secagem em determinados modelos de secador a padrões de qualidade para o produto e mesmo nichos de mercado.

A falta de informações conclusivas no setor ervateiro permitiu o surgimento de conceitos e técnicas regionais, até mesmo locais, inclusive para a secagem. Existe enorme diversidade quanto à construção e operação dos secadores, embora KÄNZIG (1996) os agrupe em três grandes grupos: secadores de grade, de esteiras, e rotativos.

Critérios para classificação dos secadores

Para a classificação dos secadores de erva-mate se pode fazer uso de diversos critérios, existindo trabalhos clássicos sobre o processo de secagem e os secadores que podem ser utilizados. Trabalhos como o de MUJUMDAR e MENON (1995) citam três principais fatores para classificação de secadores:

- 1 – Forma de fornecimento de energia térmica;
- 2 – Temperatura e pressão de operação;
- 3 – Forma de alimentação do secador.

Para os autores, estes critérios seriam os principais, embora afirmem que outros possam ser usados, como registrados nos trabalhos de MUJUMDAR (1997) e de STRUMILLO e KUDRA (1986), conforme a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Critérios para a classificação de secadores.

Critério	Exemplo
Pressão	Atmosférica ou vácuo
Operação	Contínua ou em batelada
Mecanismos de transferência de massa e energia térmica	Convecção; contato; infravermelho; dielétrico e sublimação
Agente de secagem	Ar quente; vapor superaquecido; líquidos aquecidos e gases de rejeito de outros processos.
Direção do fluxo do agente de secagem e sólidos	Co-corrente; contracorrente e fluxo cruzado
Escoamento do agente de secagem	Livre ou forçado
Separação da umidade	Com agente externo de secagem; com gás inerte; com absorção química da umidade.
Forma do material úmido	Líquidos; granulares; pós; pastas; folhas;
Condição hidrodinâmica	Regime estacionário; transiente
Escala de operação	De 10 kg/h até 100 t/h
Geometria do secador	Bandejas; esteira; rotativo; leito fluidizado e outros

Fonte: STRUMILLO e KUDRA (1986).

A classificação dos secadores de erva-mate com tais critérios permitiria a padronização dos nomes e facilitaria a análise segundo critérios técnicos da área de secagem. Uma forma simples de agrupar os sistemas em uso pode ser a adoção do tempo de secagem como critério, havendo assim processos de secagem rápida ou de tempos curtos, de secagem média ou de tempos médios e os secadores de secagem lenta ou de tempos longos (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Tipos de secadores de erva-mate de acordo com o tempo de secagem.

Denominação	Tipo	Tempo de secagem
Secagem em tempos longos	Barbaquá – Grade	6 a 12 horas
Secagem em tempos médios	Esteira	3 a 6 horas
Secagem em tempos curtos	Rotativo, Transporte pneumático, Mistos	15 min. a 1 hora

Fonte: DE BERNARDI e PRAT KRICUM (2001) E KÄNZIG (1996).

Se a secagem da erva-mate apresenta diferenças significativas em função do equipamento usado, com variações na duração do processo e temperatura de secagem, conseqüentemente, é de se esperar variações nas características do produto. Entretanto, não há dados conclusivos sobre isto, assim como não há diferenciação na comercialização do produto obtido em cada equipamento.

No caso da erva-mate, a avaliação do processo e a determinação do ponto final da secagem são feitas em grande parte de forma empírica, quando as folhas se tornam encrespadas e quebradiças. São poucas as unidades que executam medições sistemáticas da umidade para o controle do processo.

3.2.2. AVALIAÇÃO DE SECADORES

A temperatura e o tempo de secagem não são os únicos fatores de variação no caso da erva-mate. A existência de diferentes tipos e modelos de secadores implica em variações no processo e no produto. As diferenças entre secadores se devem a características construtivas, parâmetros de operação e capacidade de cada equipamento. Isto é fato comum na secagem industrial de materiais vegetais. Há uma lista de modelos e tipos de secadores, com uma ampla gama de características de operação. Entretanto, diferente do que é visto para os outros setores, o setor ervateiro não dispõe de informações sistematizadas sobre os equipamentos de secagem e recomendações para o produto.

3.2.2.1. Parâmetros energéticos

Para KNEULE (1966), o estudo de um secador é baseado em dois elementos: o balanço de massa e o de energia. O uso do balanço global nos cálculos seria uma alternativa

rápida e simples. SCHMALKO et al. (2003) empregaram balanços de massa e energia para calcular a eficiência térmica de um secador de erva-mate, observando que:

- há uma grande remoção de umidade nas folhas durante a operação de sapeco, superior à que ocorre na secagem propriamente dita;
- na secagem há maior remoção da água presente nos palitos;
- considerando a energia necessária para evaporar a água durante o cancheamento da erva-mate, 45,1% da energia gerada é utilizada na evaporação; 14,3% correspondem às perdas para o ambiente, através das paredes dos equipamentos e os restantes 40,6% constituem fração de energia térmica não utilizada e perdida nas correntes gasosas e sólidas, bem como no aquecimento do produto.
- os dados da bibliografia para secadores similares aos analisados no estudo mostram valores maiores para a eficiência térmica do que os resultados obtidos.

O estudo dos secadores pode se basear em diversos parâmetros de avaliação da eficiência energética, como o consumo de energia e de combustível por quilo de produto e a taxa de secagem (VON LOESECK, 1943). Além destes, STRUMILLO et al. (1995) citam a relação entre energia requerida e energia fornecida (valores de eficiência), bem como a energia necessária para evaporar um quilo de água no produto. A Tabela 3.3 fornece valores obtidos em alguns tipos de secadores referentes à capacidade de evaporação e ao consumo energético.

Tabela 3.3 - Capacidade de evaporação e consumo energético médio de diferentes tipos de secadores.

Tipo de secador	Capacidade de evaporação (kg H ₂ O/h m ³)	Consumo energético (kJ/kg de H ₂ O evaporada)
Secador de esteiras	-	4000 – 6000
Secador rotativo	30 – 80	4600 – 9200
Secador leito fluidizado	-	4000 – 6000
Secador spray	1 – 30	4500 – 11500
Secador tambor	6 – 20*	3200 – 6500

*kg H₂O/h m²: a capacidade de evaporação depende do tamanho do secador (superfície de contato em m²).

Fonte: MUJUMDAR e MENON (1995)

Conforme PAKOWSKI e MUJUMDAR (1995) o desempenho dos secadores pode ser avaliado pelos seguintes índices:

$$\begin{aligned} \text{Eficiência energética (EE)} &= \frac{\text{Energia mínima para evaporação da umidade}}{\text{Energia total fornecida}} \quad (\%) \\ \text{Eficiência térmica (ET)} &= \frac{\text{Massa de água evaporada}}{\text{Energia térmica total fornecida}} \quad (\text{kg/kJ}) \\ \text{Consumo específico de energia térmica (CEET)} &= \frac{\text{Energia térmica total fornecida}}{\text{Massa de água evaporada}} \quad (\text{kJ/kg}) \\ \text{Consumo energético específico (CEE)} &= \frac{\text{Total de energia fornecida}}{\text{Massa de produto seco}} \quad (\text{kJ/kg}) \end{aligned}$$

Estes indicadores, denominados de figuras de mérito, foram usados por BITTENCOURT (2001) em seu estudo sobre secagem de banana. De maneira geral, tem-se como parâmetro principal o consumo energético no processo de secagem, que nada mais é do que a energia consumida para evaporar 1 kg de água. Nos processos em batelada este valor vai de 2700 a 6500 kJ/kg, mas, se a secagem ocorre em condições adequadas, o valor ficaria entre 2200 a 2700 kJ/kg (STRUMILLO et al., 1995), valores inferiores à quantidade mínima necessária para evaporar um quilograma de água em condições normais.

O número de trabalhos publicados sobre eficiência energética na secagem da erva-mate é muito restrito, ainda mais se considerada a diversidade observada na tecnologia de secagem. ZANOELO et al. (2003) fizeram uma análise comparando o processo tradicional de secagem com técnicas não usuais no setor ervateiro, como a secagem em leito fluidizado. Os dados da secagem em leito fluidizado foram obtidos através de simulação numérica. Para o processo tradicional, os dados foram coletados a campo, em unidades com secadores rotativos. Os autores determinaram ainda o consumo médio de energia e a eficiência em indústrias ervateiras da região do Alto-Uruguai Gaúcho. São consumidos 2,3 m³/h de lenha para a produção de aproximadamente 490 kg de erva seca (4 a 5 % umidade b.s.), com um consumo de energia estimado em 8,6 kWh por quilograma de erva-mate produzida (30.960 kJ/kg de produto seco).

Para obter tais resultados, os autores consideraram o poder calorífico da lenha como sendo 13,82x10³ kJ/kg; a densidade de 500 kg/m³ para lenha de reflorestamento; e o teor de

umidade de 60% na entrada do secador. Com isto, chegaram ao valor aproximado de 11% de eficiência energética para secadores rotativos de erva-mate no Alto-Uruguai Gaúcho.

Os aspectos energéticos podem ser associados a fatores econômicos, considerando os custos de secagem e o valor do produto gerado. Isto fornece novos parâmetros para avaliação de secadores.

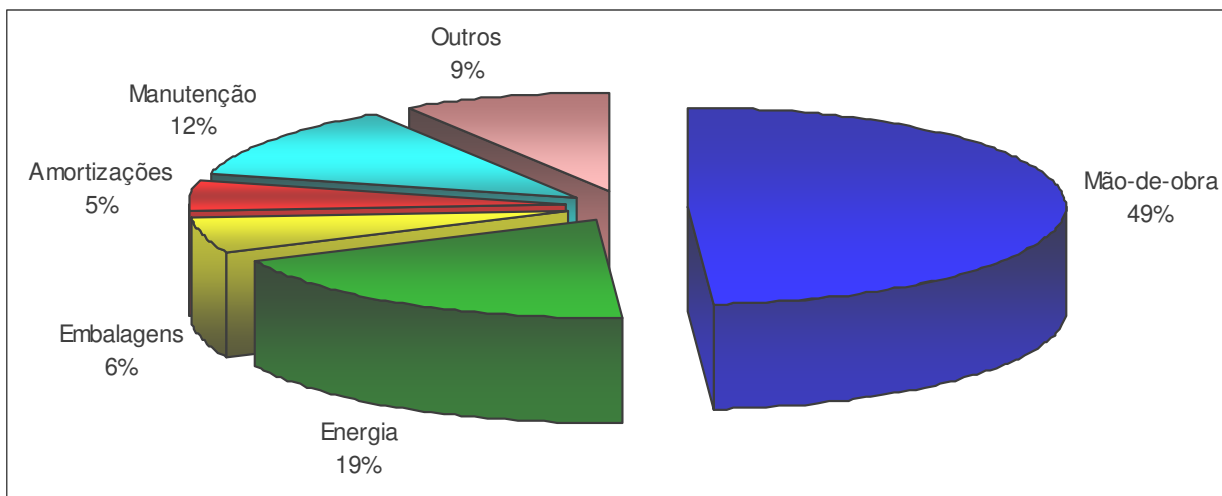
3.2.2.2. Análise de custos

Existem inúmeras propostas para avaliações econômicas e financeiras de projetos ou sistemas de produção (NEVES, 1981; MARIM, 1978; MAYER, 1977), que consideram o custo total de produção como um dos principais pontos para análise. O custo total de produção representa a soma de todas as despesas explícitas e implícitas ou, de forma simplificada, a soma dos custos fixos e dos custos variáveis.

Para SOKHANSANJ (1997), há dois tipos de custos a serem considerados na secagem de produtos agrícolas: (1) custos fixos e variáveis; e (2) custos dos riscos associados às perdas potenciais. Os custos fixos e variáveis estariam associados aos equipamentos e operações, como custos do capital, custos de mão-de-obra, custos energéticos e custos da sobre-secagem. Os custos de risco seriam determinados pelo cálculo dos custos contabilizáveis, pelas perdas de qualidade e perdas referentes ao atraso na colheita. O autor aponta estes dois tipos de custo como importantes para comparar sistemas de secagem, agrupando-os dentro do custo total. Uma análise simples dos custos de secagem requer a definição dos principais fatores ou componentes do custo. Considerando a secagem de produtos vegetais, VON LOESECKE (1943) lista como principais fatores: custos de mão-de-obra; custos da matéria-prima; perdas no processamento; custos energéticos; e custos de embalagem.

Segundo BRUIN e LUYBEN (1980), o custo de energia seria o principal constituinte do custo total de secagem, pois a desidratação de alimentos é um processo energético-intensivo. Assim, a análise do desempenho energético e do custo da energia para a secagem permitiria uma boa análise do desempenho dos secadores.

Porém, no caso da erva-mate, não se pode restringir a análise do custo ao fator energia. DE BERNARDI e PRAT KRICUM (2001) fizeram uma análise do custo de secagem da erva-mate na Argentina, apontando os principais itens deste custo (Figura 3.3).



Fonte: DE BERNARDI e PRAT KRICUM (2001).

Figura 3.3 - Composição dos custos de secagem da erva-mate.

A mão-de-obra seria o principal componente, representando quase metade do custo da operação. Em segundo lugar, estaria o consumo de energia no processo, com 19% do custo de processamento. Os valores apresentados mostram a composição média dos custos, mas podem variar de acordo com o tipo de secador e sua capacidade. Estes mesmos autores apresentam também os custos de secagem para dois secadores de esteiras com diferentes capacidades (Tabela 3.4).

Os dados mostram que os gastos com mão-de-obra (tanto fixa, quanto temporária) constituem a maior parcela do custo, cerca de metade do valor total, nos dois sistemas. Considerando os diferentes secadores, houve diferenças nos gastos com mão-de-obra fixa e energia. O secador com maior capacidade de produção teve menor custo no item mão-de-obra, mas com maior consumo de energia, diferença de cerca de 5% no custo de produção.

Tabela 3.4 - Custo da secagem de erva em sistemas com diferentes capacidades produtivas.

Componentes	Sistema 1		Sistema 2	
	\$*	%	\$*	%
<i>Variáveis</i>				
Mão-de-obra	0,027	32,53	0,027	32,14
Energia	0,014	16,87	0,018	21,43
Embalagens (sacaria)	0,005	6,02	0,005	5,95
Outros	0,003	3,61	0,002	2,38
Total dos custos variáveis	0,049	59,04	0,052	61,90
<i>Fixos</i>				
Mão-de-obra	0,015	18,07	0,012	14,29
Amortizações	0,005	6,02	0,004	4,76
Manutenção	0,007	8,43	0,013	15,48
Outros	0,007	8,43	0,003	3,57
Total dos custos fixos	0,034	40,96	0,032	38,10
Custo de Secagem	0,083	100,00	0,084	100,00

* - valores em pesos argentinos/kg de erva-mate cancheada;

Sistema 1-Secador de esteiras com capacidade anual de 2.500 toneladas, com um rendimento médio de 36,5% (kg de erva-mate cancheada para 100kg de matéria-prima)

Sistema 2- Secador de esteiras com capacidade anual de 4.500 toneladas, com um rendimento médio de 35,8%.(kg de erva-mate cancheada para 100kg de matéria-prima)

3.3. MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo do trabalho nesta etapa foi avaliar os equipamentos empregados no cancheamento da erva-mate. Como há inúmeros fatores que podem afetar o desempenho dos equipamentos e a qualidade do produto, foi necessário selecionar unidades industriais com dois ou mais secadores funcionando simultaneamente, para assim reduzir as fontes de variação.

A coleta de dados nas ervateiras com a aplicação do questionário forneceu informações que permitiram a seleção das unidades ervateiras para a caracterização e avaliação dos processos de sapeco e secagem. Os dados e amostras coletados permitiram o cálculo e a análise de figuras de mérito relacionadas ao desempenho dos equipamentos, além da análise da qualidade do produto.

3.3.1. SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E ESTABELECIMENTO

A coleta de dados nesta etapa foi realizada em unidades selecionadas a partir da análise dos resultados das entrevistas (etapa anterior do trabalho). Dada a diversidade tecnológica e a capacidade de produção das ervateiras, alguns critérios foram adotados para selecionar os tipos de equipamentos e os estabelecimentos para estudo:

- a) Equipamentos mais usados para secagem de erva-mate, considerando a frequência observada nas respostas dos questionários;
- b) Representatividade da unidade em termos de um perfil tecnológico, condizente com a realidade observada no Estado.
- c) Existência de dois ou mais tipos de secadores de erva-mate na unidade.
- d) Disposição do proprietário em empregar matéria-prima oriunda de uma mesma propriedade ou região durante as atividades de avaliação dos equipamentos e de usar lenha com características específicas, visando adotar um “padrão” para o estudo, em particular quanto à espécie e o diâmetro dos troncos.

A exigência da localização dos equipamentos em uma mesma unidade, da origem da matéria-prima e do tipo de lenha empregada foi considerada pré-requisito para o trabalho, por se conceber que estes fatores podem alterar os resultados obtidos.

Foram selecionadas três unidades cancheadoras, mas somente duas dispunham de dois sistemas de secagem diferentes (ver Tabela 3.5) e ambas, de maior porte, atuam também como beneficiadoras. A terceira unidade, uma ervateira simplesmente cancheadora, foi selecionada por possuir equipamento tradicional de secagem, modelo usado somente em pequenas unidades, e por se localizar a pequena distância das outras duas.

Tabela 3.5 - Características dos sistemas os sistemas de secagem avaliados.

Sistema	Unidade	Localização	Tipo de secagem (tempo)	Tipo de secador	Capacidade
1	1	União da Vitória	Lenta	Secador de Esteiras	1750kg/h
2	1	União da Vitória	Rápida	Rotativo	2500kg/h
3	2	Ivaí	Rápida	Fixo, com misturador	5000kg/h
4	2	Ivaí	Rápida	Rotativo	3000kg/h
5	3	Rebouças	Lenta	Leito fixo (carijo)	1750kg/h

As três unidades se localizam dentro da área geográfica definida como maior produtora de erva-mate verde e de maior concentração de unidades ervateiras, fato identificado na análise dos dados do questionário.

3.3.2. DADOS COLETADOS

Nesta etapa foram coletadas informações sobre a estrutura disponível da unidade e dados dos equipamentos e suas variáveis operacionais, informações usadas no estudo das figuras de mérito. Foram levantadas informações sobre a estrutura de produção (capacidade e características dos equipamentos, motores elétricos e demanda de mão-de-obra) e as variáveis operacionais (volume processado; consumo de energia; temperatura de operação dos equipamentos; características da erva-mate verde e seu teor de umidade em cada etapa do processo).

3.3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SECADORES

Durante a elaboração dos questionários os secadores de erva-mate foram classificados e agrupados em tipos, de acordo com características comuns, usando terminologia e informações fornecidas pelos técnicos de campo. Para melhor compreensão dos entrevistados,

na elaboração do questionário foram empregados os mesmos termos, visto serem estes de uso comum no setor ervateiro. Porém, após a etapa de coleta dos dados, os secadores foram novamente classificados, sendo adotada terminologia técnica da área de secagem e critérios apresentados por STRUMILLO e KUDRA (1986), listados na Tabela 3.1.

3.3.4. PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

Os dados foram levantados em entrevistas com os funcionários e os proprietários de cada unidade, bem como através de medições no local. Dentre os parâmetros listados, apenas a umidade do material não foi determinada *in loco*. Para esse parâmetro, amostras de erva-mate foram coletadas antes e após as operações de sapeco e secagem, sendo levadas para análise em laboratório.

No caso de secadores instalados na mesma unidade, as medições e coletas de amostras do produto foram realizadas simultaneamente para os dois sistemas. Foram selecionados pontos de amostragem equivalentes para os diferentes sistemas. As coletas de amostras eram realizadas durante dois dias de trabalho, em intervalos de 45 a 60 minutos, sendo determinados valores médios para todos os parâmetros medidos.

3.3.4.1. Capacidade dos equipamentos e volume processado

A capacidade de processamento de cada sistema foi fornecida pelos proprietários.

O parâmetro “quantidade de erva-mate processada/unidade de tempo” foi determinado com a pesagem das “cargas” de erva-mate descarregadas no pátio de recebimento/linha de produção. Para isto, cada caminhão de transporte foi pesado vazio e carregado, sendo determinada a quantidade de erva-mate transportada em cada carga. A balança empregada era industrial (rodoviária). Os valores das pesagens e o tempo de processamento foram fornecidos pelo proprietário da unidade.

3.3.4.2. Temperatura do material

A determinação da temperatura do material foi realizada com termômetro digital, com quatro canais, empregando sensores tipo K. Os termômetros foram inseridos diretamente na massa de produto, sendo feita leitura após estabilização da temperatura, assim determinando a temperatura do leito de secagem. Foram feitas medições em diferentes pontos de amostragem

(esteira de transporte ou alimentação, saída do sapecador, entrada do secador, e saída do secador).

3.3.4.3. Umidade do material

A umidade foi determinada para amostras de erva-mate e para a lenha empregada em cada unidade. As amostras de erva-mate foram coletadas nos mesmos pontos da leitura de temperatura do material, sendo tomados galhos do produto ou porções do produto fragmentado. As amostras fragmentadas eram analisadas sem separação de folhas e palitos, fornecendo valores de umidade empregados no estudo do sapeco e da secagem.

O material inteiro, não fragmentado, foi empregado na caracterização da amostra, para o qual foi realizada no momento da coleta a separação de folhas e palitos, conforme descrito por SCHMALKO e ALZAMORA (2001).

As amostras de folha eram constituídas por limbo e pecíolo, separados manualmente dos palitos (ramos). A separação do material permitiu a caracterização da erva-mate (matéria-prima) processada em cada unidade.

As amostras de lenha foram coletadas em cada unidade, sendo tomados troncos diretamente das pilhas de lenha. As amostras foram coletadas com o auxílio de facão, retirando rachas de diversos troncos.

As amostras de erva-mate e lenha foram embaladas logo após a coleta e pesadas em balança digital portátil. A embalagem empregada consistiu de sacos de papel previamente pesados. Como a pesagem de cada amostra era realizada no momento da coleta não houve problemas no uso de embalagem de material poroso. O uso de embalagens de papel teve como objetivo evitar a condensação de umidade nas amostras de erva-mate coletadas à temperatura elevada. As amostras eram coletadas a cada intervalo de 30 minutos, em duplicata, sendo coletados entre 70 e 100g de erva-mate/amostra.

A determinação da umidade das amostras de material foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas da Universidade Federal do Paraná. O método empregado para determinação de umidade é o baseado na secagem do material em estufa até peso constante, seguindo as normas analíticas do IAL (1985).

O uso de sacos de papel possibilitou a determinação da umidade das amostras dentro das embalagens, evitando perdas de material. O peso seco das embalagens foi deduzido do peso seco das amostras. Para aumentar a precisão do método, foram empregadas amostras

constituídas por grande volume de produto (peso úmido superior a 100g no momento da coleta).

3.3.4.4. Temperatura do ar

As medidas de temperatura do ar foram feitas utilizando-se de termômetro digital portátil com quatro canais, com sondas tipo K. Foram feitas leituras em diversos pontos das instalações.

3.3.4.5. Umidade do ar

Para determinar a umidade do ar foram empregados dois métodos distintos, escolhidos após a determinação da temperatura no ponto de leitura. Em locais com temperatura inferior a 50°C foi empregado termohigrômetro digital. Em locais onde a temperatura excedia o limite do equipamento, foi empregado psicrômetro montado com termopares.

O valor da temperatura de bulbo úmido era obtido a partir de sondas do termômetro que estavam envolvidas por mecha de tecido umedecido. A umidade na mecha era mantida por recipientes com água presos às sondas. Para os cálculos psicrométricos foi determinada também a pressão atmosférica local, através de barômetro analógico. Com as medidas de temperatura de bulbo seco, bulbo úmido e pressão atmosférica foi calculada a umidade relativa através do software JBPSI.

3.3.4.6. Consumo energético

Os dados do consumo de energia elétrica foram determinados pelo levantamento do número e potência dos motores elétricos na linha de processamento. A energia elétrica consumida foi determinada adotando-se os valores de potência indicados (potência nominal fornecida pelo fabricante) (E_{motores}), sendo considerada uma eficiência de 100% para todas as operações movidas por motores elétricos, adotando-se a unidade de kJ.

Os valores de potência empregados para cada motor referem-se à potência indicada (potência nominal fornecida pelo fabricante). A determinação da potência absorvida ou da potência no eixo do equipamento foi impedida por questões logísticas (acesso aos motores). A determinação do consumo de energia elétrica de toda a unidade pela leitura no medidor na entrada da rede também não se mostrou viável, pois as unidades monitoradas possuíam apenas uma entrada de serviço que atendia a ervateira, residências e motores associados a outras atividades.

Como todas as unidades avaliadas empregam lenha como fonte de energia para o sapeco e a secagem, a metodologia adotada foi similar para todas. A lenha era empilhada ao lado de cada equipamento (sapecador e secador), sendo anotadas as dimensões da pilha ao início e ao término do turno de trabalho. O consumo de lenha (C_{lenha}) foi calculado pela diferença entre as dimensões da pilha de lenha ao início e ao final do turno, sendo correlacionada com a quantidade de erva-mate processada no período (M_{produto}) ou com o número de horas trabalhadas no sapeco (t_{sapeco}) e na secagem (t_{secagem}).

3.3.5. AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DOS EQUIPAMENTOS

Na avaliação energética dos equipamentos foram adotados parâmetros básicos citados por PAKOWSKI e MUJUMDAR (1995), também adotados por BITTENCOURT (2001).

3.3.5.1. Energia fornecida e energia mínima necessária

Para o cálculo da energia fornecida pela lenha (E_{lenha}) foi aplicada a equação:

$$E_{\text{lenha}} = C_{\text{lenha}} * PC_{\text{lenha}} \quad (1)$$

Foi utilizado o valor do Poder Calorífico Inferior (PCI) da lenha de eucalipto, determinado com uma das metodologias apresentadas por TEIXEIRA e LORA (2000), em particular a equação proposta por BORMAN e RAGLAND (1998):

$$PCI = PCS - \frac{m_{\text{água}}}{m_{\text{combustível}}} * h_{\text{vap}} \quad (2)$$

Esta equação permite o cálculo do PCI subtraindo do Poder Calorífico Superior (PCS) o calor de vaporização da água nos produtos. Foi adotado como h_{vap} (calor latente de vaporização da água) o valor de 2357,85kJ/kg considerando condições de temperatura 60°C e umidade relativa de 19,9% (LIMA, 1999).

A massa de água ($m_{\text{água}}$) foi determinada pela soma da massa de água gerada na queima da massa do combustível ($m_{\text{combustível}}$), considerando a geração de 0,59 kg de H₂O para cada kg de madeira seca, e a água já presente no produto (teor de umidade na lenha, base seca, parâmetro determinado para cada unidade).

O PCS do eucalipto foi obtido dos valores apresentados por VALE et al. (2000), como sendo de 4.630 kcal/kg ou 19.385 kJ/kg. A massa específica da lenha foi considerada como sendo de 540 kg/m³ (LOPES et al., 2002).

A energia total fornecida (E_{Tf}) foi determinada através da equação:

$$E_{Tf} = E_{lenha} + E_{motores} \quad (3)$$

O valor de E_{Tf} é expresso em kJ/batelada nos processos intermitentes ou em kJ/hora nos processos contínuos.

A energia mínima necessária (E_m) se refere ao valor necessário para a quantidade de erva-mate processada em uma hora, sendo calculada com base nos dados de umidade inicial e final, com a seguinte equação:

$$E_m = (U_{inicial} - U_{final}) * h_{vap} * M_s \quad (4)$$

Neste caso, $U_{inicial}$ é umidade inicial na base seca, U_{final} é umidade final na base seca, h_{vap} é o calor latente de vaporização (2358,81kJ/kg) e M_s a quantidade de matéria seca processada durante uma hora (kg/h).

Cabe lembrar que o cancheamento da erva-mate apresenta duas operações principais, sapeco e secagem, sendo que ambas levam à remoção de água do produto. Deste modo, os parâmetros foram calculados individualmente, para o sapeco e a secagem, embora o objetivo do sapeco não seja a redução do teor de umidade e sim a inativação das enzimas.

3.3.5.2. Parâmetros de desempenho

Eficiência

A eficiência no processo de secagem pode ser representada por diversas relações. De acordo com as peculiaridades deste trabalho optou-se pelos seguintes índices:

$$\text{Eficiência energética (\%)} \quad \eta_e = E_m / E_{Tf} \quad (5)$$

$$\text{Eficiência de secagem (kg/kJ)} - \eta_s = M_{\text{águaevap}} / E_{lenha} \quad (6)$$

A massa de água evaporada ($M_{\text{águaevap}}$) foi determinada considerando a diferença entre a umidade presente ao início e após cada processo (sapeco e secagem). É importante lembrar

novamente que foram realizados cálculos de eficiência considerando a secagem/remoção de água também para o sapeco, operação cujo objetivo é inativar enzimas, pois o consumo de lenha nesta etapa é significativo, com grande remoção de umidade.

Consumo específico

Para a análise do consumo dos sistemas de secagem, nas operações de sapeco e secagem, foram selecionados os índices:

$$\text{Consumo específico de energia térmica (kJ/kg)} \quad C_{\text{eet}} = E_{\text{lenha}} / M_{\text{águaevapo}} \quad (7)$$

$$\text{Consumo específico de energia elétrica (kWh/kg)} \quad C_{\text{e eletr}} = E_{\text{motores}} / M_{\text{águaevapo}} \quad (8)$$

$$\text{Consumo energético específico - energia térmica (kJ/kg)} \quad C_{\text{ee term}} = E_{\text{lenha}} / M_{\text{produto}} \quad (9)$$

$$\text{Consumo energético específico - energia elétrica (kJ/kg)} \quad C_{\text{ee elet}} = E_{\text{motores}} / M_{\text{produto}} \quad (10)$$

$$\text{Consumo específico de lenha (kg/kg)} \quad C_{\text{e lenha}} = C_{\text{lenha}} * t_s / M_{\text{produto}} \quad (11)$$

O tempo de processo (t_s) adotado nos cálculos de consumo específico, tanto para o sapeco quanto para a secagem, foi de 1 hora.

Mesmo com a determinação das figuras de mérito para cada operação, novos cálculos foram feitos para determinar estes parâmetros, considerando o processo como um todo.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1. CARACTERÍSTICAS DA MATÉRIA-PRIMA

A Tabela 3.6. apresenta dados percentuais da composição da erva-mate em termos de folhas e palitos, eo teor de umidade desses componentes nos cinco sistemas analisados.

Tabela 3.6 - Características da erva-mate verde nas unidades e nos sistemas estudados.

	Unidade 1		Unidade 2		Unidade 3
	Sistema 01	Sistema 02	Sistema 03	Sistema 04	Sistema 05
Folhas (%)	65,6	64,2	69,6	68,2	60,7
Palitos (%)	34,4	35,8	30,4	31,8	39,3
<i>Proporção folha/palito</i>	<i>1,9</i>	<i>1,8</i>	<i>2,3</i>	<i>2,1</i>	<i>1,5</i>
Teor de umidade na folha (%)	59,6	57,1	55,6	57,6	55,9
Teor de umidade no palito(%)	57,5	55,4	49,1	51,9	54,8
<i>Global</i>	<i>58,9</i>	<i>56,5</i>	<i>53,6</i>	<i>55,8</i>	<i>55,5</i>

No caso da proporção folha/palito, há diferenças maiores entre as unidades (ervateiras) avaliadas do que entre os sistemas de uma mesma unidade. A homogeneidade da matéria-prima pode ser associada à procedência da erva-mate verde, de uma mesma propriedade ou região, requisito inicial. Já a variação entre ervateiras pode ser justificada por diferenças nas características dos ervais colhidos ou no padrão de colheita, definido pelas empresas.

Importante destacar que maiores valores na proporção folha/palito representam maior rendimento industrial, pois indicam menor percentual de palito na erva-mate verde e, conseqüentemente, na erva cancheada. As folhas constituem a parte de interesse comercial e a presença de quantidades elevadas de palito é apontada pelos ervateiros entrevistados como um defeito do produto, sendo assim limitada por questões mercadológicas. Os dados mostram que a erva-mate processada na unidade 2 teria qualidade superior, com uma proporção folha/palito média de 2,2 (2,2 partes de folha para 1 de palito), enquanto que a unidade 3 teria a erva-mate com qualidade inferior, com a proporção de 1,5 (1,5 parte de folha para 1 de palito).

Com relação ao teor de umidade presente na matéria-prima, há variações entre unidades e sistemas. As diferenças entre as unidades são justificáveis pelos fatores já

apontados, mas a variação entre a erva-mate na mesma unidade, em sistemas de secagem diferentes, pode ter sido causada pelo intervalo entre a colheita e o processamento, bem como pelas condições de transporte e armazenamento da erva na unidade.

3.4.2. SAPECO DA ERVA-MATE

3.4.2.1. Equipamentos usados

Os resultados do questionário indicaram que as unidades cancheadoras paranaenses empregam “tecnologia padrão” no que se refere ao sapeco e aos sapecadores. O sapecador mecânico “moderno” é o equipamento comumente adotado pelas cancheadoras. Apenas em unidades menores foram encontrados modelos diferentes, sapecadores antigos, rústicos e de baixa produtividade, como os descritos por FERREIRA FILHO (1957), vistos na Figura 3.4.




	<p>A</p> <p>Interior de um sapecador, modelo mais antigo, mostrando a presença de aletas e o corpo do equipamento construído por chapas perfuradas por onde passaria o calor das chamas e gases da combustão.</p>
	<p>B</p> <p>Vista da entrada do sapecador mecânico (A) e a boca de uma das fornalhas para alimentação das fogueiras com lenha (B).</p>
	<p>C</p> <p>Vista de um sapecador mecânico antigo.</p>

Figura 3.4 - Modelos antigos de sapecadores mecânicos de erva-mate.

O uso destes sapecadores foi observado nas unidades menores, que processam menor volume de erva-mate e que normalmente empregam secadores tipo “carijo”. Nestes sapecadores a erva-mate passa por um cilindro giratório, dotado de aletas na superfície interna, movido por motor elétrico. Os cilindros são construídos com chapas metálicas perfuradas ou tela (Figura 3.4-A) e o fogo é feito sob o corpo do equipamento (Figura 3.4-B) e a erva-mate verde entra em contato com as chamas. O material sapecado é transportado ao longo do cilindro em função da inclinação do equipamento definida na sua montagem (assentamento sobre a base de alvenaria) ou pelo seu formato cônico (Figura 3.4-C), sendo a erva sapecada depositada ao final do cilindro.

Os sapecadores mais modernos (Figura 3.5), constituídos por cilindros horizontais, similares aos dos secadores, são empregados na maior parte das unidades cancheadoras. São cilindros de dimensões variáveis, como mostram os dados da Tabela 3.7, movimentados por motores elétricos. A rotação do cilindro do sapecador via de regra varia de 10 a 15 r.p.m. A erva-mate entra no sapecador, tendo contato direto com a chama da fornalha e os gases da combustão da lenha. O produto se move ao longo do cilindro, sendo descarregado na extremidade oposta. A movimentação da erva-mate no cilindro também se deve à sua inclinação e à presença de aletas na superfície interna.



Figura 3.5 - Sapecador mecânico “moderno” de erva-mate.

Os sapecadores podem ser alimentados manualmente, demandando maior número de funcionários, ou através de equipamentos como esteiras mecânicas e tratores. As unidades

cancheadoras de menor capacidade empregam mão-de-obra para alimentação do sapecador e controle do fluxo de entrada de material para o sapeco.

O transporte da erva até o sapecador pode empregar esteira alimentada por operários (Figura 3.6-A). Esteiras maiores podem ser vistas em uso integrado a estruturas para uniformizar o fluxo de alimentação e melhorar a distribuição do produto, como eixo dotado de facas para fragmentar a erva-mate. Em alguns casos, a fragmentação é intensa, com o uso de picadores ou trituradores para fragmentar a erva-mate ainda verde, antes do sapeco (3.6-B).



Figura 3.6 - Sistemas de alimentação dos sapecadores: (A) manual e (B) com esteira de distribuição.

Os sapecadores podem ser construídos em dimensões variáveis e possuem flexibilidade na operação, permitindo seu dimensionamento e operação de acordo com as características da ervateira ou mesmo do secador. Isto explica os dados do questionário, onde 82 das 98 unidades cancheadoras paranaenses possuem apenas um sapecador. As demais 16 unidades possuem dois sapecadores para atender a demanda de um ou mais secadores de grande capacidade instalados na mesma unidade cancheadora.

A variação no tamanho dos equipamentos e na sua capacidade operacional pode ser ilustrada pelos dados da Tabela 3.7, referentes aos sapecadores das cancheadoras selecionadas e aos cinco sistemas de secagem (Tabela 3.6). Todos os sapecadores eram modernos, como o apresentado na Figura 3.5, mas com diferenças quanto às dimensões. Os dados da tabela mostram valores dentro da faixa encontrada na literatura, de 1,8 a 2,4m de diâmetro e comprimento de 6 e 9m (ANDRADE, 1999; GAZETA GRUPO DE COMUNICAÇÕES, 1999). Apenas o sapecador do Sistema 03 possui dimensões superiores às citadas, mas foi identificado pelo proprietário como um dos maiores sapecadores em uso no Paraná.

Tabela 3.7 - Características dos sapecadores nos sistemas estudados.

Características do sapecador		Sistema				
		01	02	03	04	05
Dimensões	Comprimento	8,0m	8,0m	9,8m	8,5m	9,0m
	Diâmetro	1,8m	1,8m	2,8m	2,1m	1,9m
Capacidade do sistema		1.750kg/h	2.500kg/h	5.000kg/h	3.000kg/h	1.750kg/h
Fonte de energia na secagem		Lenha	Lenha	Lenha	Lenha	Lenha
Uso de trocador de calor		Não	Não	Não	Não	Não
Uso de aletas internas		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Um ponto interessante observado na Tabela 3.7 diz respeito às diferenças nas dimensões dos equipamentos e à capacidade operacional. Equipamentos com as mesmas dimensões processam diferentes volumes de matéria-prima por hora (Sistemas 01 e 02) ou equipamentos distintos processam quantidades similares (Sistemas 01 e 05). O tamanho do sapecador não parece ser fator que define a capacidade dos sistemas de secagem. A flexibilidade de operação do equipamento e a falta de parâmetros para controle do processo e do padrão da erva-sapecada permitem que os sapecadores operem de forma diversa, processando diferentes volumes de produto.

Durante a aplicação dos questionários foram observadas variações nos sapecadores não apenas quanto às dimensões, mas também em aspectos como características de fornalha e de chaminé, e disposição de aletas dentro do sapecador. Estes pontos não foram avaliados face os objetivos propostos para este trabalho.

3.4.2.2. Avaliação dos sapecadores

O principal objetivo do sapeco é a inativação térmica das enzimas pela exposição direta do produto às chamas e aos gases de combustão (PAULA, 1968; VALDUGA, 1995). O aquecimento não apenas inativa as enzimas, mas remove parte da umidade presente na folha. Deste modo, é interessante fazer uma avaliação da remoção de água durante o sapeco da erva-mate. Para tanto são empregados dados de campo coletados nos cinco sistemas estudados, empregados em cálculos cujos resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Resultados do estudo do sapeco nos sistemas de cancheamento.

Parâmetros	Sistema				
	01	02	03	04	05
Erva-mate processada (kg/h)	1300	2000	3000	2500	1400
Teor de umidade inicial – base úmida (%)	59,3	57,8	58,0	59,8	55,9
Água presente na erva-mate verde (kg)	771	1156	1740	1495	783
Água evaporada (kg/h)	407	728	1176	951	427
Água evaporada no sapeco (%)	52,8	63,0	67,6	63,6	54,6
Matéria seca (kg)	529	844	1260	1005	617
Produto - Erva-mate sapecada (kg/h)	893	1272	1824	1549	973
Consumo de lenha (kg/h)	540	786	870	822	392
Energia fornecida pela lenha (MJ/h)	9.455	13.763	15.141	14.306	6.777
Consumo de energia /motores (MJ/h e (kWh/h))	19,6 (5,5)	16,2 (4,5)	60,5 (16,8)	18,7 (5,2)	18,7 (5,2)
Energia total fornecida (MJ/h)	9.475	13.779	15.202	14.325	6.796
Energia mínima necessária (MJ/h)	959	1.717	2.772	2.243	1.007
Eficiência					
Energética (%) – energia térmica	10,1	12,5	18,3	15,7	14,9
Remoção de umidade (kg/MJ)	0,043	0,053	0,077	0,067	0,063
Consumo					
Energético específico (energia térmica) (kJ/kg de água evaporada)	23.240	18.903	12.881	15.039	15.873
Específico de energia térmica (kJ/kg do produto)	10.587	10.821	8.299	9.238	6.965
Específico de energia elétrica (MJ/kg do produto e (kWh/kg))	0,0220 (0,0061)	0,0126 (0,0035)	0,0312 (0,0092)	0,0122 (0,0034)	0,0194 (0,0054)
Específico de lenha (kg/kg do produto)	0,60	0,62	0,48	0,53	0,40

A determinação experimental da temperatura do processo e do conteúdo de umidade durante o sapeco são inviáveis, como destacado por PERALTA e SCHMALKO (2003). Assim, foram usados dados de umidade da erva-mate verde, antes do sapeco e após o sapeco, medidos em amostras compostas pela mistura de folhas e palitos, coletadas em intervalos regulares. Foi estipulada como temperatura do processo o valor de 450°C, para a realização dos cálculos para análise de cada sistema. Esta temperatura está dentro dos limites apresentados por PERALTA e SCHMALKO (2003) e KÄNZIG (1996).

Os dados da Tabela 3.8 mostram diferenças de desempenho entre sapecadores e possibilitam uma série de inferências.

Consumo de energia elétrica

A energia elétrica demandada no sapeco representa uma pequena fração da energia total empregada no processo, sendo inferior a 0,5% para as unidades avaliadas. Este fato era esperado, pois a inativação das enzimas durante o sapeco implica em maior consumo de energia térmica do que elétrica. A energia elétrica é consumida nos motores empregados na movimentação do sapecador, nas esteiras e guias para transporte da erva-mate, e nos picadores/trituradores da matéria-prima. A movimentação do ar aquecido nos sapecadores se dá por convecção, sem necessidade de ventiladores e de motores elétricos. Isto justifica a aparente semelhança entre os sistemas quanto à potência dos motores presentes (energia consumida), situando-se próximo a 5 kWh. Apenas o sistema 3 possui consumo maior que os demais, mas possui também motores de maior tamanho (sapecador de maior capacidade e dimensões), sendo o único com triturador para a erva-mate verde.

Importante destacar que não foi possível medir o consumo de energia dos motores, sendo empregado valor da potência nominal, o qual pode ser bastante diferente dos valores de potência real. Entretanto, mesmo assim foi possível fazer uma avaliação da demanda de energia elétrica das unidades ervateiras.

Consumo de lenha

A avaliação específica do processo de sapeco como uma etapa da secagem é realizada para ilustrar a importância desta operação na remoção de umidade da erva-mate verde, bem como, nas alterações das características da matéria-prima e do consumo energético do processo de sapeco.

Se considerado o consumo de energia e a massa de água evaporada durante o sapeco, o processo mostra um consumo elevado. Os valores apresentados por MUJUMDAR e MENON (1995) indicam que os secadores rotativos consomem entre 4600 a 9200 kJ para cada quilograma de água evaporada (consumo específico de energia térmica). A Tabela 3.8 mostra um consumo de energia diferenciado entre os cinco sistemas testados e apenas uma parte dos equipamentos teria desempenho dentro desta faixa de consumo.

Considerando-se os desempenhos dos sapecadores de cada um dos sistemas, nota-se uma tendência de melhores resultados para equipamentos de maior tamanho. Assim, os sapecadores com dimensões maiores (Tabela 3.7), integrados aos Sistemas 3, 4 e 5, mostraram melhor desempenho energético considerando os parâmetros de consumo e eficiência.

A massa de água evaporada na erva-mate nos cinco sistemas estudados, bem como os dados de umidade da erva-mate sapecada, indicam que o sapeco é responsável pela remoção de grande parte da água presente na matéria-prima, fato já destacado por KÄNZIG (1996).

3.4.3. SECAGEM DA ERVA-MATE

O estudo da secagem da erva-mate mostra algumas peculiaridades e contradições. São encontrados em funcionamento equipamentos e unidades empregando tecnologia secular. Em contrapartida, pesquisas já avaliam o uso de novos métodos de secagem de erva-mate, como leitos fluidizados (VALDUGA et al., 2003). De todo modo, o presente trabalho faz uma análise dos equipamentos empregados para secagem de erva-mate em unidades ativas, com produção em escala comercial.

3.4.3.1. Equipamentos para secagem da erva-mate

As reuniões realizadas com técnicos do setor ervateiro, aliadas às visitas realizadas a empresas ervateiras nas etapas preliminares do trabalho, permitiram identificar o uso de quatro tipos básicos de secador de erva-mate: secador rotativo, secador horizontal com misturador, secador de esteiras e secador de grade ou leito fixo. Os dados obtidos no levantamento de campo (Tabela 3.9) mostram que os secadores de esteiras e os secadores rotativos são os dois modelos mais usados.

Tabela 3.9 - Secadores em uso nas ervateiras paranaenses (%), distribuídos por tamanho de empresa.

	Secagem lenta		Secagem rápida	
Capacidade de Processamento	Secador de leito fixo	Secador de esteiras	Secador rotativo	Secador horizontal com misturador
Abaixo de 500 toneladas anuais	14,14	14,14	16,16	4,04
Entre 500 a 3.000 toneladas anuais	0,00	18,18	19,19	10,10
Acima de 3.000 toneladas anuais	0,00	1,01	0,00	3,03
Total	14,14	33,34	35,35	17,17
Total por tipo de secagem	47,47%		53,53%	

Tabela 3.10 - Critérios para a classificação de secadores.

Características	Secador de leito fixo	Secador de esteiras	Secador rotativo	Secador horizontal com misturador
Outras denominações	Carijo, Barbaquá	Barbaquá	Grimm - Intecnial	Secamate
Pressão	Atmosférica	Atmosférica	Atmosférica	Atmosférica
Operação	Batelada	Contínua	Contínua	Contínua
Fornecimento de energia térmica	Convecção	Convecção	Convecção	Convecção
Agente de secagem	Ar + gases de combustão	Ar + gases de combustão	Ar + gases de combustão	Ar + gases de combustão
Direção do fluxo do produto e do ar	---	Fluxo cruzado	Concorrente	Concorrente
Escoamento do agente de secagem	Livre (ou forçado)	Livre (ou forçado)	Forçado – ar aspirado	Forçado – ar aspirado
Agente de secagem	Ar	Ar	Ar	Ar
Construção do secador	Secador de grades.	Esteiras.	Cilindro rotatório	Cilindro fixo + misturador
Sistema de descarga	Manual ou mecânico	Mecânico	Pneumático	Pneumático
Grau de automatização	Controle Manual	Automatizado	Automatizado	Automatizado
Tempo de secagem	6 a 12 horas	3 a 8 horas	15 minutos a 1 hora	15 minutos a 1 hora
Temperatura de secagem	91-103 °C	97-250 °C	209-432 °C	236-348 °C
Temperatura do ar - saída do secador	24-40 °C	31-37 °C	68-96 °C	100-122 °C
Capacidade de operação	100 kg/h até 1 ton/h	500 kg/h até 18 ton/h	70 kg/h até 4 ton/h	200 kg/h até 6 ton/h

As denominações usadas para estes equipamentos correspondem às marcas das empresas que os fabricam ou a termos clássicos no setor, como INTECNIAL, SECAMATE, carijo, barbaquá. As principais características destes equipamentos são apresentadas na Tabela 3.10, adaptadas de STRUMILLO e KUDRA (1986); WEBER (1995); KÄNZIG (1996); DE BERNARDI e PRAT KRICUM (2001).

As características, em negrito, apresentadas na primeira coluna da Tabela 3.10, trazem dados determinados em visitas às instalações, apresentados com objetivo ilustrativo. Os valores de temperatura de secagem mostram que existem grandes variações nas condições de operação para equipamentos similares. Os valores observados nos equipamentos de secagem rápida mostram temperaturas superiores a 430°C, maiores que os apresentados por SCHIFFL (1997) e NUÑEZ e KÄNZIG (1995).

Quanto à capacidade de operação, os valores apresentados na Tabela 3.10 mostram que os secadores de erva-mate seriam classificados como de média e grande escala, se considerados os critérios estabelecidos por STRUMILLO e KUDRA (1986).

3.4.3.2. Secador de leito fixo

Os secadores de leito fixo representam a tecnologia mais tradicional empregada na secagem de erva-mate. Estes secadores são denominados pelos ervateiros como carijos, embora sejam diferentes da descrição apresentada por SOUZA (1947). Os secadores de leito fixo são estruturas montadas em instalações de madeira ou alvenaria (Figura 3.7), onde uma grade de madeira é sobreposta ao piso dos compartimentos.



Figura 3.7 - Secador de leito fixo para erva-mate, indicando localização do leito de secagem.

A Figura 3.7 mostra um secador de leito fixo, uma edificação em alvenaria de dois pavimentos, sendo indicado no detalhe a localização da grade para suporte do leito de secagem. O piso inferior atuaria como uma câmara de homogeneização e distribuição do ar de secagem. A presença da grade plana de madeira, comum ao barbaquá brasileiro, permitiria o uso do termo secador de grade para denominar este modelo (KÄNZIG, 1996). Quanto à grade, a Figura 3.8 mostra a disposição do material sobre a grade, formando assim o leito de secagem. Durante as visitas às ervateiras foram observados secadores com leitos de secagem de até 1,5 m de profundidade.

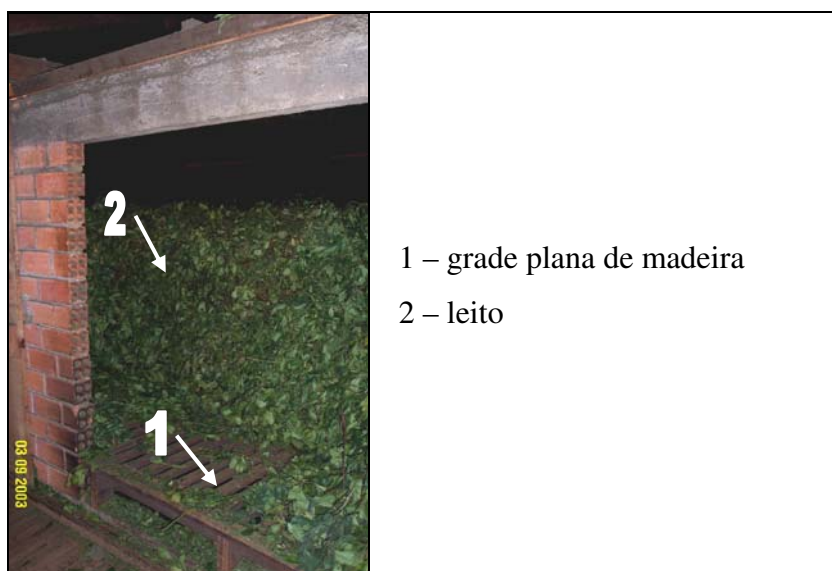


Figura 3.8 - Secadores de leito fixo para erva-mate.

Os secadores de leito fixo ou de grade são também denominados de carijo ou barbaquá, gerando controvérsias. O uso do termo carijo pode estar fundamentado na grade empregada, que representaria o estendal característico dos antigos carijos. Quanto à denominação de barbaquá, a justificativa para seu uso seria o sistema de distribuição do ar de secagem, através de túnel subterrâneo. Este túnel era uma das características dos secadores chamados de barbaquás, descritos por COSTA (1935), SOUZA (1947) e LEPREVOST (1987). Deste modo, o secador poderia ser chamado de carijo se considerada a presença da grade de madeira e chamado de barbaquá pelo sistema de distribuição do ar de secagem. A polêmica se torna maior se considerado o fato do termo barbaquá ser citado no dicionário da

língua portuguesa como sinônimo de carijo, embora os livros sobre o tema mostrem se tratar de dois equipamentos distintos.

O termo barbaquá tem sido empregado para definir o sistema de condução do ar de secagem, o túnel subterrâneo que leva o calor da fornalha até o secador. Assim sendo, durante a visita às ervateiras foi observada a presença de tais túneis subterrâneos em secadores de esteiras e secadores de leito fixo (Figura 3.9).

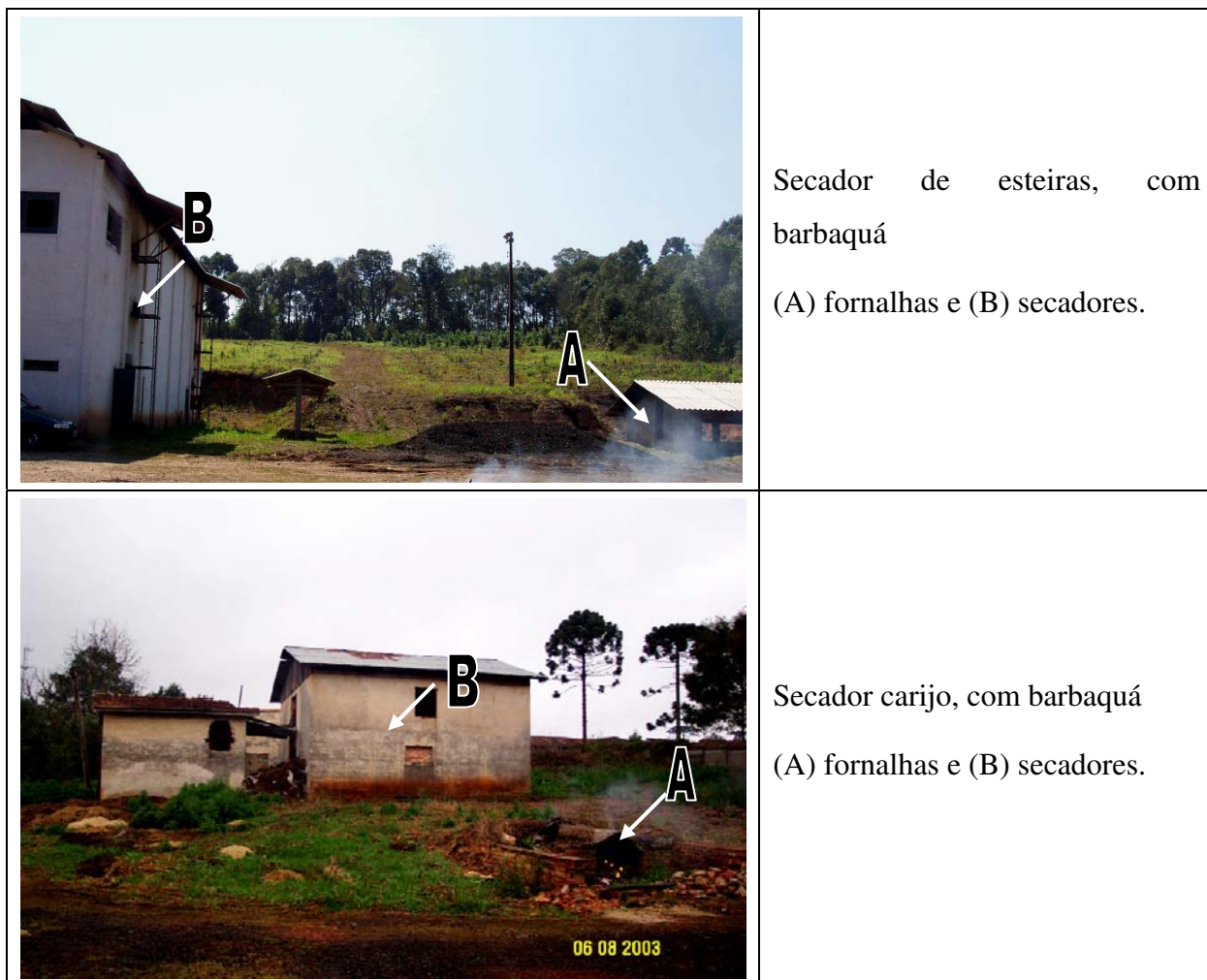


Figura 3.9 - Secadores para erva-mate empregando barbaquá.

Os secadores de leito fixo são usados para a secagem lenta, havendo intenso contato entre a erva-mate e os gases de combustão, impregnando o produto com aroma típico de fumaça. Isto estimulou o uso de trocadores de calor, porém ainda sem resultados definitivos. As principais características deste modelo de secador, já apresentadas na Tabela 3.10, são:

regime de trabalho intermitente (bateladas), uso intensivo de mão-de-obra, o presença comum em cancheadoras de pequeno porte e temperaturas de secagem da erva-mate menores que as empregadas nos outros modelos de secadores.

3.4.3.3. Secador de esteiras

Os secadores de esteira são equipamentos para secagem lenta de grande capacidade (Figura 3.10-A), sendo constituídos por estruturas de grande porte. O secador de esteira via de regra é dotado de barbaquá, estrutura para condução do ar de secagem. É necessário lembrar que o termo barbaquá também é empregado para denominar os secadores de grade e de esteira (SCHIFFL, 2000 e 1997; URBAN, 1990).

Com o uso do barbaquá nos secadores de esteira, o ar aquecido é conduzido através de duto subterrâneo e transportado por convecção até a base da primeira esteira. A Figura 3.10-B mostra detalhes de uma das esteiras do secador, bem como das saídas do ar quente, ao final do barbaquá.

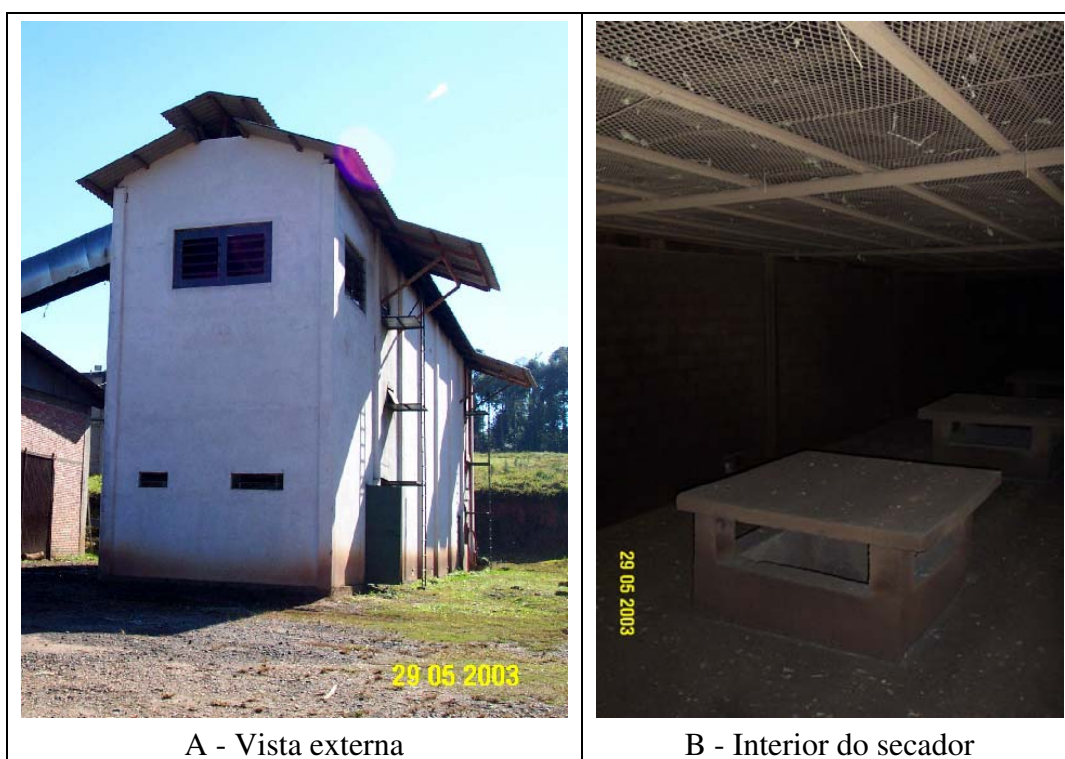


Figura 3.10 - Secador de esteiras para secagem de erva-mate..

O barbaquá representa um mecanismo para reduzir os riscos de incêndio e atenuar o contato do produto com os gases de combustão. Com o uso de trocadores de calor, o barbaquá pode ser simplesmente suprimido.

Durante a coleta de dados no campo foram observadas diversas variações nas características dos secadores de esteiras para erva-mate, como número e dimensões de esteiras, profundidade do leito de secagem, temperatura de operação, material de construção e uso de trocador de calor. A diversidade se deve ao fato de se tratar de equipamento normalmente construído/montado sob os auspícios e projetos do próprio ervateiro, diferindo de outros modelos comerciais.

Os maiores secadores em atividade no Paraná são secadores de esteira, estes equipamentos que possuem a maior capacidade operacional considerando o volume de erva-mate processado por hora. Os dados observados no campo (Tabela 3.10) mostram que são secadores que operam com temperaturas menores e possuem maiores dimensões.

3.4.3.4. Secadores rotativos

Os secadores rotativos são considerados os mais modernos para a secagem de erva-mate. Equipamentos constituídos por cilindros metálicos com diferentes dimensões (Figura 3.11), movimentados por motores elétricos são empregados para secagem rápida, operando a temperaturas elevadas, superiores a 400°C.

Existem diversos fabricantes, sendo comuns duas denominações, GRIMM e INTECNIAL, duas marcas comerciais. São secadores que empregam princípios semelhantes na secagem; a diferença mais sensível observada no campo foi quanto às dimensões do cilindro, pois os secadores INTECNIAL têm menor comprimento e maior diâmetro.

A secagem rápida da erva-mate apresenta o empecilho da inadequada secagem dos palitos, que secam de forma mais lenta que as folhas (KÄNZIG, 1996). O tempo de permanência do material nos secadores rápidos mostra-se insuficiente para secar os ramos mais grossos da erva-mate. Após a passagem pelo secador, os palitos úmidos são separados em conjuntos de peneiras, retornando para o secador para passarem por novo ciclo de secagem. Isto pode ser feito em mistura com a erva-mate sapecada, na entrada do secador, ou acumulando os palitos para serem secos separadamente.

Empresas maiores dispõem de secadores exclusivos para os palitos, denominados “paliteiros”, casos em que se observa predomínio dos secadores GRIMM.



Figura 3.11 - Secadores rotativos para erva-mate.

Ponto interessante a ser ressaltado foi o fato de serem encontrados nas atividades de campo secadores rotativos de menor capacidade de operação (kg/h) do que alguns secadores carijos, reconhecidos como adequados para pequenas ervateiras.

3.4.3.5. Secador horizontal com misturador

Os secadores horizontais com misturadores são equipamentos para secagem rápida, com formato cilíndrico (Figura 3.12). Ao contrário dos secadores rotativos, o corpo do secador permanece imóvel durante a secagem, sendo a erva-mate movimentada por misturadores dotados de pás no interior do secador (Figura 3.13). A denominação comum para estes equipamentos é SECAMATE, também se referindo à marca comercial.



Figura 3.12 - Secador horizontal para erva-mate.



Figura 3.13 - Interior de um secador horizontal, com detalhes do misturador.

De forma similar ao que ocorre nos secadores rotativos, o palito da erva-mate mantém umidade elevada depois do processo neste secador. É necessário o uso de um secador de palito (paliteiro) ou de uma nova secagem com o palito sendo misturado à erva na entrada do secador.

3.4.3.6. Avaliação dos secadores

A avaliação dos secadores foi realizada considerando os cinco sistemas de secagem, cujas características foram abordadas nas Tabelas 3.5 e 3.6. Com relação aos equipamentos empregados na secagem, a Tabela 3.11 traz as principais características dos secadores avaliados em cada unidade e sistema. Em virtude da variabilidade observada na erva e de possíveis efeitos das condições climáticas locais, as comparações são mais precisas quando se referem a sistemas instalados em uma mesma unidade (1-2 e 3-4).

Tabela 3.11 - Características dos secadores das unidades e sistemas estudados.

Característica	Unidade 1		Unidade 2		Unidade 3
	Sistema 01	Sistema 02	Sistema 03	Sistema 04	Sistema 05
Tipo de secador	Esteiras	Rotativo - INTECNIAL	Fixo com misturador	Rotativo - GRIMM	Leito fixo
Dimensões*	Edificação 18,0 x 2,2m	Cilíndrico 8,5 x 3,0m	Cilíndrico 12,1 x 2,20m	Cilíndrico 8,0 x 2,2m	Edificação 7,0 x 4,7 m
Capacidade do sistema	1750kg/h	2500kg/h	5000kg/h	3000kg/h	1750kg/h
Temperatura do ar de secagem.	97°C	249°C	348°C	417°C	102°C

*- as dimensões são expressas em (_ m. de comprimento x _ m de largura) para secadores instalados em edificações de alvenaria e (_ m. de comprimento x _ m de diâmetro) para secadores cilíndricos.

Este trabalho considerou o sapeco como representando uma etapa de pré-secagem, permitindo assim a avaliação do processo de remoção da umidade da erva-mate. A avaliação do sapeco e da secagem foi feita em separado, permitindo uma análise de cada processo. É importante assinalar que, no caso da secagem, a matéria-prima que alimenta os secadores é a erva sapecada, fato que deve ser corretamente ponderado. Portanto, a variabilidade associada às características da matéria-prima erva-mate verde é acrescida das variações vinculadas ao processo de sapeco, pois cada secador recebe matéria-prima de um sapecador diferente.

A Tabela 3.12 mostra as variações no teor de umidade da erva-mate em diferentes momentos do processamento. Os dados desta mostram que o processo de sapeco altera consideravelmente as características da erva-mate verde de forma diversa. Assim, as folhas de erva-mate verde do Sistema 3 possuíam o menor teor de umidade inicial, mas após o sapeco, as folhas dos Sistemas 2 e 5 passaram a ser as de menor umidade. Isto ratifica a afirmação que o sapeco aumentou a variabilidade em relação à matéria-prima erva-mate verde.

Tabela 3.12 - Teor de umidade (%) nas folhas e palitos durante o processamento de erva-mate.

		Unidade 1		Unidade 2		Unidade 3
Produto	Porção	Sistema 01	Sistema 02	Sistema 03	Sistema 04	Sistema 05
Erva-mate verde	Folha	59,6	57,1	55,6	57,6	55,9
	Palito	57,5	55,4	49,1	51,9	54,8
Erva-mate sapecada	Folha	24,3	17,2	18,1	22,0	16,7
	Palito	35,8	33,8	31,8	34,0	34,9
Erva-mate seca	Folha	5,3	5,1	4,4	4,3	4,3
	Palito	7,5	23,8	27,7	22,7	11,9

Outro aspecto passível de ser visualizado na Tabela 3.12 é a maior facilidade para remoção da água das folhas em relação à água presente nos palitos. SCHMALKO et al. (2003) já destacaram este comportamento, onde as folhas sofrem maior perda de água no sapeco do que os palitos. No caso do palito, a remoção da umidade é mais lenta. Os elevados teores de umidade no “palito seco” são característicos da secagem rápida, sendo um fator apontado pelos ervateiros como indesejável na seleção do tipo de secador. O uso dos “paliteiros” ou o retorno dos palitos úmidos para nova secagem eleva os custos do produto. Assim, os sistemas de secagem lenta (1 e 5) seriam mais vantajosos em termos da uniformidade de umidade presente nas folhas e nos palitos.

Apesar do empirismo observado, os teores de umidade encontrados na erva-mate seca nos diferentes equipamentos mostraram pequena variação, indicando que a tecnologia está sedimentada e com bons resultados. É importante ressaltar que os valores de umidade apresentados na Tabela 3.12 referem-se à saída do sapecador e do secador, com a posterior separação de folhas e palitos. No caso dos valores do teor de umidade (%) apresentados na Tabela 3.13, estes dizem respeito a amostras compostas, com folhas e palitos misturados.

Esta decisão foi tomada considerando o fato de alguns sistemas possuírem procedimento diferenciado no sapeco da erva-mate verde, com a presença de trituradores antes do sapeco. Estas situações foram encontradas também na secagem, como as variações na secagem dos palitos. Cita-se como exemplo o Sistema 4 que é dotado de mecanismos de recirculação dos palitos após o cancheamento. Neste caso, os palitos cancheados ainda úmidos, de maior peso, voltam para o secador, sendo novamente secos e triturados.

Os resultados referentes à avaliação dos secadores de cada sistema estão na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 - Resultados do estudo da secagem nos sistemas de cancheamento.

Parâmetros	Sistema				
	01	02	03	04	05
Tipo de secador	Esteiras	Rotativo - INTECNIAL	Fixo com misturador	Rotativo - GRIMM	Leito fixo
Matéria-prima processada (erva sapecada) (kg/h)	893	1272	1824	1549	973
Teor de umidade (%)	40,8	33,6	30,9	35,1	36,5
Água na erva-mate sapecada (kg)	364	428	564	544	356
Água evaporada na secagem (kg/h)	334	303	350	494	301
Matéria seca (kg)	529	844	1260	1005	617
Produto - Erva-mate sapecada (kg/h)	559	969	1474	1054	672
Consumo de lenha (kg/h)	186	414	462	444	168
Energia fornecida pela lenha (MJ/h)	3.257	7.249	8.041	7.728	2.905
Consumo de energia /motores (MJ/h e (kWh/h))	116,6 (32,4)	248,4 (69,0)	187,9 (52,2)	184,0 (51,1)	67,3 (18,7)
Energia total fornecida (MJ/h)	3.374	7.498	8.229	7.912	2.907
Energia mínima necessária (MJ/h)	787	714	826	1.166	710
Eficiência					
Energética (%)	24,2	9,9	10,3	15,1	24,5
Remoção de umidade (kg/MJ)	0,157	0,113	0,153	0,127	0,213
Consumo					
Específico de energia térmica (kJ/kg de produto)	6.155,6	8.589,3	6.381,6	7.689,1	4.704,6
Específico de energia elétrica (MJ/kg de produto - (kWh/kg))	0,2207 (0,0613)	0,2945 (0,0818)	0,1490 (0,0414)	0,1829 (0,0508)	0,0043 (0,0012)
Energético específico - energia térmica (kJ/kg de água evaporada))	5.823,7	7.738,3	5.581,9	7.504,4	4.328,1
Energético específico - energia elétrica (kJ/kg de água evaporada - (kWh/kg))	0,2088 (0,0580)	0,2563 (0,0712)	0,1274 (0,0354)	0,1746 (0,0485)	0,0040 (0,0011)
Específico de lenha (kg/kg do produto)	0,33	0,43	0,31	0,42	0,25

Apesar do menor consumo, a energia elétrica é uma fonte mais nobre, de custo mais elevado, devendo ser avaliada de forma criteriosa. Apesar das considerações necessárias sobre o custo da energia elétrica, como o valor diferenciado para o consumidor rural, as diferentes

categorias de consumo e as características da rede elétrica, se de baixa ou alta tensão, é importante observar que as diferenças nos valores de consumo foram elevadas. Mesmo que seja desconsiderada a unidade 3 (Sistema 5), que trabalha com equipamento mais rústico e artesanal e apresenta o menor consumo de energia elétrica, as diferenças entre os demais sistemas ainda são enormes. O consumo energético específico do Sistema 2 é 100% maior do que o consumo do Sistema 3, o que implica em um gasto maior de energia para a mesma quantidade de produto elaborado.

Analisando-se os dados de energia total fornecida nas Tabelas 3.8 e 3.13, verifica-se que a secagem requer cerca de metade da energia consumida na operação de sapeco (48,9% em média).

Para avaliar o consumo específico de energia térmica faz-se uso dos dados de MUJUMDAR e MENON (1995), que consideram como sendo de 4600 a 9200 kJ/kg de água evaporada para secadores rotativos e de 4000 a 6000 kJ/kg de água evaporada para secador de esteiras. Os valores observados para os secadores rotativos (Sistemas 2 e 4) estão dentro desta faixa, bem como o consumo no secador de esteiras (Sistema 1). Os demais secadores (Sistemas 3 e 5) mostram menor consumo em comparação aos demais.

Os valores obtidos podem ser comparados com os de ZANOELO et al. (2003) para os secadores rotativos, que apresentam maiores valores de consumo de energia e lenha. Porém, o poder calorífico da lenha adotado pelos autores foi cerca de 25% menor do que o considerado neste trabalho. Ainda assim, estes autores determinaram uma eficiência energética de 11% para este tipo de secador, valor próximo aos apresentados na Tabela 3.13 (sistemas 2 e 4).

Os sistemas com secagem lenta (1 e 5) apresentaram melhores resultados com relação à eficiência e ao consumo de energia, demonstrando vantagens em relação aos sistemas de secagem rápida, em especial aos secadores rotativos. Os equipamentos de secagem rápida mostraram maiores demandas energéticas e menores valores de eficiência.

Apesar da superioridade dos sistemas de secagem lenta, o Sistema 3, de secagem rápida, mostrou bons resultados dos indicadores. Neste caso, pode-se inferir uma possível relação com as dimensões do equipamento, visto ser o secador rápido de maior tamanho. Ainda quanto às dimensões dos equipamentos, um parâmetro que deve ser considerado na análise dos modelos de secador para erva-mate é a capacidade operacional. Os dados coletados através do questionário permitiram a elaboração da Tabela 3.14.

Tabela 3.14 - Capacidade média de processamento dos secadores de erva-mate.

Tamanho da ervateira	Secadores de leito fixo	Secador de esteiras	Secadores rotativos	Secadores fixos com misturador
Pequena	39	108	129	144
Média	-	271	392	815
Grande	-	10.507	-	25.142

- Valores expressos em toneladas/ano.

Apesar de óbvia, a Tabela 3.14 permite a constatação de que unidades maiores empregam equipamentos de maior capacidade, confirmando resultado do questionário, de que as cancheadoras optam por trabalhar com um único secador de tamanho maior, ao invés de optar por equipamentos menores, em maior número. Considerando a capacidade operacional média dos modelos testados, nota-se que os secadores de leito fixo são usados apenas nas pequenas ervateiras, possuindo a menor capacidade operacional.

3.4.3.7. Demanda de mão-de-obra

Além do aspecto energético, a avaliação das unidades industriais ervateiras pode ser complementada pela análise da demanda de mão-de-obra. Como houve certa uniformidade quanto ao tipo de secador em uso nas unidades, a análise considera então o tipo de secador empregado. Ressaltando-se as diferenças entre unidades ervateiras, com enorme variabilidade, os dados da Tabela 3.15 ainda permitem comparar a demanda/eficiência de mão-de-obra de acordo com o tipo de secador.

Como visto anteriormente, os secadores artesanais consomem menores quantidades de energia elétrica. Esta vantagem surge da maior quantidade de atividades realizadas manualmente, com menor produtividade por posto de trabalho. Deste modo, os secadores de leito fixo nas pequenas ervateiras processariam 15,7 toneladas de erva-mate verde para cada funcionário contratado enquanto que para o secador de esteira este valor é de 48,6. Porém, esta análise é limitada pela pequena capacidade média dos secadores de leito fixo, correspondente a 1/3 da capacidade média do secador de esteiras, o que pode influenciar os resultados, embora ambos se refiram à categoria das pequenas ervateiras.

Isto não ocorre na comparação para os outros sistemas, similares na capacidade média. Os dados mostram que o desempenho dos secadores no quesito produtividade da mão-de-obra varia entre as categorias de empresa e entre os tipos de secadores. Comparativamente, o

secador de esteiras teve o melhor desempenho nas pequenas unidades, enquanto o secador rotativo se destacou nas ervateiras de tamanho médio e o secador fixo com misturador mostrou o melhor desempenho para as grandes unidades.

Tabela 3.15 - Eficiência da mão-de-obra nos secadores de erva-mate.

Categoria da ervateira	Secadores de leito fixo	Secador de esteiras	Secadores rotativos	Secadores fixos com misturador
Pequena	15,7	48,6	45,8	41,0
Média	-	99,9	112,1	95,9
Grande	-	128,1	-	182,2

* -Valores em toneladas de erva-mate processada/operário.ano.

Considerando a eficiência para o mesmo tipo de secador, o aumento na escala de processamento leva a uma otimização no uso da mão-de-obra. Tal fator já havia sido apontado por ANTONI (1998), afirmando que as ervateiras de menor porte seriam as maiores geradoras de emprego.

3.4.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE CUSTOS

Considerando os componentes do custo de industrialização da erva-mate, alguns autores citam a energia como componente principal (BRUIN e LUYBEN, 1980) e outros consideram a mão-de-obra como principal constituinte do custo total de pré-processamento, incluindo sapeco e secagem (DE BERNARDI e PRAT KRICUM, 2001).

Os resultados da análise energética e do uso da mão-de-obra permitem a realização de alguns cálculos básicos, usando dados citados por VALDUGA et al., (2003). Estes autores consideram como salário mensal médio de operadores de indústrias de erva-mate o valor de R\$ 600,00, o qual já incluiria os encargos sociais, totalizando R\$7.800/ano (R\$600,00 x 13). Os autores atribuem ainda um valor de R\$35,00 para o m³ de lenha e um rendimento de 35% na transformação da erva-mate verde em cancheada. A divisão do salário anual pelo volume de produto obtido (erva cancheada) gera o valor referente ao custo da mão-de-obra por unidade de produto.

Para se calcular o custo da lenha, foi dividido o valor do m³ (R\$35,00) pelo valor da massa específica da lenha, 540 kg/m³ (LOPES et al., 2002), obtendo-se o preço de cada kg de

lenha. Este valor foi multiplicado pelo consumo específico de lenha (soma do sapeco e da secagem), fornecendo o custo da lenha para cada quilograma de produto.

Os cálculos permitem a elaboração da Tabela 3.16, com o custo da mão-de-obra e da lenha para produzir um quilograma de erva-mate cancheada.

Tabela 3.16 - Estimativa de custo da mão-de-obra e da lenha para os secadores de erva-mate.

Custo da mão-de-obra (R\$/kg de erva-mate processada)				
Categoria da erva-teira	Secadores de leito fixo	Secador de esteiras	Secadores rotativos	Secadores fixos com misturador
Pequena	1,42	0,46	0,49	0,54
Média	-	0,22	0,20	0,23
Grande	-	0,17	-	0,12
Custo da lenha (R\$/kg de erva-mate processada)				
	0,04	0,06	0,06	0,05

Os resultados mostram que para a secagem da erva-mate, os gastos com mão-de-obra superam os efetuados com lenha. Os dados obtidos podem ser comparados aos da Tabela 3.4 (DE BERNARDI e PRAT KRICUM, 2001), lembrando que os dados argentinos se referem a secadores de esteiras instalados em indústrias de grande capacidade. Considerando a média dos dois sistemas de secagem apresentados (Tabela 3.4), a mão de obra corresponde a cerca de 50% do custo de produção e a energia 20%, um valor inferior à metade do custo com mão-de-obra.

No Brasil, como não há dados sobre o custo total de produção, tal comparação se torna difícil. Entretanto, os valores calculados de 0,17 e 0,06 reais/kg de erva-processada para a mão-de-obra e lenha, respectivamente, mantém a mesma proporcionalidade observada para os dados da Tabela 3.4.

Como observado na análise da Tabela 3.15, unidades maiores fazem uso mais eficiente da mão-de-obra, dado ratificado pelos custos da mão-de-obra, onde se observa que unidades maiores reduzem a participação deste componente no custo do produto.

3.5. CONCLUSÕES

As análises efetuadas neste capítulo do trabalho, agregadas aos dados e observações de participantes durante o levantamento de campo, permitiram que se atingisse o segundo objetivo deste trabalho: *“caracterizar os equipamentos empregados, em especial os secadores, quanto ao princípio de funcionamento; capacidade de processamento; fonte e demanda de energia; custos; e variáveis operacionais”*.

A análise da tecnologia em uso no cancheamento da erva-mate permitiu as seguintes conclusões:

- As características da matéria-prima (erva-mate folha verde) mostram grande variabilidade. As amostras coletadas de erva-mate verde processada nas unidades avaliadas mostrou que a proporção folha/palito variou de 1,5 a 2,3 e o teor de umidade se situou entre 53,6 e 58,9%.

- A tecnologia empregada no sapeco está centrada no uso de sapecadores mecânicos, equipamentos empregados em todas as unidades visitadas. São equipamentos que demandam grande quantidade de energia térmica, resultando em gastos com lenha no sapeco superiores aos gastos com lenha na secagem.

- A energia para inativar as enzimas da matéria-prima, com o conseqüente aquecimento da erva-mate, leva à remoção de grandes quantidades de água do produto, mas com baixíssima eficiência energética.

- Os secadores usados no cancheamento da erva-mate puderam ser classificados e agrupados em quatro grupos (leito fixo, esteiras, rotativos e horizontal com misturador).

- O consumo de energia na secagem depende do modelo de equipamento empregado e do tipo de secagem. Os equipamentos de secagem lenta mostraram melhor desempenho energético do que os de secagem rápida. Entretanto, os secadores de secagem rápida possuem melhor capacidade operacional, conferindo maior produtividade às ervateiras.

Se há um certo padrão na tecnologia de sapeco, o mesmo não se aplica na secagem. Há grandes diferenças entre secadores e parâmetros operacionais, que aparentam causar variabilidade no produto. Entretanto, o mercado não tem um diferencial de preço para a erva-mate em função do secador empregado. A análise da qualidade do produto obtido em diferentes sistemas de secagem pode fornecer novos parâmetros para a avaliação.

3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE F. M. de **Diagnóstico da Cadeia Produtiva da *Ilex paraguariensis* St. Hill, Erva-Mate**. São Mateus do Sul: Fundo Brasileiro para a Biodiversidade/FUNBIO, 1999. s.p.

ANTONI, V.L. **A estrutura competitiva da indústria ervateira no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1998. 14p. Texto para discussão n.06/98.

BERKAI, D. e BRAGA, C.A. **500 Anos de história da erva-mate**. Canoas: Editora Cone Sul, 2000. p.20-60.

BITTENCOURT, J. **Avaliação de um secador de bananas do tipo cabine com bandejas**. Campinas, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. 64 p.

BOEGER, M.R.T., ESPINDOLA, Jr. A.; CAVICHIOLO, L.E., MAZUCHOWSKI, J. Z.; MACCARI JUNIOR, A. Efeito das diferentes condições de luz e concentrações de nitrogênio sobre a estrutura foliar de *Ilex paraguariensis* St. Hil. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

BORMAN, L.B. e RAGLAND, W. R., “Combustion engineering”, McGraw-Hill, 1998.

BRUIN, S.; LUYBEN, K. CH. A. M.; Drying of food Materials: a review of recent developments, 1980. pp. 155-215, in MUJUMDAR, A. S., **Advances in Drying** Vol 1, Hemisphere Publishing Corporation, Washington D.C.

COSTA, S.G. **A erva-mate**. Curitiba: Coleção Farol do Saber, 1995. 132p.

DE BERNARDI, L.A.; PRAT KRICUN, S.D. **Cadena alimentaria de “yerba mate” “Ilex paraguariensis” - Diagnóstico de la región yerbatera**. Buenos Aires: Secretaria De Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, 2001. 77p.

FERREIRA FILHO, J.C. **Cultura e preparo da erva-mate**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1957. 64 p.

GAZETA GRUPO DE COMUNICAÇÕES. **Anuário brasileiro da erva-mate**. Santa Cruz do Sul (RS): Gazeta Grupo de Comunicações, 1999. 63p.

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL, 1985. v.1, 371p.

INM - INSTITUTO NACIONAL DO MATE. Resolução nº 485, de 25 de outubro de 1955. In: WERNECK, R.M.R. **Legislação ervateira**. Companhia Brasileira de Artes Gráficas, 1962. p.219-233.

KÄNZIG, R.G. Transformación primaria. In: Yerba Mate: Curso de Capacitación en Producción, 3., 1996, Misiones. **Resúmenes...** Cerro Azul: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1996. p.129-139.

KNEULE, F. **El secado** Bilbao: Ediciones Urmo, 1966. 414p.

LEPREVOST, A. **Química e tecnologia da erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil).** Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná, 1987. Boletim Técnico n.53. p.20-30.

LIMA, A.G.B. **Fenômeno de difusão em sólidos esferoidais prolato. Estudo de caso: secagem de banana.** Tese (doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 1999.

LOPES, R.P.; SILVA, J.S.; RUFFATO, S.; SENA JR., D.G. Consumo de energia em dois sistemas de secagem de café. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. v.26, n.6, p.1266-1274, nov./dez., 2002

MACCARI JUNIOR, A. (coord.) **Produtos Alternativos e Desenvolvimento da Tecnologia Industrial na Cadeia Produtiva da Erva-Mate.** Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate do Paraná/Ministério da Ciência e Tecnologia/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2000. p.136-160.

MARIM, W. C. **Análise de alternativas de investimento – Uma abordagem financeira.** Ed. Atlas. São Paulo. 1978. 144p

MAYER, R. R. **Análise financeira de alternativas de investimento.** Ed. Atlas. São Paulo. 1977. 111p.

MUJUMDAR, A.S. Drying Fundamentals. In: BAKER, C.G.J. **Industrial Drying of Foods.** London: Blackie, 1997. p.7-30.

MUJUMDAR, A.S.; MENON, A.S. Drying of Solids: Principles, Classification, and Selection of Dryers. In: MUJUMDAR, A.S. **Handbook of industrial drying.** New York: Marcel Dekker, Inc, 1995. p.1-39.

NEVES, C. das. **Análise de investimentos – Projetos industriais e engenharia econômica.** Zahar Editores S.A. Rio de Janeiro. 1981. 223p.

NUÑEZ, J.C.; KÄNZIG, R.G. Secanza de yerba mate. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (Ed) **Erva-mate: Biologia e Cultura no Cone Sul.** Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. p.175-180. p.257-259.

PAKOWSKI, Z.; MUJUMDAR, A. S. Basic Process calculations in drying. In: MUJUMDAR, A.S. **Handbook of industrial drying.** New York: Marcel Dekker, Inc, 1995. p.71 à 112.

PAULA, R.D.G. **Novos estudos sobre o mate.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, Ministério da Indústria e do Comércio, 1968. p.12,

PERALTA, J.M.; SCHMALKO, M.E. Modelado de la transferencia de calor y materia en el zapeador. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

SCHIFFL, C. F. Processos e tecnologias disponíveis para o beneficiamento de erva-mate. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 105-107.

SCHIFFL, C.F. Industrialização da erva-mate no Brasil. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 1., 1997, Curitiba; Reunião Técnica do Cone Sul Sobre a Cultura da Erva-Mate. 2., 1997, Curitiba (PR). **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 1997, p.89-97.

SCHMALKO, M.E., MACIEL, S.; DELFEDERICO, L.E. Estudio de la eficiencia energética de un secadero de yerba mate. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

SCHMALKO, M.E.; ALZAMORA, S.M. Color, chlorophyll, caffeine and water content variation during yerba maté processing. **Drying Technology**, v. 19, n. 3 e 4, p. 599-610, 2001.

SCHMALKO, M.E.; MORAWICKI, R.O. Y RAMALLO, L.A.. Simultaneous Determination of Specific Heat and Thermal Conductivity Using the Finite-difference Method. **Journal of Food Engineering**. n.31, pp. 531-540. 1997

SOKHANSANJ, S. Through-flow dryers for agricultural crops. In: BAKER, C.G.J. **Industrial Drying of Foods**. London: Blackie, 1997. p.7-30

SOUZA P.F. **Tecnologia de produtos florestais**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1947. p.206 - 254

STRUMILLO, C.; JONES, P.L.; ZYLLA, R. Energy aspects in drying. In: MUJUMDAR, A.S. **Handbook of industrial drying**. New York: Marcel Dekker, Inc, 1995. p.1241-1275.

STRUMILLO, C.; KUDRA, T. **Drying: Principles, Applications and Design**. Gordon and Breach: New York, 1986. p.240-252.

TEIXEIRA, F.N.; LORA, E.E.S. Suprimento energético para termelétricas. In: LORA, E.E.S.; NASCIMENTO, M.A.R. **Geração Termelétrica: Planejamento, Projeto e Operação**. Editora Interciência: Rio de Janeiro, 2000. cap.2 p.2.1-2.51.

URBAN, T. **O livro do matte**. Rio de Janeiro: Salamandra, 1990. 93p.

VALDUGA, A.T.; FINZER, J.R.D.; MOSELE, S.H. **Processamento de Erva-Mate**. Erechim, RS: EdiFAPES, 2003. p.33-48.

VALDUGA, E. **Caracterização química e anatômica da folha de *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire e de algumas espécies utilizadas na adulteração do produto**. Curitiba, 1995. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. 97 p.

VALE.A.T. , BRASIL, M.A.M. , CARVALHO, C.M.; VEIGA, R.A.A. Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill Ex-Maiden e *Acacia mangium* Willd em diferentes níveis de adubação. **Cerne**, v.6, n.1, p.083-088, 2000.

VON LOESECHE, H.W. **Drying and dehydration of foods**. New York: Reinhold Publishing Corporation, 1943. p.11-36.

WEBER, E.A. **Armazenagem Agrícola**. Porto Alegre: Kleper Weber Industrial, 1995. 400p.

ZANOELO, E. F., DEVILLA, I. A., MOSELE, S., CARDOZO FILHO, L., CARDOZO JUNIOR, E. L. **Estudo preliminar para estimativa da eficiência e custo operacional em secadores de erva-mate rotatórios e em leitos fluidizados**. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

4. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DA ERVA-MATE PARA CHIMARRÃO

4.1. INTRODUÇÃO

A primeira etapa do presente trabalho permitiu uma caracterização do setor industrial ervateiro paranaense e da tecnologia adotada para o cancheamento. A partir das informações obtidas foram selecionadas ervateiras que empregam tecnologia representativa, nas quais foi realizada a segunda etapa do projeto. Nesta etapa foram avaliados sapecadores e secadores, pela determinação e análise de parâmetros de desempenho energético e econômico.

Entretanto, os dados de desempenho energético e econômico não são suficientes para a adequada avaliação da tecnologia. Possíveis acréscimos no custo podem ser compensados por incremento na qualidade. Assim sendo, a análise da tecnologia de cancheamento requer a análise da qualidade do produto.

O principal produto da erva-mate é a erva-mate para chimarrão. A literatura sobre qualidade da erva-mate para chimarrão é limitada, com poucos trabalhos publicados sobre o tema. As publicações disponíveis apontam vários fatores como potenciais responsáveis por alterações na qualidade do produto, sem apresentar dados para validar tais afirmações. O preenchimento desta lacuna constituiu o terceiro e último objetivo proposto para o projeto: *“determinar através de análise sensorial, a influência de diferentes fatores sobre a qualidade da erva-mate para chimarrão”*.

Deste modo, nesta última etapa do trabalho foram realizados ensaios e análises para avaliar a qualidade da erva-mate obtida a partir de diferentes condições de processamento.

Foi preciso inicialmente selecionar os parâmetros para avaliação da qualidade da erva-mate para chimarrão. Foram testados atributos químicos e sensoriais, procurando correlações entre eles e o conceito de qualidade dos consumidores. A partir da definição dos melhores atributos para análise, com um concomitante desenvolvimento de metodologia analítica, foram realizadas avaliações das amostras de erva-mate. A amostragem buscou caracterizar os diferentes fatores de variação no cancheamento da erva-mate e sua ação nos atributos do produto, alterando sua qualidade.

4.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.2.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EM ERVA-MATE

O conceito de qualidade pode ser associado aos usos, expectativas e costumes dos consumidores. Para atendê-los, se faz necessário saber o que querem e o que esperam do produto. Por isto, é interessante a definição de POTTER e HOTCHKISS (1995) que sintetizam qualidade como os fatores que os consumidores observam na escolha do produto.

Como a erva-mate é empregada na elaboração de diferentes produtos, é primordial na análise da qualidade definir a finalidade e a forma de consumo. O consumo da erva-mate ainda se dá na forma de produtos tradicionais, pois mais de 90% do volume de erva-mate produzido no Brasil é consumido na forma de chimarrão (PARANÁ, 1997). Segundo ANTONI (1998), este consumo se concentra nos Estados do Sul, que absorveriam 94% da erva-mate para chimarrão.

Quando se trata de produto com padrões e normas definidos, a avaliação se torna mais simples, embora seja difícil encontrar variáveis técnicas adequadas para tipificar as expectativas dos consumidores quando se trata de alimentos e bebidas. No caso de alimentos de consumo regional, como o chimarrão, a dificuldade se agrava pela ausência de informações sobre procedimentos e padrões de qualidade.

Assim, a escolha do produto erva-mate e em especial da forma de consumo como chimarrão para tema deste trabalho trouxe dificuldades no que se refere aos parâmetros e métodos de avaliação da qualidade. A pesquisa se tornou complexa, face o limitado número de trabalhos sobre este assunto e o fato do Brasil não dispor de normas e padrões de qualidade para produtos derivados da erva-mate. Contudo, a análise da qualidade do produto é um requisito básico para o desenvolvimento do setor ervateiro.

As crescentes exigências do mercado consumidor implicam em maior necessidade de controle de qualidade da erva-mate para chimarrão. A avaliação da qualidade da erva-mate é uma necessidade percebida pelo setor ervateiro. Um levantamento efetuado por MACCARI JUNIOR et al. (2003) com 120 técnicos e proprietários de ervateiras mostrou que 64% dos entrevistados disseram ter interesse em análises para controle de qualidade, na montagem de laboratório próprio (36%) ou com a terceirização de serviços (28%).

4.2.2. CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO

A avaliação do produto erva-mate no Brasil já contou com padrões e normas, estabelecidas e supervisionadas pelo extinto Instituto Nacional do Mate (INM), sucedido pelo IBDF e IBAMA, e pelo Ministério da Saúde, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Quando da extinção do INM em 1965, ocorreu o fim da regulamentação e normativas para a erva-mate apesar dos critérios detalhados para a análise e padronização do produto.

Atualmente os padrões da Erva-Mate para Chimarrão e Erva-Mate para Tererê são definidos pela ANVISA na Resolução RDC nº 277, de 22 de setembro de 2005 ("Regulamento técnico para café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis"), em substituição a Resolução - RDC nº 302, de 07 de novembro de 2002 (BRASIL, 2002). Padrões de qualidade mais detalhados são encontrados na Portaria nº 234, de 25 de março de 1998, do Ministério da Saúde (BRASIL, 1998). Apesar de revogada, esta portaria é importante por conter maior número de critérios para padronização do produto.

A legislação e os trabalhos publicados empregam como atributos para análise da qualidade da erva-mate, características físico-químicas e sensoriais, como cor, aroma e sabor.

4.2.2.1. Características físico-químicas

A portaria nº 234 (BRASIL, 1998) se baseava no uso do teor de umidade, dos resíduos minerais (cinzas), fixo e insolúvel em solução de ácido clorídrico a 10%v/v, do extrato aquoso e da cafeína como parâmetros físico-químicos para análise do produto erva-mate. Boa parte destes parâmetros serve como indicadores do grau de contaminação/adulteração do produto, bem como de sua conservação. Assim, os teores de cinzas e de umidade podem ser associados à qualidade microbiológica da erva-mate para chimarrão (BORDENAVE et al., 2003).

A composição química pode ser usada como ferramenta no controle de qualidade em unidades industriais ervateiras, desde que selecionados os componentes químicos e conhecidas suas implicações tecnológicas e as fontes de variação nos valores. Alguns componentes químicos vêm sendo usados durante décadas como referência para qualidade em erva-mate, em especial o teor de cafeína, importante indicador de qualidade para bebidas com propriedades estimulantes (SANTOS et al., 2003a).

Boa parte dos trabalhos sobre a composição química da erva-mate cita a cafeína como referencial para o controle de qualidade e análise do sabor (sendo associada ao gosto amargo). Assim, a quantificação da cafeína vem sendo realizada para a análise de erva-mate e seus derivados, chá mate tostado e chá mate verde (LACERDA et al., 2000; SCHMALKO e ALZAMORA, 2001).

Entretanto, são necessários certos cuidados na adoção da cafeína como parâmetro para controle de qualidade em erva-mate. Analisando matéria-prima de diferentes Estados do Brasil, PAULA (1968) constatou grande variação nos teores de cafeína e teobromina na erva-mate para chimarrão de acordo com a região de origem. Os dados do trabalho de COELHO (1998) e SANTOS et al. (2003a), apresentados nas Tabelas 4.1 e 4.2, respectivamente, também mostram diferenças nas concentrações de cafeína em amostras de erva-mate relacionadas ao Estado de procedência.

Tabela 4.1 - Teor de cafeína em folhas de erva-mate oriundas de diferentes Estados do Brasil.

Estado	Valor Mínimo (g/100g)	Valor Máximo (g/100g)	Valor Médio (g/100g)
Mato Grosso do Sul	0,24	0,36	0,30
Paraná	0,01	0,26	0,12
Santa Catarina	0,07	0,31	0,19

Fonte: COELHO (1998).

Tabela 4.2 - Teor de cafeína (%)* em amostras comerciais de erva-mate de diferentes Estados do Brasil.

Estado	Mínimo	Máximo	Média
Paraná	0,414	0,885	0,650
Santa Catarina	0,313	0,930	0,693
Rio Grande do Sul	0,437	0,949	0,646

* - Teores determinados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).

Fonte: SANTOS et al. (2003a).

Os resultados da Tabela 4.1 mostram valores diferentes para o mesmo parâmetro e o mesmo Estado. Há casos em que o valor da Tabela 4.1 representa uma fração (1/3) do valor da

Tabela 4.2, diferença que pode estar associada a fatores como método de preparo das amostras, técnicas diferentes de análise e época de tomada das amostras. Considerando apenas os dados da Tabela 4.2, merece destaque a grande amplitude dos dados em um mesmo Estado, como no caso de Santa Catarina, onde a variação chega a 200%. Isto dificulta a adoção de valores mínimos na definição de padrões de qualidade ou na comparação entre dados.

Outro fator que deve ser considerado é a falta de informações que permitam correlacionar componentes químicos com atributos sensoriais do produto. Os atributos sensoriais como cor, odor, sabor e textura são de natureza complexa, difíceis de quantificar e correlacionar com a qualidade esperada (KÄNZIG, 1995). Apesar disto, os componentes químicos presentes na erva-mate devem ser correlacionados à qualidade sensorial do produto, visando atender aos requisitos do mercado consumidor.

4.2.2.2. Características sensoriais

Apesar da importância dada pelos consumidores às características ou atributos sensoriais (PARANÁ, 1997), pouca coisa foi publicada sobre o tema e não há normas ou padrões estabelecidos nesta área. Isto prejudica o desenvolvimento da atividade ervateira sob vários aspectos, não só no que se refere à comercialização, como até mesmo no melhoramento genético da planta. Nesta área, pesquisadores reconhecem a importância dos atributos sensoriais, mas a carência de informações específicas para erva-mate, os leva a fazer inferências entre a erva-mate e o chá-da-índia (*Camellia sinensis*) (RESENDE et al., 1998).

A legislação também peca neste aspecto, pois apenas normas já revogadas tratam deste assunto. A portaria nº 234 (BRASIL, 1998) e a Resolução RDC nº 302 (BRASIL, 2002) citam como características sensoriais da erva-mate para chimarrão:

Aspecto: folhas e outras partes do ramo fragmentadas e secas.

Cor: de verde e seus matizes a amarelo pardo

Odor: próprio

Sabor: próprio

Para KÄNZIG (1995), a qualidade da erva-mate estaria relacionada à pureza do produto, aspectos microbiológicos e toxicológicos, composição físico-química, e características sensoriais. Este pesquisador lembra que os atributos sensoriais seriam os mais relevantes para o consumidor, destacando:

- Cor do produto seco e molhado;
- Aroma da erva na embalagem e na cuia;
- Gostos desejáveis e indesejáveis;
- Sabores residuais (depois de tragar);
- Força ou suavidade do mate;
- Duração do mate ou número de “cuiadas” tomadas com a mesma erva;
- Espuma que produz;
- Aumento do volume durante as cuias cevadas;
- Aspecto dos paus (palitos) moídos; e
- Quantidade e aspecto do pó.

Segundo pesquisa realizada pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná - SEAB, o consumidor de erva-mate teria preferência por comprar um produto se a este fosse associada melhor qualidade com relação a cor, sabor, aroma e preço baixo (PARANÁ, 1997). Uma pesquisa para determinar hábitos e preferências do consumidor foi conduzida por DUARTE e WASZCZYNSKYJ (2000), cujos dados obtidos estão de acordo com os resultados da pesquisa da SEAB. Os resultados mostram que cor, sabor e aroma são os parâmetros mais importantes na compra do produto. A quantidade de palitos foi apontada como problema por 34% dos entrevistados, pois altera o sabor do produto.

Considerando os resultados da presente pesquisa, as entrevistas realizadas nas unidades ervateiras também mostraram que os proprietários e técnicos consideram dentre os atributos sensoriais, o sabor, a cor e o aroma, como principais fatores indicadores de qualidade na erva-mate para chimarrão (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Parâmetros de qualidade da erva-mate observados pelos ervateiros.

Atributo observado	Frequência (%)
Sabor	61,7
Cor	54,2
Aroma	31,8
Granulometria	22,4
Outros fatores	16,8

Cor da erva-mate

A cor da erva-mate ainda é considerada o principal indicador de qualidade do produto. Em seu trabalho, RUCKER (2000) destaca a importância da avaliação da cor da erva-mate, como ferramenta para o controle de qualidade do produto comercial.

Com relação à cor do produto, há dois tipos principais de erva-mate, resultantes de diferenças no processamento, a de cor verde e a de cor amarela (EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991). A erva-mate cancheada possui naturalmente cor verde, sendo uma característica do produto recém-preparado. Com o tempo, a cor verde perde intensidade e o produto adquire uma coloração pálida (amarelo-dourada). A cor verde menos intensa é característica do produto armazenado, também denominado estacionado, e se torna estável depois de um armazenamento mínimo de seis meses.

Nas condições de mercado brasileiro, o produto estacionado possui certa rejeição por parte dos consumidores de mate, sendo visto como “produto velho” e a erva-mate com a cor pálida (oxidada) é rejeitada em alguns casos. Porém, existem consumidores para os dois tipos de produto, aqueles que preferem produto de coloração verde intensa e outros que dão preferência à erva-mate amarelo-dourada (RUCKER e CIRIO, 2000).

Sabor da erva-mate

O sabor global do produto erva-mate para chimarrão apresenta muita variação se consideradas as marcas comerciais existentes no Brasil. A análise desta diversidade é dificultada pela falta de métodos ou parâmetros. Não há uma classificação ou metodologia oficial vigente para análise sensorial da erva-mate. A Resolução RDC nº. 302 (BRASIL, 2002), revogada, cita, entre os requisitos da erva-mate para chimarrão, o aroma “próprio” do produto. A legislação vigente, Resolução RDC nº. 277 (BRASIL, 2005) não faz qualquer menção a atributos ou características sensoriais para a erva-mate.

Porém, já houve regulamentações neste sentido, como a resolução nº 485 do INM (INSTITUTO NACIONAL DO MATE, 1955). Neste documento, entre outros pontos, são encontradas afirmações associando o gosto amargo da erva-mate à presença de tanino e cafeína, e as variações neste atributo são vinculadas à origem da matéria-prima. O anexo da resolução nº 485 contém afirmação sobre o sabor fraco da erva-mate dos Estados do Paraná e

de Santa Catarina, enquanto no Rio Grande do Sul, são citadas duas regiões geográficas distintas, uma produzindo erva-mate de paladar fraco e a outra de paladar forte.

Embora haja variações na preferência do consumidor, o produto de sabor suave tem maior aceitação no mercado nacional, havendo uma rejeição aos produtos com sabor mais intenso (gosto amargo) conforme reportado pela EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (1991). Cabe destacar que o gosto amargo é constantemente associado ao sabor do chimarrão. Estudos realizados na Argentina mostram que julgadores treinados apontam o gosto amargo como característica marcante do mate e indicam preferência do consumidor argentino pelo produto com tal atributo mais acentuado (AGROMISIONES, 2005).

Aroma da erva-mate

O aroma característico do produto erva-mate para chimarrão não está presente nas folhas frescas. Conclui-se com isto que a formação do aroma se dá durante o beneficiamento e após a secagem. Reações químicas durante o armazenamento adequado do produto também levam a um aumento na intensidade do aroma. Assim como a cor, este processo de formação de aromas se estabiliza depois de determinado período de tempo (EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991).

São poucos os trabalhos disponíveis sobre aroma da erva-mate para chimarrão. Do mesmo modo, a legislação aborda este tema. A Resolução RDC nº 302 cita como padrão de qualidade o “odor próprio” do produto. Apesar disto, a erva-mate para chimarrão possui aroma elaborado. O aroma de fumaça ou de produto defumado é citado como típico do produto, provavelmente associado ao processamento. Tal aroma seria oriundo do contato do produto com os gases de combustão nas operações de sapeco e secagem, quando do uso de lenha como fonte de energia. A presença desse aroma não se vincula à coloração, mas pode afetar o sabor do produto.

Além do aroma de fumaça, outros estão presentes. Assim, avaliações sensoriais da erva-mate para chimarrão realizadas na Argentina indicaram a seguinte ordem de preferência: aroma doce; aroma típico do produto erva-mate e aroma de ervas (AGROMISIONES, 2005).

Granulometria

Um ponto interessante observado na Tabela 4.3 foi a citação da granulometria como parâmetro de qualidade do sabor por 22,4% dos entrevistados. A interação entre granulometria e sabor é um tema ainda pouco estudado para a erva-mate. A relação entre sabor e granulometria pode se originar da forma de consumo do produto. A erva-mate para chimarrão com maior granulometria facilita a infiltração da água no mate, favorecendo o umedecimento da erva durante o consumo do chimarrão. Isto contribui para o processo de extração de componentes da erva durante o consumo da bebida, dando sabor mais intenso ao mate. Esta relação entre extrato e qualidade sensorial pode ser confirmada pelos dados do trabalho de GUTKOSKI et al. (2001). Os resultados obtidos em testes de aceitação mostraram melhores respostas para amostras com maiores teores de extrato aquoso.

4.2.3. AVALIAÇÃO SENSORIAL DA ERVA-MATE

A análise sensorial de um alimento apresenta especificidades de acordo com o produto. Isto diz respeito não apenas aos atributos sensoriais analisados, como também se refere à técnica de análise e forma de consumo. As peculiaridades da avaliação sensorial da erva-mate se aplicam ao modo próprio de consumo do produto, ímpar na alimentação. A avaliação sensorial da erva-mate para chimarrão deve contemplar todos estes aspectos.

Na Argentina, a técnica vem sendo desenvolvida há alguns anos. KÄNZIG (2000) relata que os materiais e procedimentos para análise sensorial da erva-mate foram padronizados a partir de normas estabelecidas pelo Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM). Fato extremamente positivo, o desenvolvimento de estudos na Argentina traz, porém, limitações para aplicação direta no Brasil. KÄNZIG (1995) lembra que na análise sensorial pode-se notar claramente a influência dos usos e costumes do consumidor em seu conceito de qualidade. Os mercados brasileiros e argentinos diferem significativamente em atributos como cor, sabor e granulometria do produto.

SANTOS et al. (2003b) fizeram uso da análise sensorial para avaliar três diferentes marcas comerciais de erva-mate, oriundas de três regiões diferentes do Sul do Brasil. Os testes foram realizados com 16 julgadores não-treinados, mas consumidores habituais de chimarrão. Aplicando-se testes de ordenação foram avaliados os atributos: intensidade de cor, aroma e sabor, para o qual foi usado o extrato de erva-mate, simulando o chimarrão. Os julgadores

detectaram diferenças significativas para os atributos cor e aroma, mas não encontraram diferença significativa entre as amostras para o atributo sabor. Tais resultados podem mostrar que não há relações entre os atributos testados ou que a avaliação do atributo sabor requer adequado treinamento dos julgadores.

4.2.3.1. Preparo das amostras

Em todas as etapas do processo de análise sensorial, inclusive para seleção e treinamento dos julgadores, deve-se buscar a máxima padronização das condições de preparo das amostras, visando restringir variações apenas às diferenças nos atributos e permitindo que estas possam ser adequadamente percebidas e interpretadas (GRISWOLD, 1972).

Deve-se observar no preparo das amostras a sua adequada codificação e a ordem em que são apresentadas aos julgadores. Outro ponto que deve ser observado é o período do dia em que são realizados os testes. É recomendável a realização dos testes no intervalo entre as refeições, duas horas antes ou depois destas (GRISWOLD, 1972; MORAES, 1979).

Um fator específico no caso da análise sensorial da erva-mate seria a temperatura em que o produto é servido. Lembrando que a análise sensorial da erva-mate já contou com normas e padrões oficiais, é possível citar o trabalho de SOUZA (1947). Este autor descreve as provas de degustação da infusão em cuia, com 50 g de erva-mate, e com água a 80°C. É importante destacar a temperatura empregada nestas provas, uma vez que temperaturas elevadas podem influenciar na avaliação do sabor do produto. Maiores temperaturas levam a alterações na percepção, destacando determinados sabores. Por isto, FERREIRA et al. (2000) recomendam a avaliação do produto na temperatura em que é normalmente consumido.

A temperatura da água é importante também no preparo da cuia para avaliação da erva-mate na forma de chimarrão (EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991). A recomendação é que seja feito o aquecimento prévio da erva-mate na cuia, com água morna, no preparo para a degustação. O uso de água fervente levaria à “queima da erva”, alterando as características do produto.

Os procedimentos de preparo, apresentação e avaliação das amostras na forma de chimarrão geram dificuldades para a adequada padronização. Deste modo, DUARTE (2000) avaliou uma técnica alternativa de análise sensorial da erva-mate para chimarrão, que consiste no preparo de extrato, simulando a bebida na forma de chimarrão. Através de análises químicas propôs como condições adequadas para o preparo do extrato a proporção de uma

grama de erva-mate para 50 mL de água (2%), com a temperatura da água à 70°C e tempo de infusão de três minutos. O extrato obtido foi comparado com o extrato obtido no procedimento padrão (cuia de chimarrão) através da análise dos teores de sólidos totais e do perfil em espectroscopia de infravermelho. Os resultados demonstraram que os extratos obtidos em cuia e por infusão apresentam a mesma composição físico-química. Os resultados obtidos nas análises foram validados no trabalho realizado por NIETSCHE et al. (2002), que usaram o extrato para seleção e treinamento de julgadores para análise sensorial de chimarrão.

4.2.3.2. Realização de testes

Os métodos sensoriais podem ser agrupados em duas categorias básicas, os métodos analíticos e os métodos afetivos, tendo cada uma dessas categorias seus objetivos e aplicações distintas. Os métodos analíticos empregam julgadores treinados, podendo medir e descrever objetivamente as qualidades do produto. Nos métodos afetivos são consideradas as preferências e opiniões pessoais do avaliador, podendo-se determinar assim a aceitabilidade do produto (COSTELL e DURAN 1981; GATCHALIAN, 1981; GOULD e GOULD, 1993).

Considerando a terminologia proposta pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993), julgador é o indivíduo que participa do teste sensorial. Julgador selecionado é o indivíduo escolhido pela sua acuidade em realizar um teste sensorial e julgador treinado seria o julgador selecionado e submetido ao treinamento para determinado teste e produto.

Encontrar indivíduos aptos a participar de testes sensoriais, e, em um segundo momento, selecioná-los e treiná-los é uma tarefa que requer atenção. Para DUTCOSKY (1995) a escolha de uma equipe normalmente deve ser feita entre os membros de uma indústria, instituição ou escola, por razões econômicas e de disponibilidade.

O treinamento dos julgadores deve atender os seguintes objetivos:

- Familiarizar o julgador com os procedimentos dos testes;
- Aperfeiçoar sua habilidade em reconhecer e identificar atributos sensoriais nos alimentos;
- Melhorar sua capacidade sensitiva e de memória;
- Obter julgamentos precisos e consistentes através de uma "padronização" das medidas sensoriais, a fim de que os resultados possam ser reproduzidos.

Apesar de serem encontradas informações esparsas sobre avaliação sensorial de erva-mate, é inegável sua importância como ferramenta de controle de qualidade.

4.2.4. FATORES QUE PODEM ALTERAR A QUALIDADE DO PRODUTO

4.2.4.1. Características da planta

As plantas de erva-mate mostram grande variabilidade nas suas características químicas e morfológicas, o que pode ter várias implicações práticas, em particular no que se refere à qualidade do produto processado. Os produtos disponíveis no mercado não mostram um padrão uniforme, em especial a erva-mate para chimarrão, o que pode estar associado a variações na erva-mate verde.

Os fatores que causam tais diferenças na matéria-prima podem ser tanto genéticos quanto ambientais. As condições edafoclimáticas influenciam a fisiologia do vegetal, o que altera as propriedades do produto. Porém, plantas cultivadas próximas umas das outras, estando assim em ambientes com grande similaridade, apresentam características extremamente diversas. Este fato, possivelmente, deve estar associado à variabilidade genética da erva-mate, a qual já foi estudada por GAUER e CAVALLI-MOLINA (2000) e WINGE et al. (1995).

As diferenças observadas nas plantas de erva-mate estimularam o surgimento de diversas propostas para padronização da matéria-prima, visando a conseqüente padronização do produto. Caracteres morfológicos da planta, como folha e talo, têm sido empregados em associação a resultados de análises laboratoriais para tentar uniformizar e melhor conhecer o produto erva-mate. Isto levou ao surgimento de denominações específicas e classificações empíricas adotadas por parte dos ervateiros e técnicos. Estas classificações, embora não embasadas por estudos científicos, são de grande relevância, pois representam para a indústria uma tentativa de padronizar uma matéria-prima com características muito distintas.

Em publicação da EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (1991) são citadas diversas classificações regionais para a erva-mate. Para o Estado do Paraná, as diferenças permitiriam a separação em quatro tipos principais de erva-mate: a erva do talo roxo, com sabor forte; a erva de talo amarelo, com gosto amargo, porém suave; a erva da folha miúda, com sabor intermediário de bebida; e a erva timoneira, com a característica principal de apresentar a folha peluda e um gosto amargo fortíssimo.

Além desta classificação sugerida para o Paraná, existiriam outras, tanto para o Brasil, quanto para a Argentina, abordadas com primazia por MATTOS (1985). Todas estas

classificações seriam baseadas nas características morfológicas da planta, em especial das folhas e talos da erva-mate, gerando diversas denominações (EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991; REITZ et al., 1978).

Em seu trabalho, REISSMANN et al. (2003) estudaram plantas de erva-mate com características semelhantes, agrupadas em morfotipos. Pelas características observadas, esses pesquisadores identificaram três morfotipos:

a) Morfotipo amarelo: caracteriza-se por apresentar as folhas em tonalidade mais clara na região do limbo e as nervuras (principal e secundárias) em tonalidade amarela.

b) Morfotipo cinza: as folhas apresentam o limbo com uma tonalidade cinza-esverdeada e as nervuras com tonalidades amareladas, porém menos acentuadas do que no morfotipo anterior.

c) Morfotipo sassafrás: as folhas apresentam o limbo verde escuro e as nervuras num tom mais claro. O que caracteriza este morfotipo é o aspecto brilhante do limbo.

No trabalho citado, os pesquisadores avaliaram a composição química da planta e as características morfológicas para cada morfotipo, detectando diferenças entre os grupos. A variabilidade nas plantas de erva-mate (características morfológicas e composição química) deve se refletir no produto, em atributos como cor, sabor e composição química.

Para ANDRADE (1999), as variações nas características da matéria-prima e a procedência da erva-mate podem alterar atributos do produto, como o sabor da erva-mate brasileira. Isto permitiria caracterizar duas regiões básicas de produção de erva-mate no Brasil, considerando o paladar predominante da bebida: paladar forte, nas regiões com erva-mate de talo roxo, e paladar fraco, nas regiões com erva-mate de talo branco. Variações de sabor no produto de cada região estariam associadas às condições edafoclimáticas de cada região e as decorrentes diferenças na composição química da matéria-prima.

4.2.4.2. Alterações associadas ao processamento

O processamento de alimentos visa, em um primeiro momento, a manutenção da qualidade do produto pelo controle dos agentes deterioradores. No entanto este controle pode implicar em mudanças nas características da matéria-prima, em grau variável, conferindo novas propriedades ao produto. Isto ocorre também no caso da erva-mate.

O aquecimento da erva-mate durante o sapeco e a secagem causa mudanças no produto, alterando propriedades físicas e químicas. Entre as possíveis reações causadas pelo

processamento da erva-mate, LEPREVOST (1987) cita a ocorrência de polimerização, condensação, cisão, desidratação, hidrólise, volatilização e oxidação. As reações alterariam propriedades como o aroma e o sabor da erva-mate seca.

Na Argentina, BERTONI et al. (1993) analisaram a composição química das folhas frescas de *Ilex paraguariensis*, *Ilex dumosa* e *Ilex brevicuspis* e as alterações que ocorrem durante seu processamento. As folhas sofreram transformações em alguns de seus componentes químicos durante o sapeco, etapa considerada precursora na formação de compostos voláteis. Os compostos voláteis seriam formados com maior intensidade durante o processo de estacionamento, formação que envolve reações de oxidação de lipídios e a presença de compostos fenólicos (antioxidantes).

A influência do processamento sobre a qualidade foi constatada também por CAMPOS (1996). Analisando a erva-mate processada de forma tradicional foram detectados teores de flavonóides e polifenóis cerca de 1,3 vez maior que os observados na erva seca ao ar. No entanto, esta última apresentou teores de xantinas duas vezes mais elevados.

As alterações na composição química variam de acordo com a tecnologia empregada no processamento. O uso de secadores de modelos distintos implica em diferentes condições de processo, como tempo e temperatura de secagem e do material, fatores que devem alterar as características da erva-mate. ESMELINDRO et al. (2002) avaliaram as mudanças na composição química da erva-mate processada em dois sistemas de secagem diferentes, um com secador rotativo e outro com secador de esteiras. Os resultados não puderam ser associados ao tipo de secador. De forma geral, foi possível observar que as operações de sapeco e de secagem afetaram os teores dos compostos analisados, comprovando que as altas temperaturas empregadas levam a alterações físico-químicas da erva-mate, em particular da cafeína. As etapas do processamento industrial (sapeco, secagem e cancheamento) não influenciam significativamente os teores de cinzas e fibras da erva-mate, mas afetaram os teores de gorduras, proteínas, glicose, sacarose e cafeína.

A necessidade de controle nos processos onde há aquecimento da erva-mate foi destacada por LEPREVOST (1987), que sugere o controle do aquecimento para favorecer reações desejáveis, conferindo melhores atributos ao produto. O controle do processo de aquecimento pode proporcionar maior controle da umidade presente no produto final, garantindo assim a manutenção da qualidade e a ausência de riscos para o consumidor.

4.3. MATERIAIS E MÉTODOS

4.3.1. AMOSTRAS EMPREGADAS

Durante as etapas de treinamento e seleção de julgadores foram usados lotes comerciais de erva-mate, adquiridos em pontos de venda na cidade de Curitiba. As amostras empregadas nos ensaios¹⁴ foram coletadas em ervateiras paranaenses, unidades selecionadas durante a segunda etapa do trabalho, quando da avaliação energética.

As avaliações realizadas empregaram diferentes tipos de amostras, variando em função dos objetivos e característica do ensaio, bem como da estrutura da unidade onde foram realizadas as coletas. Foi empregada erva-mate cancheada e erva-mate para chimarrão. A descrição do tipo de amostra é efetuada para cada ensaio.

4.3.2. ANÁLISES QUÍMICAS

As amostras de erva-mate para chimarrão foram analisadas para determinação de parâmetros químicos comumente empregados no controle de qualidade de erva-mate. Foram feitas análises de umidade, cafeína, cinzas, cinzas insolúveis em ácido e extrato aquoso. As análises foram realizadas no Laboratório de Química de Alimentos da Universidade Federal do Paraná. As amostras de erva-mate foram homogeneizadas e as determinações realizadas em duplicata.

Para determinação da cafeína foi empregada cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), seguindo o método descrito pela Deutsches Institut für Normung - DIN (1994). As determinações de umidade, cinzas, cinzas insolúveis em ácido e extrato aquoso seguiram os métodos descritos pela AOAC (2000).

4.3.3. ANÁLISE SENSORIAL DE ERVA-MATE

A análise sensorial da erva-mate empregou diferentes testes e procedimentos descritos por CHAVES (2001) e FERREIRA et al. (2000), conforme os objetivos e características de cada ensaio.

¹⁴ O termo ensaio refere-se às avaliações/testes que empregaram amostras definitivas, associadas aos temas estudados neste trabalho.

4.3.3.1. Recrutamento, seleção e treinamento de julgadores.

Todas as atividades relacionadas à análise sensorial (recrutamento, seleção, treinamento e análises de amostras coletadas) foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Recrutamento dos candidatos

O convite para participar da equipe de julgadores treinados foi divulgado à comunidade da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O convite foi dirigido às pessoas que freqüentam a Universidade, visando facilitar o contato com os candidatos no processo de seleção e na própria condução dos ensaios. Os candidatos inscritos preencheram um questionário (Anexo 1) e passaram por entrevista. Compareceram nesta fase apenas estudantes da UFPR, tanto de graduação quanto de pós-graduação.

Seleção e treinamento de julgadores

O processo de seleção foi realizado em diferentes etapas. A primeira seleção se deu pela análise dos dados obtidos no questionário e na entrevista, considerando possível rejeição pelo produto e disponibilidade de tempo. Os candidatos aprovados na entrevista participaram de testes de treinamento voltados aos atributos cor (intensidade da cor verde), aroma global e sabor global da erva-mate para chimarrão. Os testes com erva-mate para chimarrão permitiram identificar os melhores julgadores quanto à freqüência de realização dos testes (regularidade) e percentual de acerto. Os candidatos com maior percentual de acerto e regularidade (boa freqüência) foram selecionados.

Inicialmente o treinamento e seleção tinham como objetivo a formação de uma única equipe. Entretanto, o número limitado de julgadores, a reprovação de candidatos em um único atributo e as faltas ocasionais levaram à mudança na proposta original. A seleção passou a ser feita para cada atributo, de forma independente. Deste modo foram constituídas três equipes, com número diferente de julgadores em cada uma. No total foram treinados 25 julgadores.

Durante o treinamento foram empregados testes de diferença, triangulares e de ordenação (modelos dos formulários adotados encontram-se nos Anexos). Lembra-se que os testes realizados permitiram selecionar os melhores candidatos e, ao mesmo tempo, serviram para treinamento da equipe. A análise sequencial de Wald foi empregada para seleção dos

juízes, sendo selecionados ao final 20 juízes para aroma, 22 para cor, 16 para sabor na caba e 20 para sabor quando do uso de extratos.

Em virtude da familiarização dos juízes, os procedimentos adotados na etapa de treinamento foram mantidos para os ensaios, na avaliação da qualidade da erva-mate para chimarrão. Por isto, os testes empregados no treinamento são descritos a seguir.

4.3.3.2. Testes para treinamento de juízes.

Os juízes foram treinados durante 12 meses para avaliação da cor, aroma e sabor da erva-mate para chimarrão. Os ensaios para avaliação das amostras foram realizados durante este período, mas apenas depois do treinamento inicial de 4 meses.

Os atributos avaliados durante o treinamento foram:

- cor: intensidade da cor verde.
- aroma: intensidade do aroma característico e intensidade do aroma de fumaça.
- sabor: intensidade do sabor do chimarrão, intensidade do gosto amargo e intensidade do sabor de fumaça.

Cor

A avaliação da intensidade da cor foi feita a partir de testes triangulares e de ordenação. Para o treinamento foram preparadas amostras de erva-mate com variações de cor, em grau de dificuldade crescente. As variações foram obtidas a partir da oxidação controlada do produto através de (1) diferentes tempos de armazenamento e (2) exposição do produto à luz solar direta.

Assim, foram usados lotes comerciais de erva-mate (embalagem de papel) de uma mesma marca com diferentes datas de fabricação (tempo de armazenamento). Lotes com 12 meses de fabricação foram comparados com lotes recém processados, com menos de 30 dias de fabricação. Isto foi feito considerando que há reações de oxidação durante o armazenamento, as quais alteram a cor do produto, reduzindo a intensidade da cor verde.

Na exposição à luz solar foram empregadas unidades (pacotes de erva-mate) de um mesmo lote, expostas ao sol por tempos diferentes. A exposição ao sol também acelera o processo de oxidação, alterando a cor do produto. A erva-mate removida da embalagem era colocada em bandejas plásticas, em camadas com cerca de 0,5cm de espessura e expostas ao sol.

Para apresentação das amostras aos julgadores para avaliação, eram tomadas alíquotas (50 g) e colocadas em placas de Petri. As placas eram revestidas externamente com papel alumínio e devidamente codificadas. Os julgadores eram orientados para que as placas fossem descobertas somente no momento da avaliação, realizadas em local com iluminação controlada, com luz fluorescente.

Aroma

A avaliação do aroma empregou testes triangulares e de ordenação para avaliar a intensidade do aroma e a intensidade do aroma de fumaça. As variações na intensidade do aroma foram obtidas empregando-se amostras com diferentes tempos de armazenamento (as mesmas empregadas nos testes de cor), marcas comerciais com diferenças sensíveis neste atributo e preparo de amostras com variações na proporção de folhas e palitos.

A erva-mate armazenada é considerada pelos industriais e consumidores como tendo menor intensidade de aroma. O efeito do tempo de armazenamento está associado à oxidação do produto, a qual pode causar alteração no aroma. Neste estudo, o produto foi armazenado em embalagens de papel, que favorecem a oxidação e permitem perda de compostos aromáticos do produto para o ambiente.

O treinamento para intensidade do aroma de fumaça foi realizado por ser este atributo comum em amostras de erva-mate comercializadas no Brasil e por este atributo estar associado ao processamento, tema deste trabalho. Para obtenção de amostras com aroma de fumaça em diferentes intensidades foram adquiridas amostras comerciais de diferentes marcas, reconhecidas pelos ervateiros como tendo aroma pronunciado de fumaça e amostras com aroma suave.

No caso da proporção folhas/palitos, o palito separado no momento da tamisação era novamente adicionado, em quantidades controladas. Como o palito possui tanto aroma quanto sabor suave ou neutro, sua adição foi adotada como forma de diluição do aroma. A mistura de alíquotas dessas frações, em diferentes proporções (100, 75, 50 e 25%), propiciou as diferenças necessárias na intensidade do aroma para o treinamento e seleção dos julgadores.

A análise do aroma era realizada com o produto depositado em cuia de porcelana, codificada. A escolha das cuias de porcelana se deve à forma apropriada do recipiente, que concentra os aromas, e ao fato da porcelana ser material inerte. Materiais porosos permitiriam

a contaminação por aromas residuais. Após cada teste, as cuias eram lavadas com detergente, enxaguadas e secas em estufa.

Para análise do aroma cada cuia recebeu $\frac{3}{4}$ de seu volume (cerca de 75g) com erva-mate e foi coberta com uma placa de Petri revestida por papel alumínio (Figura 4.1). Os julgadores eram orientados a remover a placa de Petri o momento do ensaio.



Figura 4.1 - Forma de apresentação das amostras de erva-mate para avaliação do aroma.

Sabor

O treinamento e a seleção de julgadores foram realizados com a aplicação de testes triangulares e de ordenação para o sabor, sendo avaliados a intensidade do sabor, a intensidade do gosto amargo e a intensidade do sabor de fumaça. As variações na intensidade destes atributos foram obtidas de forma similar ao procedimento adotado para o atributo aroma, ou seja, com amostras de erva-mate de diferentes tempos de armazenamento, marcas comerciais com diferenças sensíveis de sabor e variações na proporção de folhas e palitos..

A avaliação do sabor de erva-mate para chimarrão é um tema controverso. A forma tradicional de consumo do produto, como chimarrão, pode ser associada a inúmeros fatores de variação, diminuindo a precisão dos testes. Por isto, para validar a metodologia, a forma de preparo e apresentação das amostras para avaliação do sabor foi tema de um ensaio específico. Foram testadas duas formas: apresentação na cuia e em copos, na forma de extrato.

4.3.3.3. Execução dos testes

A execução de testes para a análise sensorial de chimarrão observou alguns cuidados e critérios, para garantir reprodutibilidade e precisão nos resultados. Cabe destacar alguns pontos principais:

A - horário dos testes: como os julgadores em treinamento eram alunos, os testes eram realizados nos intervalos de aula (entre 09h00 e 11h00 no período da manhã e 14h30 e 16h30 no período da tarde), em função da disponibilidade de tempo destes e para propiciar adequado intervalo entre as refeições (foi solicitado respeitar o período de uma hora entre os horários habituais de refeição).

B - preparo das amostras: as amostras eram preparadas, montando bandejas com um jogo completo para cada julgador. Deste modo, o julgador recebia uma bandeja com as amostras para análise da cor, outra para aroma e uma última para análise do sabor. Foram adotados códigos para aleatorização da ordem de apresentação das amostras e das bandejas.

C - local de realização: foram empregadas duas salas, adaptadas para a realização de testes sensoriais, com ambiente ventilado e iluminação controlada. A primeira com luz fluorescente, para análise da cor, e uma segunda sala, com iluminação restrita (Figura 4.2), para avaliação de aroma e sabor.



Figura 4.2 - Local para avaliação de aroma e sabor.

4.3.4. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ERVA-MATE

Após a realização das etapas anteriores, com a equipe treinada e apta a avaliar as amostras, foram executados ensaios para:

- definir a melhor forma de preparo e apresentação das amostras de erva-mate para avaliação do sabor.
- selecionar os atributos para avaliação da qualidade, comparando parâmetros químicos com sensorial.
- análise da influência de características morfológicas da planta sobre atributos da erva-mate para chimarrão.
- influência do tipo de secagem sobre a qualidade da erva-mate para chimarrão.

4.3.4.1. Forma de preparo das amostras para análise do sabor

Os testes iniciais para treinamento e seleção de julgadores foram realizados com as amostras sendo apresentadas na forma de chimarrão. As cuias eram preparadas de forma tradicional, como descrito por FAGUNDES (1980) e URBAN (1990), podendo a metodologia ser resumida como:

- a) Adição da erva-mate em quantidade de até $\frac{3}{4}$ do volume da cuia;
- b) A erva-mate dentro da cuia é então acomodada na posição horizontal, com o auxílio de suporte (aparador);
- c) É acrescentada água fria em quantidade necessária para a montagem da cuia;
- d) A bomba é colocada, mantendo-se o bocal fechado;
- e) A água fria é sugada, removida da cuia, ficando a cuia pronta para ser servida;
- f) A água quente é adicionada na cuia, podendo então ser consumido o chimarrão.

Visando a padronização do preparo do chimarrão, apenas uma pessoa ficou encarregada da montagem das cuias. A cuia de porcelana, escolhida para os testes, se mostrou de bom tamanho e praticidade na limpeza e higienização, pois o uso de cuias de materiais porosos pode levar a retenção de amostra e aromas/sabores residuais. Entretanto, a superfície de porcelana difere da cuia tradicional, de porongo. Por ser de superfície mais lisa, a cuia de porcelana exigiu um tempo de adaptação para adequada montagem do mate em tempo hábil.

O chimarrão era preparado logo após a chegada do julgador e rapidamente servido. Foi empregada água mineral, sempre de uma mesma marca comercial. A água era aquecida e mantida em garrafas térmicas até o momento do teste, a uma temperatura de 65°C.

As cuias foram cobertas com papel alumínio, impedindo a visualização do produto, e servidas em bandejas (Figura 4.3). Os julgadores foram orientados a adicionarem água na cuia e logo em seguida consumirem o chimarrão. O tempo de contato entre a água e a erva-mate

causa variação na extração de compostos. Portanto, se a adição de água for feita sem que o chimarrão seja logo consumido pode ocorrer uma extração diferenciada, gerando um fator de variação não controlado.



Figura 4.3 - Apresentação das amostras para avaliação de sabor, na forma de chimarrão.

No entanto, as variáveis referentes ao preparo das amostras, como o tempo de preparo das cuias e o volume de material necessário para cada teste, geraram questionamentos quanto à reprodutibilidade dos resultados. Assim, após quatro meses de treinamento com cuias, foi efetuado um ensaio para comparação entre este método e o preparo das amostras na forma de extrato de erva-mate, simulando a bebida chimarrão, conforme procedimento utilizado por DUARTE (2000).

O extrato foi preparado em frascos de Erlenmeyer, na proporção 1: 10 (50g de erva-mate para 500mL de água). Foram usadas amostras de erva-mate para chimarrão de lotes comerciais. A temperatura da água adicionada foi de 70°C e o tempo de extração de 5 minutos. Decorrido este tempo, o material foi filtrado usando suporte e papel filtro para café. O extrato obtido foi colocado em garrafa térmica, sendo que cada garrafa continha o extrato referente a cada tratamento/lote a ser avaliado. A temperatura do extrato, medida dentro da garrafa térmica, se situou entre 60 e 65°C. A amostra era servida no momento da avaliação, em copos de plástico descartáveis, com cerca de 40 mL de extrato.

Neste ensaio foram realizados diversos testes para comparar as duas formas de preparo. Os julgadores em treinamento fizeram testes durante oito semanas, com 2 avaliações

semanais, recebendo amostras em cuias e em copos, na forma de extrato pronto. Os tratamentos testados consistiram de amostras com variações na intensidade do sabor global, obtidas pela adição de diferentes quantidades de palitos. Assim, foram comparados lotes com diferentes proporções de folha e palito conforme detalhado a seguir: (a) 100% de folha; (b) 100% de palito, (c) 75% de palito + 25% de folha; (d) 50% de palito e 50% de folha; e (e) 25% de palito e 75% de folha; em grau crescente de dificuldade.

Os testes adotados eram testes triangulares e os resultados foram avaliados pela análise sequencial de Wald (FERREIRA et al., 2000).

Os parâmetros adotados para a análise foram:

Máxima habilidade inaceitável - $p_0 = 1/3$

Mínima habilidade aceitável - $p_1 = 2/3$

Probabilidade de selecionar um candidato inaceitável - $\alpha = 0,15$

Probabilidade de não selecionar um candidato aceitável - $\beta = 0,10$

4.3.4.2. Influência de características morfológicas nos atributos do produto.

Para o ensaio que avaliou a influência de características morfológicas da matéria-prima sobre os atributos sensoriais da erva-mate para chimarrão foram preparados três lotes comerciais de erva-mate para chimarrão, a partir de plantas de três distintos morfotipos: amarelinha, sassafrás e cinza.

Visando o máximo controle sobre os fatores que podem afetar a qualidade do produto comercial, as amostras foram elaboradas a partir de plantas coletadas em uma mesma região, colhidas na mesma data e processadas em uma mesma unidade industrial. Assim, cada um dos morfotipos gerou um lote comercial de produto. Os três lotes foram produzidos com matéria-prima do município de Ivaí-PR e processados na empresa Neiverth Filho & Cia Ltda.

Para o preparo de cada lote a matéria-prima foi colhida em cerca de 180 erveiras de cada morfotipo, totalizando aproximadamente 2.000 kg de folhas por morfotipo e produzindo cerca de 600 kg de erva-mate para chimarrão. A área do talhão colhido foi de aproximadamente 6.000m². A colheita das folhas foi efetuada em plantas com idade de 12 anos, apresentando um intervalo de dois anos desde a última colheita. A técnica usada para a colheita foi a quebra manual dos galhos das árvores selecionadas.

A secagem da erva-mate foi realizada em secador rotativo de fluxo contínuo GRIMM. A erva-mate seca foi socada para chimarrão um dia após a secagem.

As amostras de cada morfotipo foram levadas para o laboratório, para a realização dos ensaios, com testes de ordenação e análises químicas. Assim, em apenas um trabalho foi possível analisar dois fatores. Além da relação entre características da planta e qualidade, foi possível determinar os melhores parâmetros para análise.

Embora testes de preferência exijam número maior de julgadores, a análise do atributo “sabor preferido” foi feita aproveitando-se a disponibilidade de julgadores treinados e de amostras elaboradas com rigor técnico, em detrimento da necessidade de validação dos resultados em função do número de julgadores inferior ao necessário (FERREIRA et al., 2000).

4.3.4.3. Seleção de atributos para avaliação da qualidade.

O uso de parâmetros sensoriais em detrimento de parâmetros químicos levantou questionamento sobre a identificação dos melhores indicadores de qualidade. Os parâmetros químicos eram monitorados pelas indústrias ervateiras, principalmente por força da lei, como na portaria nº234, que exigia a análise de umidade; resíduos minerais (cinzas) - fixo e insolúvel em solução de ácido clorídrico a 10%v/v; extrato aquoso e cafeína. Em decorrência da mudança de legislação, a análise destes parâmetros caiu em desuso.

Empregando os dados das análises sensoriais realizadas no ensaio anterior (descritas no item 4.3.4.2.) e das análises químicas das amostras empregadas neste ensaio foi possível definir a metodologia para uso na continuidade dos testes. A análise permitiu estabelecer se haveria a necessidade da análise química das amostras, indicando ainda possível correlação entre parâmetros químicos e os parâmetros sensoriais listados pelos industriais do setor. O cruzamento dos dados da análise sensorial com os resultados das análises químicas permitiu a comparação e seleção dos parâmetros empregados para a análise da qualidade.

É importante lembrar que as amostras dos três diferentes tipos morfológicos de erva-mate (morfotipos) foram processadas na mesma unidade de cancheamento. O produto gerado (erva-mate para chimarrão) foi analisado e os resultados das análises químicas foram avaliados com base na comparação das médias através do Teste t e os resultados da análise sensorial foram comparados usando as Tabelas de Newell e Mac Farlene (FERREIRA et al., 2000).

4.3.4.4. Influência do sistema de secagem na qualidade da erva-mate para chimarrão.

Para se quantificar a influência da tecnologia de cancheamento na qualidade da erva-mate para chimarrão foi realizado ensaio com quatro amostras de produto, coletadas em uma das ervateiras estudadas na etapa de avaliação dos equipamentos. As amostras foram coletadas na Unidade 1, na Ervateira Capimar, em União da Vitória, considerando os dois sistemas de secagem presentes na empresa: secador de esteiras e secador rotativo. Por outro lado, foram coletadas amostras de matéria-prima de diferentes sistemas de cultivo, referentes a ervais nativos e ervais cultivados, em áreas de propriedade da empresa, localizada no mesmo município. A erva-mate foi processada em dois sistemas de secagem diferentes (Tabela 4.4), secagem lenta e secagem rápida.

Tabela 4.4 - Características dos sistemas de secagem avaliados.

Sistema	Localização	Tipo de secagem (tempo)	Tipo de secador	Capacidade
1	União da Vitória	Lenta	Secador de Esteiras	1750kg/h
2	União da Vitória	Rápida	Rotativo	2500kg/h

As amostras de erva cancheada foram moídas (socadas) em pilão manual e uniformizadas de acordo com sua granulometria. Foram realizados testes de ordenação para os atributos intensidade da cor verde, intensidade do gosto amargo e intensidade do aroma.

4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.4.1. FORMA DE PREPARO DAS AMOSTRAS PARA ANÁLISE DO SABOR

Os resultados da análise seqüencial de Wald, após 8 semanas de treinamento, com 25 julgadores, são apresentados na Tabela 4.5. Os dados referem-se ao número de julgadores aprovados, reprovados ou para serem mantidos em treinamento para avaliação dos atributos intensidade do sabor e sabor de fumaça.

Tabela 4.5 - Resultados da análise seqüencial de Wald para o atributo sabor empregando cuia e extrato.

Forma de apresentação da amostra	Número de julgadores		
	Aprovados	Treinamento	Reprovados
Cuia	16	7	2
Extrato	20	2	3

Considerando os resultados, o uso do extrato de erva-mate nos testes permitiu uma seleção de maior número de julgadores do que com o uso das cuias, 20 contra 16, durante o mesmo período, além de eliminar maior número de candidatos, sem o perfil adequado. O número de pessoas mantidas em treinamento foi maior quando do uso da cuia, 7 contra 2, representando custo maior para o processo. Isto permite considerar o extrato como a melhor forma de apresentação das amostras para análise de sabor em erva-mate para chimarrão.

Além destes dados, os resultados ao final do treinamento, considerando o percentual de acerto dos aprovados e não-aprovados, também são interessantes. O percentual de acerto foi de 76,5% para os testes de aroma; 97,1% para a cor; 49,2% para o sabor na cuia; e 65,0% para o sabor do extrato. Estes valores dizem respeito à média de acertos em todos os testes, lembrando que houve variação de intensidade nos atributos, buscando grau elevado de dificuldade nos últimos testes.

Cabe destacar que, mesmo após 4 meses de treinamento empregando cuia, o percentual de acerto nos testes foi menor do que empregando o extrato, um método novo no processo de treinamento dos julgadores. As dificuldades para padronização das condições e as peculiaridades do chimarrão podem justificar este resultado.

4.4.2. MORFOLOGIA DA PLANTA E QUALIDADE DO PRODUTO

4.4.2.1. Composição química

Os resultados obtidos na análise química das amostras de erva-mate, com a comparação das médias, são apresentados na Tabela 4.6. Nota-se que existe variação dos parâmetros químicos determinados entre os diferentes morfotipos. Particularmente quanto à cafeína observa-se que os dados obtidos encontram-se na faixa de variação daqueles reportados por Santos et al. (2003a), conforme a Tabela 4.2.

Tabela 4.6 - Teores de componentes químicos da erva-mate elaborada com diferentes morfotipos.

Morfotipo	Umidade (%)	Cinzas (%)	Cinzas insolúveis em HCL (%)	Extrato aquoso (%)	Cafeína (%)
Sassafrás	7,47 a	5,79 b	0,76 a	36,66 a	0,60 a
Amarelinha	6,79 b	5,98 a	0,89 a	35,89 b	0,41 c
Cinza	5,30 c	5,30 c	0,63 b	34,43 c	0,49 b

Comparação de médias pelo teste t - $G.L._{res.} = 04$ - $t_0 = 2,78$ (5%) e $t_0 = 4,60$ (1%), sendo que médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente.

Embora todos os lotes tenham sido processados no mesmo dia e equipamento, houve diferença entre os valores obtidos para a umidade do produto, ainda que todos estivessem dentro do limite estabelecido de no máximo 10% (BRASIL, 2002).

Além disto, quanto aos demais parâmetros, nota-se que houve um comportamento distinto para cada um deles se considerados os morfotipos avaliados. O morfotipo amarelinha mostrou os maiores teores de cinzas, enquanto o morfotipo cinza apresentou as menores concentrações dos elementos analisados, exceto a cafeína.

Variações na composição química do produto podem indicar diferenças nos atributos sensoriais ou potenciais aplicações diferenciadas. O conceito de morfotipos está sendo difundido entre ervateiros e os dados obtidos podem indicar que a padronização do produto deve começar pela padronização da matéria-prima, considerando suas características morfológicas.

4.4.2.2. Atributos sensoriais

Os resultados da análise sensorial são apresentados na Figura 4.4, referentes aos quatro parâmetros avaliados para os três morfotipos. Os dados do ensaio são apresentados na forma de somas das ordens (FERREIRA et al., 2000) dos 18 julgadores aprovados.

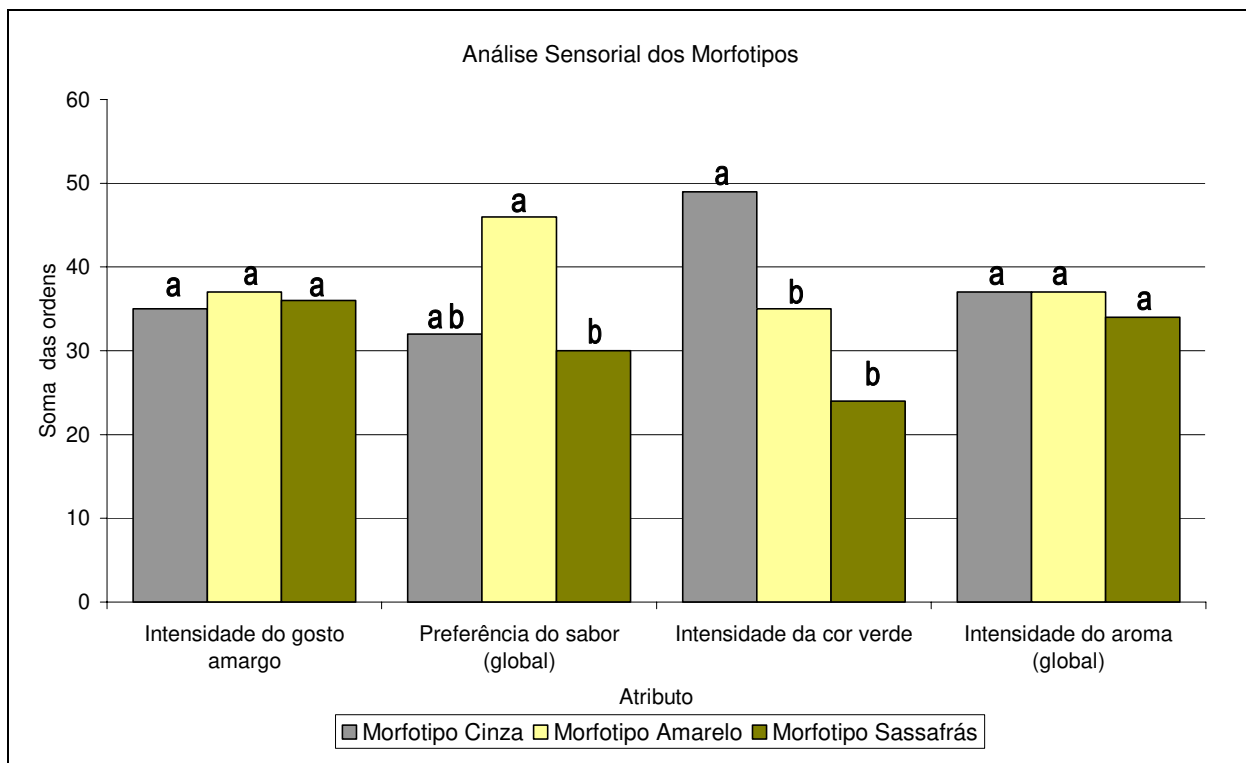


Figura 4.4 - Resultados da análise sensorial da erva-mate para chimarrão de três morfotipos.

Cor

Os resultados do atributo intensidade da cor verde mostram diferenças entre os morfotipos testados. A cor verde mais intensa foi observada na erva-mate do morfotipo cinza, diferindo estatisticamente dos demais. A maior intensidade da cor verde para o morfotipo cinza é um fato interessante, pois a denominação “cinza” se originou do tom acinzentado das folhas, mais claras que as dos outros morfotipos. Assim, a cor do produto processado contrasta com as características observadas nas folhas das plantas.

Do mesmo modo, árvores do morfotipo sassafrás possuem folhagem de cor verde acentuada e de brilho intenso. Após processadas, as folhas destas árvores geraram produtos com cor verde menos intensa, embora estatisticamente equivalente ao morfotipo amarela.

Aroma

O gráfico mostra que não houve diferença entre os morfotipos quanto à intensidade do aroma característico do produto. Os resultados são coerentes, pois o aroma do produto erva-mate para chimarrão não é detectado na matéria-prima. Assim sendo, se o aroma não está presente nas folhas frescas, a formação do aroma do produto deve ocorrer no beneficiamento, durante o sapeco e a secagem. O aroma similar do produto obtido de diferentes materiais vegetais, processados em um mesmo conjunto de sapecador-secador, pode confirmar esta informação, indicando a importância do processo industrial para a qualidade do produto com relação a este atributo. Reações químicas durante o armazenamento adequado do produto também levariam a um aumento na intensidade do aroma (CASSETAI e KÄNZIG, 2003).

Sabor

Os resultados obtidos para o atributo intensidade do gosto amargo na erva-mate para chimarrão mostraram comportamento similar aos do aroma. As somas das ordens (FERREIRA et al., 2000) para os três morfotipos foram estatisticamente semelhantes, indicando não haver efeito deste fator no gosto amargo.

Preferência de sabor

Embora testes de preferência exijam número maior de julgadores, a análise deste atributo foi solicitada no ensaio buscando tirar proveito da disponibilidade dos julgadores e de amostras elaboradas com rigor técnico.

A bebida chimarrão é popularmente conhecida como “mate amargo” ou “amargo”. No entanto, pelos resultados obtidos, a preferência de sabor não esteve associada ao atributo gosto amargo propriamente dito, indicando haver outros componentes importantes na definição do sabor característico da erva-mate para chimarrão.

4.4.3. SELEÇÃO DE ATRIBUTOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE.

A erva-mate para chimarrão elaborada com cada um dos morfotipos foi submetida a análises químicas. Os resultados destas análises foram associados aos dados da análise sensorial realizada por julgadores treinados (Tabela 4.7).

Tabela 4.7 - Resultados das análises químicas e sensoriais de erva-mate elaborada com diferentes morfotipos.

Atributos sensoriais (soma das ordens)					
Morfotipo	Intensidade do gosto amargo		Intensidade da cor verde		Intensidade do aroma característico
Sassafrás	36 a		24 b		34 a
Amarela	37 a		35 a b		37 a
Cinza	35 a		49 a		37 a

Atributos químicos					
Morfotipo	Cinzas %		Cinzas % HCl		Extrato aquoso
Sassafrás	5,794 b		0,759 a		36,66 a
Amarela	5,976 a		0,892 a		35,89 b
Cinza	5,295 c		0,632 b		34,43 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 4.7, em especial os resultados do teste para comparação das médias (Tukey), mostram que não houve relação entre os parâmetros químicos e sensoriais. Tal fato desperta interesse, pois a tabela contém parâmetros químicos citados na literatura como relacionados a atributos sensoriais, como no caso do extrato aquoso (GUTKOSKI et al., 2001). Este também é o caso da relação entre teor de cafeína e gosto amargo do chimarrão.

Os resultados mostram diferentes teores de cafeína presentes nas amostras, mas sem correspondência com o atributo gosto amargo. A presença de cafeína em maiores quantidades na erva-mate elaborada com o morfotipo sassafrás não correlacionou-se com a maior intensidade no atributo gosto amargo.

Produtos com diferentes teores de cafeína não mostraram variação no sabor amargo. Este comportamento está de acordo com o observado para o chá-da-índia, produto no qual a cafeína tem participação limitada do gosto amargo FAO (1974). Apesar de trabalhos antigos já analisarem a relação entre cafeína e gosto amargo para o chá-da-índia (HARLER, 1963; FAO, 1974), no caso da erva-mate ainda há pontos para serem trabalhados. Novos estudos devem quantificar a participação da cafeína no sabor, bem como o papel de outros componentes químicos ou fatores relacionados à cultura e processo, como características da planta e variáveis operacionais no processamento.

Os resultados permitiram definir o uso de atributos sensoriais para o controle de qualidade da erva-mate para chimarrão neste trabalho.

4.4.4. CANCHEAMENTO E QUALIDADE DO PRODUTO

Definidos os atributos para avaliação da qualidade, foi realizado um ensaio com o objetivo de avaliar as variações associadas à tecnologia de cancheamento. Amostras de erva-mate nativa e cultivada foram processadas nos sistemas de secagem 1 e 2 (Tabela 4.4), ambos descritos e avaliados neste trabalho. Isto permitiu uma comparação entre a erva-mate produzida a partir de dois diferentes tipos de secagem, lenta e rápida.

Os resultados da avaliação das amostras para os parâmetros cor verde, intensidade do sabor, e intensidade do aroma são apresentados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Resultados das análises sensoriais de erva-mate de diferentes sistemas de cultivo e de secagem.

Atributo	Análise sensorial	Soma das ordens			Calculados	
	Sistema de cultivo - secagem				Sistema de cultivo –secagem	Valores calculados
Intensidade da cor verde	Erval Cultivado – Secagem Lenta	41	b	c	Erval Nativo	65
	Erval Cultivado – Secagem Rápida	29		c	Erval Cultivado	35
	Erval Nativo – Secagem Lenta	75	a		Secagem Lenta	58
	Erval Nativo – Secagem Rápida	55	a	b	Secagem Rápida	42
Intensidade do aroma	Erval Cultivado – Secagem Lenta	51	a	b	Erval Nativo	53
	Erval Cultivado – Secagem Rápida	42		b	Erval Cultivado	47
	Erval Nativo – Secagem Lenta	65	a		Secagem Lenta	58
	Erval Nativo – Secagem Rápida	42		b	Secagem Rápida	54
Intensidade do gosto amargo	Erval Cultivado – Secagem Lenta	60	a		Erval Nativo	44
	Erval Cultivado – Secagem Rápida	53	a	b	Erval Cultivado	56
	Erval Nativo – Secagem Lenta	48	a	b	Secagem Lenta	54
	Erval Nativo – Secagem Rápida	39		b	Secagem Rápida	46

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A Tabela 4.8 mostra os valores da soma das ordens, obtidos na análise sensorial realizada por 20 julgadores treinados (número padronizado para facilitar comparações). As letras mostram os resultados da comparação estatística. Além destes valores, há outros, calculados através da média das somas de ordem da análise sensorial. Este cálculo tem objetivo ilustrativo. A análise nesta condição é limitada pela ausência de resultados

estatísticos, mas permite discutir tendências observadas, que serão discutidas para cada atributo.

4.4.4.1. Intensidade da cor verde

O padrão brasileiro de qualidade para a erva-mate para chimarrão valoriza o produto de cor verde mais intensa (RUCKER e CIRIO, 2000). Os dados da Tabela 4.8 mostram que a intensidade da cor verde do produto é um fator que depende tanto da matéria-prima quanto do processo de secagem.

Os dados mostram que os melhores resultados foram obtidos nas amostras de erva-mate colhida em ervais nativos, superando as amostras provenientes de ervais cultivados. Este comportamento pode ser visto nos dados da análise sensorial e nos valores calculados. As diferenças na cor da erva-mate podem ser causadas pelas diferenças no ambiente, ratificando o que foi proposto por MAZUCHOWSKI (2000).

Na comparação entre os métodos de secagem, a secagem lenta (secador de esteiras) se mostrou como mais adequada para a obtenção de produtos com cor verde mais intensa. Isto pode ser explicado devido às menores temperaturas de operação do secador de esteira, equipamento recomendado para produtos mais sensíveis.

Deve-se destacar que o secador não é a única fonte de variação neste sistema, havendo diferenças também na condução do sapeco, pois cada secador opera com um sapecador diferente. Entretanto, os dados obtidos na etapa de avaliação dos sapecadores mostram se tratar de equipamentos muito semelhantes, o que pode ter restringido seus efeitos no produto.

4.4.4.2. Intensidade do gosto amargo

Os resultados da análise sensorial do gosto amargo, com a comparação de médias, mostram certa similaridade entre as amostras. Apesar disto, o sabor mais suave foi atribuído ao produto colhido em ervais nativos, bem como a erva processada em secador rotativo.

Assim como para a cor, o mercado brasileiro possui uma preferência quanto ao sabor da erva-mate para chimarrão, sendo mais apreciado o produto com sabor suave embora o sabor do chimarrão seja normalmente descrito como amargo.

A origem da matéria-prima quanto à condição de cultivo é um fator polêmico que vem sendo estudado. Entretanto, como já citado neste trabalho, a exploração de erva-mate

abrange uma ampla área, contemplando locais com diferentes condições ambientais. Os resultados referem-se aos ervais nativos da região de União da Vitória (PR).

O efeito do tipo de secagem sobre a intensidade do sabor não foi tão marcante quanto o observado para a cor verde. Ainda assim nota-se uma tendência de obtenção de produtos mais suaves nos secadores rotativos. As altas temperaturas de operação destes equipamentos podem degradar compostos associados ao gosto amargo, o que ocorre com a cafeína, apesar de sua limitada influência neste atributo.

4.4.4.3. Intensidade do aroma

Durante o treinamento dos julgadores, estes observaram que o “aroma de fumaça” era marcante na avaliação do aroma do produto erva-mate para chimarrão. De fato, a erva-mate não-processada não possui aroma proeminente, o qual é formado durante o processamento. Por isso as etapas de cancheamento têm forte influência sobre este atributo.

As amostras processadas no secador de esteiras apresentaram maior intensidade de aroma. Este resultado deve ser associado ao processo de secagem lenta sem trocadores de calor (FERREIRA FILHO, 1948; BRAGAGNOLO et al., 1980; EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1991).

PAULA (1968) já citava a possibilidade do prolongado contato da erva-mate com os gases de combustão conferir aroma de fumaça ao produto. Assim, durante a secagem a erva-mate é impregnada com compostos aromáticos. O excesso de aroma é considerado um defeito do produto, mas é valorizado no mercado externo (RUCKER e CIRIO, 2000).

O proprietário da empresa informou que o produto deste equipamento é destinado para a exportação, havendo exigência do aroma característico de fumaça.

Interessante observar ainda que a erva-mate vinda de ervais nativos apresentou aroma mais intenso que a erva cultivada. Este tema mereceria ser trabalhado em novos estudos, para se conhecer os mecanismos associados a este fenômeno.

4.5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta etapa do trabalho permitem as seguintes conclusões:

- A avaliação da qualidade da erva-mate para chimarrão pode ser feita empregando apenas a análise sensorial.

- Os parâmetros químicos, particularmente a cafeína, normalmente empregados na análise da qualidade, não mostraram correlação com os resultados da análise sensorial realizada por julgadores treinados.

- Os testes para avaliação sensorial da erva-mate para chimarrão devem considerar os atributos cor, aroma e sabor. O emprego de extratos de erva-mate reproduzindo/simulando a bebida chimarrão para avaliação do sabor apresentou bons resultados no uso desta metodologia, que é mais simples e de menor custo.

- A erva-mate para chimarrão elaborada com plantas de diferentes morfotipos (plantas de características morfológicas diferentes) e oriunda de diferentes sistemas de cultivo possui atributos químicos e sensoriais diferenciados. Os resultados da análise sensorial mostram que a erva-mate elaborada com plantas do morfotipo amarela teve melhor avaliação quanto ao sabor e o morfotipo cinza teve cor verde mais intensa. A cor e o sabor do produto também são afetados pelas características do erval, sendo mais acentuados quando são empregadas plantas de ervais sombreados para preparo da erva-mate para chimarrão. Assim, a qualidade do produto depende das características da matéria-prima.

- O método de secagem altera as características do produto. Testes comparando o produto obtido na secagem rápida e o obtido na secagem lenta mostram que a cor e o aroma do produto foram influenciados pelo tipo de secagem. A secagem lenta, empregando maiores tempos de secagem, embora com menores temperaturas, gera produtos com cor e aroma mais acentuados que os obtidos na secagem rápida.

4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROMISIONES. Yerba: el mate amargo lidera las preferencias. **Misiones OnLine**, Posadas, Argentina, 22 nov 2005. Disponível em: <http://www.agromisiones.com.ar> Acesso em: 23 nov 2005.

ANDRADE F. M. de **Diagnóstico da Cadeia Produtiva da *Ilex paraguariensis* St. Hill, Erva-Mate**. São Mateus do Sul: Fundo Brasileiro para a Biodiversidade/FUNBIO, 1999. s.p.

ANTONI, V.L. **A estrutura competitiva da indústria ervateira no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1998. 14p. Texto para discussão n.06/98.

AOAC ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th Ed. Gaithersburg. 2000. v.2.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas - Terminologia**. NBR 12806. Rio de Janeiro, 1993. 8p.

BERTONI, M. H.; PRAT KRICUN, S. D.; KANZIG, R. G.; CATTANEO, P. Fresh leaves from *Ilex* species (Aquifoliaceae). IV. General chemical composition of leaves of *Ilex dumosa* and *Ilex brevicuspis*. Effect of yerba mate processing on composition. **An. Asoc. Quim. Argent.**, v.81. n.1. p.1-8. 1993.

BORDENAVE, S. A.; DUCE, J.A.; YBARRA, L.R.; CAÑETE, L. A. Correlacion de las cenizas y humedad de hojas de yerba mate y la calidad microbiologica de yerba mate canchada estacionada. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

BRAGAGNOLO, N.; PAN, W.; KLOSOVSKI FILHO, L. **Manual técnico de erva-mate**. Curitiba: ACARPA/EMATER, 1980. 40p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC-277, de 25 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis**. Brasília, 2005. 4p

"REGULAMENTO TÉCNICO PARA CAFÉ, CEVADA, CHÁ, ERVA-MATE E PRODUTOS SOLÚVEIS".BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC-302, de 07 de novembro de 2002. **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade para erva-mate**. Brasília, 2002. 5p

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº. 234, de 25 de março de 1998. **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade para erva-mate**. Brasília, 1998. 5p

CAMPOS AM. **Desenvolvimento de extratos secos nebulizados de *Ilex paraguariensis* St. Hil. Aquifoliaceae (erva-mate)**. Porto Alegre, 1996. 149 p. Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CASSETTAI, C.A., KÄNZIG, R.G. Control de las variables temperatura y humedad del aire em câmaras de estacionamento acelerado de yerba mate. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD.

CHAVES, J.B.P. **Métodos de diferença em avaliação sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa: UFV, 2001. 91p.

COELHO G. **Avaliação da composição físico-química e oportunidades industriais da erva-mate.** In: Seminário sobre tecnologia da erva-mate, São Mateus do Sul, 1998.

COSTELL E., DURAN L. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. I Introducción. **Agroquim. Tecnol. Aliment.** v.2, n.21, p 1-10, 1981.

DIN. Deutsches Institut für Normung e.V. **Analysis of coffee and coffee products: Determination of caffeine content: HPLC rapid method – DIN 10777-2.** Berlim, 1994.

DUARTE, F. **Seleção, treinamento de julgadores e metodologia para análise sensorial de extrato de erva-mate.** Curitiba, 71 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. 2000.

DUARTE, F.; WASZCZYNSKYJ, N. Análise Sensorial de extratos de erva-mate: seleção e treinamento de julgamentos. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 101-104.

DUTCOSKY SD. **Análise sensorial de alimentos.** Curitiba: PUC – PR, 1995.

EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.).** Curitiba: EMATER, 1991. 104p. 2ª edição.

ESMELINDRO, M.C.; TONIAZZO, G.; WACZUK, A.; DARIVA, C.; OLIVEIRA, D. Caracterização físico-química da erva-mate: Influência das etapas do processamento industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 193-204, 2002.

FAGUNDES, G. **Cevando mate.** Porto Alegre: Habitasul, 1980. 135p.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Tea Processing. Agricultural Services Bulletin n. 26.** Roma: FAO, 1974. p. 11.

FERREIRA FILHO, J.C. **Cultura e preparo da erva-mate.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1948. 53 p. (Serviços de Informação Agrícola, 680)

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.; SILVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos.** Campinas (SP): SBCTA, 2000. 127p. (Manual: Série Qualidade).

GATCHALIAN, M.M. **Sensory evaluation methods with statistical analysis.** University of the Philippines, Philippines. 1981. 403 p.

GAUER, L.; CAVALLI-MOLINA S Genetic variation in natural populations of maté (*Ilex paraguariensis* A. st.-hil., aquifoliaceae) using RAPD markers. **Heredity** 2000. 84 (6) p:647-56

GOULD, W.A., GOULD RW. **Total quality assurance for the food industries**. 2nd edition. CTI Publications. Baltimore, 1993.

GUTKOSKI, L.C.; SCHULZ, J.G.; SAMPAIO, M.B.; SILVA, D.R. Avaliação de parâmetros físicos e químicos de marcas de erva-mate processadas em diferentes épocas. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA), Curitiba**, v. 19, n. 1, p. 95-104, jan./jun. 2001

GRISWOLD R. M. **Estudo experimental dos alimentos**. São Paulo: Edgard Blucher - USP, 1972. 469 p.

HARLER, C.R. **Tea manufacture**. Londres: Oxford University Press, 1963. p107-114.

INM - INSTITUTO NACIONAL DO MATE. Resolução nº 485, de 25 de outubro de 1955. In: WERNECK, R.M.R. **Legislação ervateira**. Companhia Brasileira de Artes Gráficas, 1962. p.219-233.

KÄNZIG, R.G. Control de calidad. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (Ed) **Erva-mate: Biologia e Cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

KÄNZIG, R.G. Normas IRAM de certification de calidad de yerba mate. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p.71-73.

LACERDA, M.E.G.; COSTA FILHO, H.; KAPLAN, M.A. Comparative evaluation of methylxanthine percentages in commercial samples of black tea and maté tea. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 3, p. 17-21, 2000.

LEPREVOST, A. **Química e tecnologia da erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil)**. Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná, 1987. Boletim Técnico n.53. p.20-30.

MACCARI JUNIOR, A.; MAZUCHOWSKI, J.Z.; QUEIROZ, M.R.; RÜCKER, N.G.A. Prioridades para investimentos industriais no setor ervateiro. Encontro Regional Sul de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 8., 03 a 05 de setembro de 2003. Curitiba (PR), Anais... Curitiba: UFPR, 2003. CD

MATTOS, N.F. Revisão Taxonômica da Erva-Mate – *Ilex paraguariensis* St. Hil. In: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais – Silvicultura da Erva-Mate. 10, 1985, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1985. p.37-46.

MAZUCHOWSKI, J. Z. Alternativas para incremento da produção de ervais nativos. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 6-12.

MORAES, M.A.C. **Métodos para avaliação sensorial de alimentos**. Campinas: UNICAMP, 1979. 2 ed. 87 p.

NIETSCHKE, K.; CANÇADO, R.A.; WASZCZYNSKYJ, N.; KOHLER, R.G. Conditions for sensory analysis with extract of *chimarrão*. **Food Science and Biotechnology**, v. 2, n. 6, p. 587-589, 2002.

PARANÁ - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Erva-mate: prospecção tecnológica da cadeia produtiva**. Curitiba: SEAB, 1997. 121 p.

PAULA, R.D.G. **Novos estudos sobre o mate**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, Ministério da Indústria e do Comércio, 1968. p.12,

POTTER, N. N., HOTCHKISS, J. H., **Food Science**, New York: Chapman & Hall, 1995. p.90-12.

REISSMANN, C. B.; DÜNISCH, O.; BOEGER, M. R. Beziehung Zwischen Ernährungsbiologischen (Fe, Mn, Ca) und Strukturellen Merkmalen Ausgewählter Morphotypen de Matepflanze (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) In: HÜTTEL, R. (Ed.). Aachen: Shaker Verlag. p. 146-171. 2003. 249 p.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto Madeira de Santa Catarina**. Itajaí: SUDESUL, 1978. p.168-175.

RESENDE, M.C.V; SIMEÃO, R.M.; FERNANDES, J.S.C.; STURION, J.A. Melhoramento genético e seleção em erva-mate (*Ilex paraguariensis*). contribuição e experiências de um século melhoramento do chá-da-índia (*Camellia sinensis*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 37, p. 67-79, jul./dez. 1998.

RUCKER, N.G.A.; CIRIO, G.M. Aceitabilidade e qualidade do produto erva-mate. In: MACCARI JR., A. (coord.) **Produtos Alternativos e Desenvolvimento da Tecnologia Industrial na Cadeia Produtiva da Erva-Mate**. Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate do Paraná/Ministério da Ciência e Tecnologia/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2000. p.136-160.

RUCKER, N.G.A. A cor no controle de qualidade em erva-mate – *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 2., 2000, Encantado (RS); Reunião Técnica da Erva-Mate, 3., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 97-98.

SANTOS, K.A.; FREITAS, R.J.S.; RUCKER, N.G.A.; SANTOS, M.A., RAPACCI, M. Determinação de cafeína por CLAE em erva-mate para chimarrão. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003a. CD.

SANTOS, K.A.; FREITAS, R.J.S.; WASZCZYNSKYJ, N. Aplicação do teste de ordenação para avaliação sensorial da erva-mate para chimarrão. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3., 16 a 19 de novembro de 2003. Chapecó (SC); **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003b. CD.

SCHMALKO, M.E.; ALZAMORA, S.M. Color, chlorophyll, caffeine and water content variation during yerba maté processing. **Drying Technology**, v. 19, n. 3 e 4, p. 599-610, 2001.

SOUZA P.F. **Tecnologia de produtos florestais**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1947. p.206 - 254

URBAN, T. **O livro do matte**. Rio de Janeiro: Salamandra, 1990. 93p.

WINGE, H.; WOLLHEIM, C.; CAVALLI-MOLINA,S.; ASSMANN, E. M.; BASSANI, K.L.L.; AMARAL, M.B.; COELHO, G.C.; FREITAS-SACHET, A.M.O.; BUTZKE, A.; VALDUGA, A.T.; MARIATH, E.A. Variabilidade Genética em Populações Nativas de Erva-Mate e a Implantação de Bancos de Germoplasma. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (Ed) **Erva-mate: Biologia e Cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. p. 323-345.

ANEXO 01

Formulário empregado para as entrevistas com os candidatos para julgadores na análise sensorial.

QUESTIONÁRIO PARA INSCRIÇÃO E RECRUTAMENTO DE JULGADORES

Data: ____/____/____

Local: _____

Dados de Identificação:

Nome Completo: _____ Telefone: _____

Endereço: _____

Sexo: () Masculino () Feminino Profissão: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Cidade em que nasceu: _____

Qual sua formação? Marcar entre os parênteses a letra **C** para curso completo ou **I** para incompleto.

() 1º grau () 2º grau () 3º grau

Análise de Alimentos

Você possui alergia a algum alimento?

() Sim

() Não

Qual (ou quais)?

Você possui aversão (detesta) a algum alimento?

() Sim

() Não

Qual?

Você fuma?

() Sim

() Não

Você fuma:

() charuto () cigarro () cachimbo () outros _____

Quanto você fuma (consumo diário)?

Você ingere bebidas alcoólicas?

() Sim

() Não

Qual a bebida de sua preferência?

() vinho () cerveja () destilados () outros _____

Quanto você bebe?

Caracterização do hábito de tomar mate:

Você toma chimarrão?

☐ Sim

☐ Não

Por que toma chimarrão?

Com qual frequência toma chimarrão?

☐ todo dia ☐ até 3 vezes/ semana ☐ 1 vez/ quinzena ☐ 1 vez/mês ☐ ocasionalmente

Qual hora do dia toma chimarrão?

☐ manhã cedo ☐ antes do almoço ☐ início da tarde ☐ fim da tarde ☐ noite

Liste as marcas de erva-mate preferida (em ordem de preferência). Liste no máximo quatro, mas só marque as que consumir ou que já consumiu, podendo deixar espaços em branco.

1 ^a	2 ^a
3 ^a	4 ^a

Qual a marca que mais compra?

Por que compra esta marca?

Quanto quilos você compra por mês?

Quais os fatores que mais lhe **agradam** na erva-mate para chimarrão? O que observa na escolha de uma marca? **Se for mais de um fator, coloque número para indicar ordem de preferência.**

☐ cor da erva ☐ aroma ☐ sabor ☐ embalagem ☐ quantidade de palitos

☐ erva mais grossa ☐ erva mais fina ☐ outros fatores : _____

Quando considera uma erva ruim, **quais os principais problemas** que observa na erva-mate?

☐ cor da erva ☐ aroma ☐ sabor ☐ embalagem ☐ quantidade de palitos

☐ erva mais grossa ☐ erva mais fina ☐ outros fatores : _____

Quem consome mais mate em sua família?

☐ as crianças ☐ os jovens ☐ os adultos :

Qual o local em que compra erva-mate frequentemente?

☐ supermercados ☐ produtores ☐ feira livre : ☐ outros _____

Além do chimarrão, sua família consome chá mate?

☐ Sim

☐ Não

ANEXO 02

Modelos de formulários empregado nos testes triangulares.

NOME: _____ DATA: _____ HORA: _____

TREINAMENTO PARA COR DE ERVA-MATE

Você está recebendo um conjunto com três amostras codificadas de erva-mate. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, avalie a intensidade do gosto amargo das amostras, da esquerda para a direita. Circule o código da amostra DIFERENTE.

573 852 349

COMENTÁRIOS:

NOME: _____ DATA: _____ HORA: _____

TREINAMENTO PARA COR DE ERVA-MATE

Você está recebendo três amostras codificadas de erva-mate. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, avalie a cor das amostras da esquerda para a direita, avaliando a intensidade da cor verde. Circule o código da amostra DIFERENTE.

185 264 741

COMENTÁRIOS:

NOME: _____ DATA: _____ HORA: _____

TREINAMENTO PARA AROMA DE ERVA-MATE

Você está recebendo três amostras codificadas de erva-mate. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, avalie o aroma das amostras da esquerda para a direita, avaliando a intensidade do aroma. Circule o código da amostra DIFERENTE.

497 524 761

COMENTÁRIOS:

ANEXO 03

Modelos de formulários empregado nos testes para comparar cuia e extrato.

NOME: _____ DATA: _____ HORA: _____

TREINAMENTO PARA SABOR DE ERVA-MATE - CUIA

Você está recebendo três amostras codificadas de erva-mate apresentadas como cuias para chimarrão. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, avalie o sabor das amostras da esquerda para a direita. Circule o código da amostra DIFERENTE.

758 203 467

COMENTÁRIOS: _____

NOME: _____ DATA: _____ HORA: _____

TREINAMENTO PARA SABOR DE ERVA-MATE - EXTRATO

Você está recebendo três amostras codificadas de erva-mate. Cada copo contém extrato de erva-mate para chimarrão (como se fosse um chá). Duas amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, avalie o sabor das amostras da esquerda para a direita. Circule o código da amostra DIFERENTE.

385 624 176

COMENTÁRIOS: _____

ANEXO 04

Modelos de formulários empregado nos testes de ordenação.

NOME: _____ DATA: _____ HORA: _____		
Avaliação da cor de erva-mate		
Você está recebendo placas com três amostras codificadas de erva-mate. Por favor, avalie as amostras da esquerda para a direita. Ordene as amostras com relação <u>à intensidade da cor verde</u> .		
_____ Verde menos intenso	_____	_____ Verde mais intenso
COMENTÁRIOS: _____ _____		

NOME: _____ DATA: _____ HORA: _____		
Avaliação do aroma da erva-mate		
Você está recebendo placas com três amostras codificadas de erva-mate. Por favor, avalie as amostras da esquerda para a direita. Ordene as amostras com relação <u>à intensidade do aroma</u> .		
_____ Aroma menos intenso	_____	_____ Aroma mais intenso
COMENTÁRIOS: _____ _____		

NOME: _____ DATA: _____ HORA: _____		
Avaliação do sabor da erva-mate		
Você está recebendo placas com três amostras codificadas de erva-mate. Por favor, avalie as amostras da esquerda para a direita. Ordene as amostras com relação <u>à intensidade do sabor</u> .		
_____ Sabor menos intenso	_____	_____ Sabor mais intenso
COMENTÁRIOS: _____ _____		