

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**ZONEAMENTO PEDOAMBIENTAL DA ERVA MATE
Ilex paraguariensis PARA O MUNICÍPIO
DE ERECHIM-RS**

TESE DE DOUTORADO

Carlos Antônio da Silva

Santa Maria, RS, Brasil.

2011

**ZONEAMENTO PEDOAMBIENTAL DA ERVA MATE *Ilex*
paraguariensis PARA O MUNICÍPIO DE ERECHIM - RS**

Carlos Antônio da Silva

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em
Ciência do Solo, Área de Concentração Processos Físicos e Morfogenéticos do
solo (Relação Solo-Paisagem), da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM), Como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciência do Solo

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Simão Diniz Dalmolin

Santa Maria, RS, Brasil.

2011

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**ZONEAMENTO PEDOAMBIENTAL DA ERVA-MATE *Ilex*
paraguariensis PARA O MUNICÍPIO DE ERECHIM-RS**

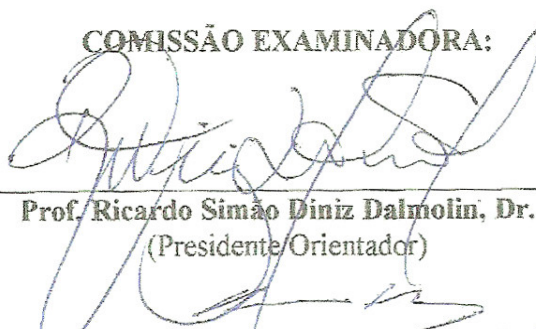
elaborada por

Carlos Antônio da Silva

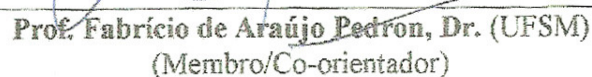
Como requisito parcial para obtenção do grau de

Doutor em Ciência do Solo

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Ricardo Simão Diniz Dalmolin, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Prof. Fabrício de Araújo Pedron, Dr. (UFSM)
(Membro/Co-orientador)



Prof. Roberto Cassol, Dr. (UFSM)
(Membro)



Prof. Paulo César do Nascimento, Dr. (UFRGS)
(Membro)



Ivan Luiz Zilli Bacic, PhD. (EPAGRI/SC)

Santa Maria, 31 de agosto de 2011

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, e tudo e todos quantos este Nome possa abranger ou abrigar,

Aos Coordenadores: Carlos Alberto Ceretta, José Miguel Reichert, Leandro Souza da Silva, corpo docente e discente, funcionários do PPGCS pela extrema atenção e acolhida por quanto estive por ali,

Ao CNPq, cuja rubrica financeira possibilitou em muito a execução do conhecimento científico construído nesta tese,

À URI Campus de Erechim, pela pronta disposição em auxiliar nas muitas viagens a Santa Maria, por disponibilizar o laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental irrestritamente, pelo acervo bibliográfico, às direções agradeço,

Ao Orientador, Prof. Dr. Ricardo Simão Diniz Dalmolin – pelo tempo, pelo tempinho e pelo tempão que dedicou para que esta tese fosse iniciada. Por todas as correções feitas, refeitas, escritas, reescritas. Pelas viagens a Erechim, pelos dias e noites, feriados que dedicou para que esta tese fosse concluída. Pelos quilômetros que foram rodados para que a ciência pudesse receber este conjunto de resultados, discussões e conclusões. Pela paciência, tolerância, insistência, persistência, ...ências e Ciência, me fez chegar até aqui, Obrigado, Muito Obrigado,

A Banca: Doutores: Paulo César do Nascimento (UFRGS), Roberto Cassol (UFSM), Fabrico de Araújo Pedron (UFSM), Ivan Luiz Zilli Bacic (EPAGRI/SC) cujas contribuições desde a qualificação tornaram melhor este estudo possibilitando atingir o nível de tese de doutorado,

Aos produtores de erva mate de Erechim, nas vilas, nos distritos, na sede. Em todo lugar onde alguém cultivar uma erva mate, ali deve chegar este obrigado por contribuir com o seu saber popular para que a ciência e o empírico pudessem ajudar àqueles que da terra tentam tirar seu sustento,

Aos colegas de curso do PPGCS,

Aos colegas de URI: Alice Teresa Valduga pela farta bibliografia sobre erva mate, Sérgio Antônio Mosele – contribuições e discussões orais muito interessantes, Antônio Sérgio Amaral, por andar, caminhar, subir, descer, emprestar o olhar, o tato na identificação da verdade terrestre, Silvane Roman, pelas inúmeras passagens de ida e volta trocadas. Vanderlei Secretti Decian - pelas conversas informais e de trabalho, A Francielei Rosset de Quadros e Ivan Rovani, pelo apoio na editoração cartográfica. A tantos outros, pela menor contribuição que possam imaginar ou não, muito significou,

A Ivan Luiz Zilli Bacic – pelas longas e profícuas sugestões quanto à validação do estudo junto aos produtores de erva mate, orientações que praticamente conduziram as entrevistas que fiz e deram origem a um capítulo,

Aos colaboradores Alexandre ten Caten – pelas trocas e contribuições realizadas a campo e em aulas, José Cristian Sobolevski – pela força aplicada no trado holandês, André Dotto – por gastar energia na picareta, na pá de corte, nos banhados, barrancos e perfis, Luis Fernando Chimelo Ruiz – presente com sofisticada tecnologia para localização e georreferenciamento dos diferentes tipos de solo, pela parceria e auxílio na geração de material cartográfico,

Elias e Mônica, boca, pernas e braços meus quando a distância era grande (800 km) e o prazo era curto (pra hoje ou ontem) para atender a burocracia acadêmica,

Tiara, pela companhia dela e ausências minha, efeitos colaterais de quando se começa a escrever uma tese,

Ida e Nadir pela companhia nas viagens fora de hora

A João e Maria, que não conheço, e que emprestam os nomes para simbolicamente nominar a todos que esqueci de citar, e que anonimamente me ajudaram a concluir esta tese,

agradeço-os.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria

ZONEAMENTO PEDOAMBIENTAL DA ERVA MATE *Ilex paraguariensis* PARA O MUNICÍPIO DE ERECHIM-RS

Autor: Carlos Antônio da Silva

Orientador: Ricardo Simão Diniz Dalmolin

Data e local da defesa: Santa Maria, 31 de agosto de 2011.

O objetivo principal desse estudo é propor informações que auxiliem o zoneamento pedoambiental da erva mate *Ilex paraguariensis* St. Hil para o município de Erechim, identificando, com auxílio de técnicas de geoprocessamento, as áreas com melhor adequabilidade para implantação de ervais, levando-se em consideração fatores limitantes à cultura, envolvendo informações do solo e do ambiente. Tendo como âncora, a inexistência de estudos desse nível na área de estudo, e considerando que os agricultores necessitam de orientações que possam servir de subsídios à prática do cultivo erva mate, o que sobremaneira auxiliará na propagação da cultura oportunizando, aos envolvidos nesse processo, uma alternativa de expansão e otimização dos lucros na propriedade. Para isso estruturou-se a presente tese em três estudos que se complementam e possibilitam compreender os diferentes cenários que são a sustentação dos objetivos propostos para esse estudo. O Estudo 1, discorre sobre a evolução espaço-temporal do uso da terra em Erechim para os anos de 1964, 1998 e 2008, permitindo com isso a identificação de áreas de expansão ou retração de determinados usos. Nesse estudo priorizou-se encontrar áreas que foram devastadas no período de colonização do município e que atingiram os ervais nativos numa devastação preconizada pela implantação de projetos que visavam à expansão da fronteira agrícola em nível nacional e estadual, e cujos reflexos são encontrados ainda hoje. No Estudo 2, são apresentadas informações sobre a caracterização pedoambiental da erva mate, utilizadas para a geração de um modelo de adequabilidade das terras para o cultivo de erva mate no município de Erechim. Nesse estudo procurou-se identificar quais os parâmetros pedoambientais necessários para garantir de forma adequada uma retomada na implantação de ervais, amparados em diversos estudos sobre o tema, buscou-se estabelecer as condições ideais ao cultivo da espécie estudada, propondo-se a indicação das áreas com aptidão utilizando-se de ferramentas computacionais, referendadas por trabalho de campo, com o intuito de se aproximar, o máximo possível, da condição biogeográfica ideal, para o cultivo da erva mate. Também são testados e comparados métodos tradicionais de classificação com geotecnologias. O Estudo 3, contempla a adequabilidade do solo para o cultivo da erva mate na visão dos agricultores. Nessa seção, procurou-se estabelecer as correlações, oriundas dos registros nomotéticos, extraídos dos discursos dos agricultores frente aos parâmetros pedoambientais preestabelecidos como ideais ao cultivo da espécie, consensos e divergências que serviram de validação um ao outro. Ao final, são apresentadas as considerações que levam a aceitação ou não dos pressupostos iniciais desse estudo.

Palavras-chave: Levantamento de solos. Uso das terras. Erva mate.

ABSTRACT

Thesis of Doctor's degree
Soil Science Graduate Program
Federal University of Santa Maria

PEDOAMBIENTAL ZONING OF HERBAL MATE *Ilex paraguariensis* FOR THE CITY OF ERECHIM - RS

Author: Carlos Antônio da Silva

Advisor: Ricardo Simão Diniz Dalmolin

Date and Place of Defense: Santa Maria, August 31st, 2011.

The aim of this study is to propose information that can help the pedoenvironmental zoning of *Ilex paraguariensis* St. Hil for the county of Erechim, identifying, with the aid of geoprocessing techniques, the areas with better suitability for implantation of herbals, taking into consideration limiting factors to the culture, involving information of the soil and the environment. The inexistence of studies of this level in the study area is its base, considering that the agriculturists need orientations that can serve of subsidies to the practical of herbal culture, what, undoubtedly, will assist in the propagation of the culture, giving for those involved in this process an alternative of expansion and optimization of the profits in the property. So, the present thesis was structuralized in three studies that complement each other, making it possible to understand the different scenarios that are the sustentation of the objectives considered for this study. Study 1 deal with the space-time evolution of the use of land in Erechim in the years 1964, 1998 and 2008, allowing the identification of expansion areas or retraction of specific uses. In this study, finding areas that had been devastated in the period of settling of the district and that had reached the native herbals in devastation praised for the implantation of projects that aimed to the expansion of the agricultural border in national and state level was prioritized, and whose consequences are found still today. In Study 2, information on the pedoenvironmental characterization of the herb mate are presented, used for the generation of a model of suitability of lands for herb mate culture in Erechim county. It was aimed to identify the necessary pedoenvironmental parameters to properly guarantee the retaken o of herbals implantation, supported by diverse studies on the subject, also searching to establish the ideal conditions for the cultivation of the studied species, considering the indication of suitable areas using computational tools, countersigned by the field work, with the intention of approaching, as much as possible, the ideal biogeographic condition for the culture of herb mate. Also traditional methods of classification with geotechnologies are tested and compared. Study 3 contemplates the suitability of the soil for the cultivation of herb mate under the agriculturists' view. In this section, it was aimed to establish the correlations deriving from the nomothetic registers, extracted from the speeches of the agriculturists before the pre-established pedoenvironmental parameters as ideal for the culture of the species, consensus and divergences that had served for the validation one for other. At the end, the considerations that take either the acceptance or not of the initial pressupositions of this study are presented.

Keywords: Soil survey. Land use. Herbal mate.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|-----|
| Figura 1 – Produção da erva mate cancheada Brasil/RS/Erechim | 31 |
| Figura 2 – Produtividade de erva mate t ha ⁻¹ - Brasil/RS/Erechim | 32 |
| Figura 3 – Localização do município de Erechim-RS..... | 45 |
| Figura 4 – Carta Hipsométrica de Erechim - RS..... | 48 |
| Figura 5 – Mapa de solos de Erechim - RS. Escala 1:750.000 | 52 |
| Figura 6 – Mapa de Solos de Erechim (ten Caten et al., 2011 a), produzido utilizando técnicas de AD (MDS). | 55 |
| Figura 7 – Carta Clinográfica de Erechim - RS, 2006..... | 63 |
| Figura 8 – Uso da terra no ano de 1964 (mês de maio) para município de Erechim - RS..... | 67 |
| Figura 9 – Uso da terra no ano de 1998 (setembro) para o município de Erechim - RS..... | 69 |
| Figura 10 – Uso da terra no ano de 2008 (maio) para o município de Erechim-RS | 72 |
| Figura 11 – Esquema de geração do Mapa de adequação de uso da terra da área de estudo ... | 83 |
| Figura 12 – Aptidão agrícola das terras. Mapa base 1:750.000. | 90 |
| Figura 13 – Aptidão agrícola das terras. Mapa base 1:50.000. | 91 |
| Figura 14 – Adequação de uso das terras. Mapa base 1:750.000..... | 93 |
| Figura 15 – Adequação de uso das terras. Mapa base 1:50.000..... | 96 |
| Figura 16 – Classes estabelecidas para o parâmetro profundidade do solo para cultivo da erva mate. | 97 |
| Figura 17 – Classes estabelecidas para o parâmetro pedregosidade para cultivo da erva mate. | 99 |
| Figura 18 – Classes estabelecidas para o parâmetro IUT para cultivo da erva mate. | 100 |
| Figura 19 – Classes estabelecidas para o parâmetro declividade para cultivo da erva mate.. | 102 |
| Figura 20 – Classes estabelecidas para o parâmetro luminosidade para cultivo da erva mate. | 103 |
| Figura 21 – Classificação de Aptidão de uso das terras para cultivo de erva mate, Erechim-RS. | 105 |
| Figura 22 – Mapa gerado por AD – árvore de decisão para os parâmetros de adequabilidade ao cultivo de erva mate..... | 107 |
| Figura 23 – Folhas erveiras cultivadas em Latossolos Vermelhos e Neossolos Litólicos | 109 |
| Figura 24 – Estratificação das culturas de soja, milho, feijão e erva mate em Erechim (março 2011)..... | 119 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Comparação entre a classe 2 ^o (a)bc em diferentes escalas..... | 88 |
| Tabela 2 – Distribuição das diferentes classes em mapa na escala 1:750.000 | 94 |
| Tabela 3 – Distribuição das diferentes classes em mapa na escala 1:50.000 | 94 |
| Tabela 4 – Comparação entre a classe apta do mapa gerado por AD e as classes de aptidão de uso das terras para cultivo de erva mate, Erechim-RS. | 108 |
| Tabela 5 – Comparação entre a classe inapta do mapa gerado por AD e as classes de aptidão de uso das terras para cultivo de erva mate, Erechim-RS. | 108 |
| Tabela 6 – Parâmetros no processamento industrial da erva mate em diferentes tipos de solos..... | 110 |
| Tabela 7 – Estrutura fundiária das propriedades | 119 |
| Tabela 8 – Distribuição das culturas nas propriedades (março 2011)..... | 120 |
| Tabela 9 – Rendimento do erval na visão dos agricultores | 121 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Principais características dos diferentes níveis de participação da comunidade em projetos | 38 |
| Quadro 2 – Fatores limitantes intrínsecos à cultura da erva-mate..... | 84 |
| Quadro 3 – Condições específicas utilizadas para adequação das terras a cultura da erva-mate. | 84 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO | 13 |
| 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 17 |
| 1.1 Uso da terra | 17 |
| 1.2 Solos | 19 |
| 1.3 Geotecnologias | 21 |
| 1.1 Erva mate | 24 |
| 1.2 Participação dos Agricultores | 34 |
| 2 HIPÓTESE..... | 41 |
| 3 OBJETIVOS | 43 |
| 3.1 Objetivo geral..... | 43 |
| 4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 45 |
| 4.1 Localização..... | 45 |
| 4.2 Geologia/Geomorfologia | 46 |
| 4.3 Relevo | 47 |
| 4.4 Clinografia..... | 49 |
| 4.5 Solos | 50 |
| 4.5.1 Levantamento de Reconhecimento de solos do RS – escala 1:750.000..... | 50 |
| 4.5.2 Levantamento semidetalhado – escala 1:50.000 | 54 |
| 4.6 Clima..... | 56 |
| 4.7 Vegetação..... | 56 |
| 4.8 Hidrografia..... | 57 |
| 5 ESTUDO 1 - LEVANTAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DA TERRA PARA ERECHIM | 59 |
| 5.1 Introdução | 59 |
| 5.2 Material e Métodos..... | 60 |
| 5.3 Resultados e Discussão | 62 |
| 5.3.1 Clinografia..... | 62 |
| 5.3.2 Uso da terra..... | 65 |
| 5.3.3 Erva mate..... | 76 |
| 5.4 Conclusões | 77 |

| | |
|---|------------|
| 6 ESTUDO 2. APTIDÃO DE USO DAS TERRAS PARA O CULTIVO DA ERVA MATE..... | 79 |
| 6.1 Introdução..... | 79 |
| 6.2 Material e Métodos | 81 |
| 6.2.1 Caracterização dos solos locais..... | 81 |
| 6.2.2. Aptidão Agrícola das Terras e adequação de uso | 82 |
| 6.2.3 Adequação do uso da terra para a cultura da erva mate – MDS | 83 |
| 6.2.4 Mapa de aptidão por técnicas de mineração de dados | 86 |
| 6.2.4.1 Covariáveis preditoras..... | 86 |
| 6.2.4.2 Árvore de decisão (AD) | 86 |
| 6.2.5 Caracterização dos ervais..... | 87 |
| 6.3 Resultados e Discussão..... | 87 |
| 6.3.1 Aptidão agrícola das terras..... | 87 |
| 6.3.2 Adequação de uso das terras | 92 |
| 6.3.3 Adequação do uso das terras para a cultura da erva mate (fatores limitantes) | 97 |
| 6.4 Caracterização Econômica da Erva mate em diferentes tipos de solos | 108 |
| 6.5 Conclusões..... | 112 |
| 7 ESTUDO 3. ADEQUABILIDADE DAS TERRAS PARA O CULTIVO DE ERVA MATE NA VISÃO DOS AGRICULTORES..... | 115 |
| 7.1 Introdução..... | 115 |
| 7.2 Material e métodos..... | 116 |
| 7.3 Resultados e Discussão..... | 117 |
| 7.4 Conclusões..... | 128 |
| 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 129 |
| REFERENCIAS | 131 |
| ANEXOS..... | 155 |

INTRODUÇÃO

O foco principal desse estudo é propor informações que auxiliem o zoneamento pedoambiental da erva mate *Ilex paraguariensis* St. Hil para o município de Erechim. Em especial busca-se identificar, com auxílio de técnicas de geoprocessamento, as áreas com melhor adequabilidade para implantação de ervais, levando-se em consideração fatores limitantes à cultura com base nas exigências da mesma, envolvendo informações do solo e do ambiente.

No presente estudo, toma-se como verdadeiro de que a erva-mate foi um dos produtos que contribuiu com o desenvolvimento de Erechim, protagonizado pela sua exploração, industrialização e comercialização. Entretanto, estagnado o ciclo ervaí, e tendo como principal justificativa para isso, a substituição pela agricultura policultora cuja expansão ocorreu rapidamente. Para isso, a retomada do cultivo de erva mate necessita de mecanismos que oportunizem a identificação de áreas propícias ao seu cultivo, uma vez que, atualmente, os ervais estão sendo implantados em áreas inadequadas o que reflete na produtividade e por consequência na remoção precoce dos ervais recentemente implantados.

Tendo como âncora, a inexistência de estudos desse nível na área em epígrafe, é condição que justifica a realização do mesmo, privilegiando uma abordagem pontual, capaz de atender a lacuna, tornando-se assim relevante enquanto produção técnica inédita. Além disso, os agricultores necessitam de orientações que possam servir de subsídios à prática do cultivo ervaí, o que sobremaneira auxiliará na propagação da cultura oportunizando, aos envolvidos nesse processo, uma alternativa de expansão e otimização dos lucros na propriedade. Parte-se assim, da premissa de que da implantação dos ervais em áreas propícias decorre o aumento de produtividade, pois se estará atendendo às condições ideais ao cultivo da mesma.

Para isso e visando alcançar os objetivos propostos na identificação das áreas ideais para o cultivo, estruturou-se a presente tese em três estudos que se complementam e possibilitam estabelecer relações entre si, oportunizados pela temática proposta que abriga a adequabilidade pedoambiental para o cultivo da erva mate, permitindo assim, compreender os diferentes cenários que são a sustentação dos objetivos propostos para esse estudo.

Num primeiro momento é apresentado o estado da arte, cuja revisão bibliográfica contempla direta ou indiretamente o cultivo da erva mate. Logo a seguir, enumeram-se a

hipótese e na seqüência os objetivos gerais e específicos bem como a caracterização da área de estudo. Material e métodos são descritos em parte específica a cada estudo.

Na seqüência são apresentados os estudos, considerados imprescindíveis para alcançar os propósitos de apresentar o zoneamento pedoambiental da erva mate para o município de Erechim e cuja estruturação organizacional é descrita a seguir:

O Estudo 1 discorre sobre a evolução espaço-temporal do uso da terra em Erechim para os anos de 1964, 1998 e 2008, permitindo com isso a identificação de áreas de expansão ou retração de determinados usos. Nesse estudo foram estabelecidas relações de causa e consequência para o foco principal dessa tese que está centrada no cultivo de erva mate priorizando encontrar áreas que foram devastadas no período de colonização do município e que atingiram os ervais nativos numa devastação preconizada pela implantação de projetos que visavam à expansão da fronteira agrícola em nível nacional e estadual, e cujos reflexos são encontrados ainda hoje. O aviltamento da espécie é consequência intrínseca desse processo desbravador, indicado pela retração florestal da área estudada.

No Estudo 2 são apresentadas informações sobre a caracterização pedoambiental da cultura da erva mate, necessárias para a geração de um modelo de adequabilidade das terras para o cultivo de erva mate no município de Erechim. Nesse estudo procurou-se identificar quais os parâmetros pedoambientais que são necessários para garantir de forma adequada uma retomada na implantação de ervais, visando indicar os locais adequados a este fim. Amparados por um arcabouço de diversos estudos sobre o tema, buscou-se estabelecer as condições ideais ao cultivo da espécie estudada, propondo-se a indicação das áreas com aptidão utilizando-se de ferramentas computacionais, referendadas por trabalho de campo, com o intuito de se aproximar, o máximo possível, da condição pedoambiental ideal, para o cultivo da erva mate.

Também preferenciou-se, nessa seção, o estudo do solo e o planejamento racional de seu uso bem como, a avaliação e adequação das terras. A utilização de metodologias e instrumentos gerados em ambiente computacional são testados e comparados com métodos tradicionais de classificação, revelando-se oportunos e compatíveis nos resultados alcançados.

O Estudo 3 contempla a adequabilidade do solo para o cultivo da erva mate na visão dos agricultores. Nesse estudo, buscou-se confrontar o estabelecido pelo saber técnico e o conhecimento oriundo de forma empírica, por meio da percepção casual, porém de significado e uso prático pelos agricultores. Com a intenção de comparar o que empiricamente denomina-se de saber popular com o rigor proposto pela ciência pragmática, nesta seção, procurou-se estabelecer as correlações, oriundas dos registros nomotéticos, extraídos dos

discursos dos agricultores frente aos parâmetros pedoambientais preestabelecidos como ideais ao cultivo da espécie, consensos e divergências que serviram de validação um ao outro. A Ciência, concebida como fonte tradicional de produção do conhecimento foi confrontada frente à sabedoria popular dos agricultores. Ao final, são apresentadas as considerações que levam a reflexão e aceitação ou não dos pressupostos iniciais desse estudo.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Uso da terra

De uma maneira geral a expressão uso da terra pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O uso adequado da terra deve ser o primeiro caminho em direção a produtividade, para isso, é necessário o uso de cada parcela de terra segundo a sua capacidade de sustentação e rendimento econômico (MANZATTO et al. 2002; OSAKI, 1994; FAO, 2004). Quanto às atividades agrícolas e, de modo especial, as classificações das terras são feitas de acordo com sua aptidão às diversas culturas, sob diferentes tipos de manejo e viabilidade de incluir melhoramentos.

A avaliação das terras ou sua aptidão por seus aspectos físicos (solo, clima, organismos...) e socioeconômicos, servem de elemento de transferência de informações e experiências. Resende et al. (2002), disseram que estudar a aptidão das terras é um mecanismo de previsão, isto é, uma síntese do que se sabe e do que se prevê. É formada por uma parte física que procura caracterizar e sintetizar as qualidades da terra (levantamento de solos, hidrologia, vegetação...) e a outra parte envolve uma avaliação socioeconômica (preços dos produtos e do trabalho, relação insumos/produção...), cuja conjuntura influencia na aptidão do uso das terras.

Existem diversas metodologias voltadas à avaliação da aptidão agrícola das terras. No Brasil, são utilizados principalmente o Sistema de Classificação da Capacidade de Uso da Terra segundo a concepção de Marques (1958), Marques (1971) e Lepsch et al. (1991) e o outro é o proposto pelo Sistema FAO-USDA-EUA/Brasileiro de Aptidão Agrícola das Terras adaptado por Ramalho Filho e Beek (1995), cuja metodologia possibilita a estimativa das qualidades do ecossistema em função de fatores de limitação como: nutrientes, água, oxigênio, mecanização e erosão. No Sistema de Aptidão Agrícola, as terras são classificadas em classes de aptidão: boa, regular, restrita e inapta levando-se em consideração três níveis tecnológicos de manejo: baixo, médio e alto. Quanto aos tipos de utilização, são quatro: lavoura, pastagem natural, pastagem plantada e silvicultura (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995)

Ramalho Filho e Pereira (1999), em seus estudos, salientaram que a avaliação das terras pode ser interpretada de acordo com vários sistemas de classificação técnica, seja de capacidade ou aptidão de uso das terras, que devido ao caráter interpretativo do processo pode sofrer variações com a evolução tecnológica.

Para se estabelecer o melhor uso da terra se deve conhecer o solo e o meio onde ele se encontra, utilizando-se de informações pré-existentes, obtidas através de levantamentos realizados na área de interesse. O estabelecimento de um sistema de vocação de uso das terras e respectiva utilização é capaz de minimizar o impacto ambiental (LEPSCH et al., 1991).

Gleriani (2000) fez uma comparação entre os dados do censo agropecuário 95/96 com meados da década de 70, buscando concordância da aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo. Observa que grande parte do Estado utilizava práticas conservacionistas, embora em algumas áreas estas precisassem ser implantadas. Encontrou áreas que “desperdiçam” aptidão, especialmente as formadas por pastagens com criações extensivas de baixa tecnologia. Vários trabalhos são encontrados na literatura fazendo análises de adequação do uso da terra. Lima et al. (2000), trabalhando em áreas indígenas localizadas na parte Norte do Estado do Tocantins estabeleceram 51 classes que englobam informações sobre usos adequados, subutilizados, conflitivos e com restrição intensa. O estudo indica que os solos sob vegetação de Cerrado só apresentam resultados promissores para a produção de culturas se utilizados sob sistema de manejo desenvolvido (nível de manejo C). Pereira (2002), apresentou proposta metodológica para avaliar graus de sustentabilidade ambiental (fragilidade/estabilidade) em Ribeirão Preto-SP, indicando que a avaliação da aptidão agrícola é uma importante ferramenta para o gerenciamento ambiental. Marques et al. (2005), estudaram a disponibilidade hídrica e aptidão agrícola das terras na região do semiárido brasileiro e encontraram áreas aptas e inaptas, considerando os fatores naturais que oferecem limitações ao uso agrícola das terras, segundo a metodologia preconizada por Ramalho Filho e Beek (1995). Pereira et al. (2006), avaliaram a aptidão agrícola das terras em dois níveis de manejo como subsídios ao planejamento agrícola em bases agroecológicas, onde a fertilidade natural dos solos foi a principal limitação de uso agrícola.

1.2 Solos

Uma das etapas para se gerar prognósticos quanto à aptidão agrícola de uma determinada área é o levantamento de solos no qual são identificadas as diferentes classes de solos, estabelecendo limites geográficos, materializados em um mapa específico, permitindo a descrição e respectiva interpretação e análise, oportunizando a identificação detalhada de paisagens, sistematizando-as analogicamente e relacionando-as, quando possível, a outras regiões homólogas. Ramalho Filho e Beek (1995), são unânimes em afirmar que a interpretação de levantamentos de solo é uma tarefa relevante para o uso deste recurso natural na agricultura e também em outros setores que utilizam o solo como elemento integrante de suas atividades.

De acordo com Lepsch (2002), o pedólogo encara o solo com atenções diferentes e, antes de tudo, como um objeto completo de estudos básico-aplicados, usando método científico de induções e deduções sucessivas. Desta forma, o solo é a coleção de corpos naturais dinâmicos que contêm matéria viva e é resultante da ação do clima sobre a rocha, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciada pelo tipo de relevo.

O IBGE (2005), definiu o levantamento de solos como atividade que envolve pesquisas de gabinete, campo e laboratório, compreendendo o registro de observações, análises e interpretações de aspectos do meio físico e de características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e biológicas dos solos, visando à sua caracterização, classificação e, principalmente, cartografia.

Levantamentos de solos são a base para o planejamento adequado de uso, podendo ser utilizados para a previsão de riscos de uso, estratégias de manejo e conservação, loteamentos rurais, estudos integrados de microbacias, projetos de desenvolvimentos agrícolas, pastoris e florestais, estudos prévios de impacto ambiental, obras civis, entre outros (EMBRAPA 1995; KLAMT et al., 2000), e, se diferenciam em função de seus objetivos e da área do levantamento, cada qual correspondendo a um tipo de mapa de solos. Segundo Resende et al. (2002), os mapas de solos podem ser originais ou compilados, elaborados em diferentes escalas (generalizado ou esquemático, exploratório, reconhecimento, semidetalhado, detalhado e ultradetalhado), segundo métodos pré-estabelecidos.

O nível de detalhe das informações contidas nos levantamentos de solos depende da escala e do objetivo para o qual foram confeccionados. Para planejamento de uso de solos em

pequenas áreas, como municípios com pequenas extensões, bacias hidrográficas, projetos de assentamento, propriedades rurais, são necessários mapas na escala de 1:50.000 ou maiores (DALMOLIN et al., 2004).

De acordo com Lathrop et al. (1995), a característica generalista de mapas de levantamento de solos em pequenas escalas precisa ser considerada quando da utilização destes como fontes de dados para a modelagem ambiental em escalas regionais. Bem como, a variabilidade espacial das propriedades do solo precisa ser informada ao usuário deste tipo de dado.

Os mapas tradicionais e suas versões digitalizadas, independentemente de suas escalas, não fornecem toda a informação necessária, uma vez que a maioria dos dados coletados durante os levantamentos de solos, como a caracterização da paisagem e a distribuição do uso e ocupação das terras, não tem condições de ser mostrada nos mapas ou não consta nas legendas. Dessa forma, seria necessário o desenvolvimento de técnicas que melhorem as escalas de mapeamento, que representam a base para um planejamento adequado do uso das terras, orientado para uma conscientização ambiental (ENGELEN, 1999).

As características físicas relevantes de uma região podem ser consideradas para a compreensão da distribuição das unidades de mapeamento de solos de uma paisagem, como o estudo das relações entre os aspectos pedológicos, geológicos, geomorfológicos, de clima, cobertura vegetal, antrópica ou natural, entre outras.

Moore et al. (1993), determinaram correlações significativas entre atributos quantificáveis do terreno e propriedades do solo. Indicaram a utilização da técnica como uma primeira etapa nos levantamentos de solos, destacando que resultaria de utilidade tanto na amostragem dos solos como no desenvolvimento de modelos de localização das pedoformas.

Em Miranda et al. (1999), encontrou-se levantamento semidetalhado dos solos de um município da Zona da Mata Mineira, utilizando, como base, a identificação de padrões fisiográficos por interpretação visual do modelo de elevação e das classes de declividade e de orientação derivadas desse modelo. Em cada unidade pedogeomorfológica homogênea, os autores selecionaram pontos de observação e amostragem representativos e obtiveram uma estratificação dos solos baseada nas formas do relevo.

Em estudos realizados por diferentes pedólogos em uma mesma área, os mapas gerados apresentaram diferentes limites para as unidades de mapeamento (BIE et al., 1973). Camargo et al. (1966), realizaram levantamento esquemático de solos do Brasil com objetivo de suprir a deficiência de informações de solos, sendo que até aquele momento existiam apenas informações dispersas ou divergentes. O trabalho foi realizado com áreas onde

existiam levantamentos de solos e parte foi desenvolvida por processo de extrapolação, tomando como base dados das áreas contíguas já levantadas.

No levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná publicado na escala 1:600.000 (EMBRAPA, 1984), a área total mapeada foi de 199.218 km², e para isso utilizaram fotografias aéreas na escala aproximada de 1:70.000, as quais estão em escala maior do que a recomendada.

Um levantamento semidetalhado foi realizado no Jardim Botânico de Brasília (DISTRITO FEDERAL, 1990), com área de 440 ha. O material básico utilizado para a delimitação das unidades de mapeamento foram fotografias aéreas na escala 1:10.000. No entanto, os critérios estabelecidos pela EMBRAPA (1995), para este tipo de levantamento sugerem escala fotográfica variando entre 1:20.000 e 1:60.000. No mapa final constam 21 unidades de mapeamento (simples e associações), o que dá um índice de 0,1 observação por hectare, sendo publicado na escala 1:10.000. Ao analisar o mapa final, verifica-se que além da escala de publicação, o nível categórico atingido pelas unidades e o material base utilizado, não estão de acordo com EMBRAPA (1995). Também no Distrito Federal foi realizado trabalho de levantamento de solos do tipo semidetalhado (BRASIL, 1966).

No Estado do Rio de Janeiro, a EMBRAPA (2004) realizou zoneamento da cultura da seringueira, constituindo-se em uma etapa de fundamental importância nas tomadas de decisão, no que se refere à expansão da cultura, uma vez que delimita as áreas em que a espécie poderá expressar o seu máximo potencial de produção.

Giasson et al. (2008), referenciaram que no Rio Grande do Sul há uma carência de mapas de solos para a maioria dos municípios gaúchos. Daamen et al. (2002), expuseram resultados que por meio do mapeamento indicam a variabilidade espacial da produção da cana de açúcar por meio de processamento digital de imagens. Afirmam que a variabilidade espacial da cultura é uma das principais causas de erros no processo de estimativa de produção.

1.3 Geotecnologias

A caracterização da paisagem é importante na confecção de modelos que viabilizam o levantamento e a classificação das unidades de solos de uma região, em escalas de mapeamento que variam de acordo com a aplicação e uso que se almeja. Neste sentido,

Andrade et al. (1998), Alves et al. (2000), Resende (2000), Machado (2002), Bertoldo et al. (2003) e Marques (2003), desenvolveram modelos para a geração de mapas de solos, nos quais a caracterização da paisagem pelos estudos de distribuição de relevo, classes de declividade, posição de vertentes, geologia, clima e vegetação influenciou diretamente na correlação com as unidades de solos mapeadas nas regiões de estudo. Cezar et al. (2007), compararam mapas de solos de uma mesma área, obtidos por três diferentes grupos de trabalho, confeccionados por meio do SPRING. Estes autores observaram divergência entre o número de classes de solos mapeadas, cujos erros foram maiores em relação à definição das classes de solos do que em relação aos limites entre estas classes, para cada grupo de trabalho.

Estudos têm sido realizados visando o emprego de novas tecnologias (Sistemas de Informações Geográficas-SIGs-, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto, entre outros) na avaliação da aptidão agrícola das terras com resultados relevantes, como é o caso de trabalhos desenvolvidos por Gomes et al. (1993), Assad (2000) e Moura (2007).

Desta forma os SIGs podem contribuir para facilitar o trabalho na representação gráfica dos tipos de solos, permitindo a atualização das informações bem como servir para minimizar a complexidade e a subjetividade quanto aos dados analisados.

Ippoliti et al. (2005), elaboraram trabalho sobre a Análise Digital do Terreno na identificação de pedoformas em microbacia na região de Mar de Morros/MG. Outra contribuição é dada por McBratney et al. (1991), que usaram a informação topográfica para o zoneamento de uma região com o objetivo de melhorar a representação de atributos do solo mapeados geoestatisticamente. A análise digital do terreno foi usada também para a predição de propriedades pedológicas.

Os SIGs, por exemplo, contribuem para facilitar o trabalho de representação gráfica das classes de usos e atualização das informações, além de minimizar a complexidade e o grau de subjetividade de estimativas feitas a partir de integração realizadas de forma manual (ASSAD, 2000). Neste contexto, os SIGs subsidiam os planejamentos ambientais, considerando que os dados são modelos pré-existentes que, confrontados com mapas de uso e aptidão agrícola das terras, possibilita avaliar se as áreas estão sendo ocupadas adequadamente ou não (MOURA et al., 2001; SILVA et al., 2003; CARVALHO et al., 2007).

O rol de estudos anteriormente mencionados permite afirmar que a estimativa da densidade de observações é realizada em função da escala de mapeamento, do nível e dos objetivos do levantamento, do grau de heterogeneidade ou de uniformidade da área de trabalho e da eficiência no uso de fotos aéreas, imagens de satélite e os recursos de

geoprocessamento disponíveis, que ampliam as alternativas de mapeamento de campo, com redução de tempo de execução, densidade de observações e frequência de amostragens.

A modificação no uso atual das terras, principalmente nas áreas de fronteira agrícola, implica em estudos de avaliação e de diagnóstico que monitorem a dinâmica espaço/temporal para evitar a degradação ambiental e ordenar a ocupação territorial.

Diversos trabalhos têm explorado a relação existente entre variáveis agronômicas e respostas multiespectrais de diferentes culturas ligadas a parâmetros relacionados à cobertura do solo. O conhecimento da ocupação do solo e da sua localização em uma determinada região fornece elementos para o planejamento de uso ambiental e de extração de recursos naturais, visando à melhoria da qualidade de vida, como os resultados encontrados por Formaggio et al. (1995), Vettorazzi et al. (2000), Salvador et al. (2004) e Araújo et al. (2000).

O planejamento do uso e do manejo de terras deve ser condicionado também a fatores, como diversidade biológica da área e seu valor ecológico; importância da área dentro de um contexto de ocupação antrópica; função da área em atividades produtivas ou não e essas definições, por sua vez, podem ser feitas de modo mais preciso e mais rápido utilizando um SIG, possibilitando estabelecer a integração dos mapas de aptidão agrícola de terras com outros mapas (ASSAD et al., 2002).

Também se pode afirmar que as geotecnologias em estudos de diagnósticos de uso e aptidão agrícola das terras possibilitam a integração dos dados sobre o uso da terra e seu potencial agrícola, a quantificação e a identificação das áreas adequadas e inadequadas ao tipo de ocupação presente. A racionalidade no uso dos solos exige um conhecimento prévio de suas características e limitações.

Diversos e diferentes levantamentos e monitoramentos globais têm sido realizados com a utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto a partir de dados de satélites imageadores (Landsat 5, Landsat ETM 7, Ikonos, Quickbird, Worldview...). Em relação ao uso da terra, as rápidas alterações impõem à adoção de técnicas de avaliação e diagnose que monitorem a dinâmica espaço-temporal e permitam o zoneamento das áreas de forma adequada e eficiente.

Silva et al. (2010), avaliaram a aptidão agrícola das terras em assentamento de famílias rurais no município de Lebon Régis(SC) apontando os principais fatores limitantes e a viabilidade de melhoramentos das terras auxiliado por mapas temáticos integrado ao SIG (Sistema de Informações Geográficas). Delarmelinda (2011) aplicou os Sistemas de Avaliação de Aptidão Agrícola em solos do Acre, afirmando que o uso de *softwares* nesses

trabalhos tem mostrado resultados promissores usando indicadores parametrizados o que permite a interface com o ambiente SIG. Fileto (2005), por exemplo, utilizou uma arquitetura para sistema de informação sobre solos voltada para o zoneamento agrícola. Leite (1996) avaliou a aptidão agrícola das terras utilizando-se de SIG, tomando por base as informações obtidas através de levantamento pedológico ao nível de reconhecimento-semidetalhado.

O mapeamento digital de solos aplica métodos quantitativos visando suprir a demanda (McBRATNEY et al., 2003). Dando suporte a este tipo de técnica estão as Árvores de Decisão (AD) que são uma maneira gráfica de visualizar as consequências de decisões atuais e futuras bem como os eventos aleatórios relacionados. É uma estrutura muito usada na resolução de problemas de classificação onde cada ramo na árvore é uma conjunção de condições. As árvores de decisão tomam como entrada uma situação descrita por um conjunto de atributos e retorna uma decisão, que é o valor preditivo para o valor de entrada de um determinado dado, chegando à decisão pela execução de uma seqüência de testes.

Em síntese, o uso de geotecnologias facilita os trabalhos de representação gráfica dos resultados obtidos no zoneamento e no monitoramento periódico de áreas de cultivo, levando-se em consideração a avaliação da aptidão das terras para a agricultura e as definições das práticas mais adequadas de manejo e de conservação do solo e da água. Estas técnicas contribuem para minimizar a complexidade e o grau de subjetividade da estimativa feita empiricamente partindo de informações sobre o uso dos solos, clima, recursos hídricos, vegetação, infra-estrutura, etc. A eficiência do uso das técnicas de geoprocessamento, contudo, vai depender da definição precisa do objetivo e da metodologia a ser aplicada.

1.1 Erva mate

Quando se buscar aprimorar o conhecimento sobre determinada cultura, não basta apenas ter disponível farto instrumental tecnológico. É importante uma abordagem sobre as características fenológicas/fisiológicas da espécie estudada.

Por fenologia entende-se o estudo da época de ocorrência de fenômenos naturais repetitivos, tais como reprodução, maturação, polinização, e a análise das causas de sua ocorrência em relação a forças seletivas, bióticas ou abióticas, bem como de suas interrelações dentro de uma ou várias espécies (LIETH, 2008).

Dessa forma, os estudos de fenologia contribuem para o entendimento da regeneração e da reprodução de plantas. Assim indicam a forma com que se pode garantir a sobrevivência e manejo (MORELLATO et al., 2000), pois o período reprodutivo é de grande importância para a dinâmica das populações e sobrevivência das espécies. A avaliação das características fenológicas auxilia na compreensão da dinâmica de comunidades vegetais, assim como possível indicadora de condições climáticas e pedológicas de um ambiente.

Estudos fenológicos podem produzir dados e informações e o conhecimento adquirido nesses estudos tem implicações práticas importantes, incluindo a produtividade de culturas agroflorestais, controle de "pragas", recuperação de áreas degradadas e manejo de unidades de conservação (FELIPE et al., 2002).

Diante das considerações feitas até agora, cabe uma abordagem que privilegie a erva mate considerando sua importância econômica e ambiental e, em especial, sua caracterização pedoambiental, no tocante as limitações para o cultivo, incluindo relevo, solo, sombreamento, clima e outros fatores diretamente ligados à aptidão para a espécie *Ilex paraguariensis*.

A erva mate compõe um dos sistemas agroflorestais mais antigos e característicos da Região Sul do Brasil e foi por um longo período um dos primeiros produtos das exportações brasileiras (PENTEADO et al., 2000), sendo explorada na forma natural com plantio intercalar de culturas anuais como, feijão, mandioca, milho e soja, dentre outros.

August de Saint Hilaire foi o primeiro cientista a classificar e publicar uma nomenclatura para erva mate, baseado em exemplares coletados na região de Curitiba, durante suas viagens ao sul do Brasil, em 1820. Esse cientista enviou amostras da planta para o Museu de História Natural de Paris, onde ocorreu uma mistura com outras amostras, havendo troca de etiquetas de identificação e assim, a erva brasileira foi considerada idêntica à do Paraguai e ganhou o nome de *Ilex paraguariensis* (ANUÁRIO BRASILEIRO DA ERVA MATE, 1999).

A erva mate ocorre em matas subtropicais desde a parte oriental do sul do Brasil, até o Paraguai e região nordeste da Argentina, compreendendo as Províncias de Misiones e Corrientes, onde a presença da *Araucária angustifolia* não é constatada. A ocorrência de *Ilex paraguariensis* neste tipo de associação se dá, principalmente, nos sub-bosques das matas do rio Paraná e seus afluentes (MAZUCHOWSKI, 2000).

No Rio Grande do Sul uma das primeiras descrições foi realizada por Rambo (1956), quando o mesmo enfatizou a presença da espécie onde há acentuado predomínio da *Araucária angustifolia*. Reitz (1988), complementou dizendo que é uma espécie esciófita e seletiva higrófito, crescendo preferencialmente nas associações mais evoluídas dos pinhais, onde

predomina a *Ocotea pulchella* e *Sloanea lasiocoma*, sendo menos freqüente nas associações caracterizadas pelas espécies típicas da floresta latifoliada.

De acordo com Carvalho (2003), a erva mate ocorre na região compreendida entre a latitude 12° e 35° Sul e a longitude 40° e 65° Oeste, A área aproximada de ocorrência da erva mate é 540.000km² dos quais 450.000km² no Brasil (correspondente a 5% do território brasileiro).

O clima preferencial de ocorrência da erva mate são os tipos Cfa e Cwa da classificação de Köppen, com temperatura média anual de 20 a 23°C, ocupando altitudes entre 500 a 1500m com precipitação média anual em torno de 1500mm. (Da CROCE, 2003).

Com relação à erva mate, se tem a seguinte taxonomia e descrição botânica: *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., Reino *Plantae*, Subreino *Tracheobionta*, Superdivisão *Spermatophyta*, Divisão *Magnoliophyta* (Angiopermae);, Classe *Magnoliopsida* (Dicotiledonae), Subclasse *Rosidea*, Ordem *Celastrales*, Família *Aquifoliaceae*, Gênero *Ilex* L., Espécies *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. - mate (NRCS, 2005). Possui como sinônima botânica: *Ilex domestica* Reissek; *Ilex mate* Saint Hilaire. É um arbusto característico de plantas de sub-bosque, pertencente a um agrupamento vegetal típico do sul do Brasil, conhecido como “formação de araucária”, sendo características de regiões com altitude acima e 400 metros (COSTA, 1995 e ANDRADE et al., 1999).

É uma espécie dióica, apresentando flores masculinas e femininas, separadamente. As flores apresentam coloração branca, pouco vistosas e pequenas. As inflorescências geralmente são fasciculadas nascidas sobre o lenho novo ou velho, de rebentos totalmente florais, axilares nas folhas. As flores femininas, de tetrâmeras a heptâmeras, raramente hexâmeras e pediceladas; pedúnculo curto com três flores é muito raro. As flores masculinas, de 5,5 a 7,0 mm de diâmetro, estão dispostas como as femininas ou, às vezes, pedunculadas, pedúnculos ramificados, com três a cinco pedicelos e flores. O cálice com aproximadamente 3 mm de diâmetro, peteliforme ou subcupuliforme, os lobos ovados, obtusos, os eciliados são maiores que o tubo, pétalas com 2,0 a 2,5 mm de comprimento por 1,5 a 2,2 mm de largura, ovadas até suborbiculares, nervuras proeminentes; estames pouco mais curtos até iguais às pétalas no comprimento, anteras ovais mais curtas que os filamentos cilíndricos e engrossados; pistilo subgloboso até ovóide, estreitando no ápice, falta o estigma. As flores femininas, como as masculinas, quanto ao tamanho e perianto, têm estames mais curtos que as pétalas, anteras estéreis ovadas até cordadas, muito mais curtas que os filamentos achatados e engrossados na base; o ovário é ovóide na 1/5 parte superior estreitado até curto à semelhança do estilete,

protuberância estigmática larga com aproximadamente 3/4 do diâmetro do ovário (REITZ, 1967).

A floração ocorre de setembro a dezembro, predominando em outubro. O amadurecimento dos frutos na maioria das vezes ocorre de janeiro a março (DA CROCE, 2003). Em cada flor nota-se um cálice gamossépalo com quatro sépalas de cor verde clara a uma corola branca formada por quatro pétalas. Aparecem entre estas pétalas, em número de quatro, os estames largos (KARAS, 1982; MASS et al., 1998).

As folhas constituem a parte mais importante da planta, pois dão origem ao produto erva mate, após terem sofrido todos os processos de transformação correspondentes. Segundo Reitz (1967), as folhas da erva mate são alternadas, simples, geralmente estipuladas, subcoriáceas até coriáceas, glabras, verde-escuras em cima e mais claras embaixo; limbo foliar obavado até largamente obavado, bordos irregularmente serreados-crenados, no terço da base geralmente lisos, ápice obtuso ou arredondado, freqüentemente com um múcron curto ou longo, base aguda, longa-aguda ou cuneada, às vezes decorrente pelo pecíolo; nervuras laterais pouco impressas por cima e salientes por baixo; o limbo mede comumente de 5 a 8 cm de comprimento por 3 a 4 cm de largura. O pecíolo é relativamente curto, medindo de 7 a 15 mm de comprimento.

A semente de erva mate é dura, de tamanho e forma variáveis e apresenta coloração amarelo-clara. O fruto, pequena baga de cor verde esbranquiçada com quatro divisões e quatro grãos albinóides com tegumentos membranosos cobertos por endocarpo escleroso (KARAS, 1982).

De acordo com Ferreira Filho (1948), o fruto da erva mate é uma drupa carnosa, esférica ou elipsóide com dois lóculos, pirênios lenhosos, ósseos, fibrosos ou subcoriáceos, monospermicos. O fruto é definido como uma baga-drupa, globoso ou baciforme, de superfície lisa e lustrosa que durante o processo de maturação muda sua coloração de verde para branca, vermelha, roxa e quase preta quando maduro.

A espécie caracteriza-se por apresentar arvoreta à árvore perenifólia. A altura é variável de 3-5 m, porém na floresta pode atingir até 25 m de altura. O tronco é cilíndrico, reto ou pouco tortuoso. Fuste geralmente curto, porém, na mata atinge até 11 metros de comprimento. É racemosa, quase horizontal, copa baixa, densifoliada, com folhagem verde-escura muito característica. A casca apresenta espessura até 20 mm, sendo a casca externa cinza clara acastanhada, persistente, áspera à rugosa, com lenticelas abundantes formando às vezes linhas longitudinais e munida de cicatrizes transversais; a casca interna apresenta textura arenosa e cor branca-amarelada, que após a incisão escurece rapidamente em contato

com o ar (FERREIRA FILHO, 1948). Até o presente momento não existem protocolos desenvolvidos que possam ser aplicados comercialmente para a propagação assexuada da erva mate (WENDLING, 2004).

Resende (1994), afirmou que a espécie prefere solos de baixa fertilidade natural – geralmente Latossolos. A espécie prefere solos medianamente profundos a profundos, praticamente não ocorrendo em solos rasos como os Neossolos Litólicos.

Diante dessas condições poderá se estabelecer uma competição do cultivo da erva mate com lavouras ou culturas anuais, no que diz respeito aos parâmetros pedológicos.

Com relação à caracterização química da erva mate, especialmente das folhas, parte principal da matéria-prima, esta se relaciona com o uso dos teores de nutrientes neste tecido vegetal a fim de diagnosticar o estado nutricional da planta. São diversos os métodos utilizados para encontrar-se o índice de calibração, sendo os mais usados os preconizados por Fossati (1997); Valduga et al. (1997), Heinrichs et al., (2001); Da Croce (2002); Neiwerh et al. (2003); Reissmann et al. (2003), todos estes, porém baseados nos índices de calibração proposto por Bataglia et al., (2001).

A propagação da erva mate é feita por sementes extraídas dos frutos, que amadurecem de fevereiro a março. O espaçamento dependerá do sistema a ser adotado para a colheita. Se a poda for mecanizada, usa-se espaçamento 3x1m, se for manual, 3x2, 3x3 ou 3x4m, obedecendo a processos de alinhamento. É aconselhável proteger as mudas com sombreamento nos lados leste e oeste, no primeiro ano. Pode-se usar a consorciação com mandioca, milho, feijão ou outras plantas de ciclo rápido.

Para plantios agroflorestais de erva mate é recomendável o uso de espaçamentos como 4,50 m x 1,50 m para pequenos produtores; para grandes produtores recomenda-se 1,50 m nas linhas de erva mate com espaçamento entre linhas a depender do maquinário a ser utilizado no plantio e na colheita da cultura agrícola (MEDRADO et al., 2005).

Estudos realizados pela EMBRAPA (2005), em vários anos e regiões de concentração da produção comprovam que a exploração da erva mate em sistemas agroflorestais apresenta como principais vantagens a melhor utilização da terra e mão-de-obra; a produção simultânea de erva mate e alimentos; a antecipação do pagamento do custo de implantação do erval e o aumento do emprego, da produção e da renda da propriedade rural.

A melhor época para o plantio definitivo é o inverno, de preferência no final da estação, em virtude de, nesse período, a planta encontrar-se em repouso vegetativo. A implantação de um erval exige a dedicação do produtor nos três a quatro primeiros anos, pois caso contrário, não se obterá boa produtividade. É importante que se faça uma boa escolha da

área e depois se proceda a um preparo do solo adequado ao bom desenvolvimento das mudas. Uma vez preparado o solo deve-se, dependendo do tamanho do produtor e da forma de plantio (puro ou em sistemas agroflorestais) escolher o espaçamento. O plantio do erval deve ser feito a partir de abril podendo estender-se até setembro. A partir de outubro, na maioria dos municípios começa-se a ter problemas com as chuvas o que ocasionará uma acentuada diminuição do ritmo de crescimento das plantas. A produção inicia no ano 2, aumenta até o ano 9 quando alcança a 6 kg/planta, em média. A partir do ano 9, considerou-se a produtividade como estabilizada. Vale ressaltar que ervais plantados com mudas de boa qualidade e bem conduzidos podem atingir médias anuais bem superiores, chegando a atingir 12 Kg/planta, de massa foliar (EMBRAPA, 2005). Estima-se vida útil da erva mate em aproximadamente 35-45 anos.

De todos os problemas de cunho fitossanitário que ocasionam perdas economicamente significativas para a mateicultura, a broca da erva mate (*Hedypathes betulinus*, COL.:Cerambycidae) é o mais importante, haja vista que apenas uma larva pode destruir parcial ou completamente uma erva mate. E, um erval pode ter sua produção reduzida em até 50% quando altamente infestado por este inseto (MALLMANN, 2001).

Dedecek et al. (2000), analisaram perdas de solo por erosão hídrica, em diferentes condições na entrelinha, observou que as perdas de solo, foram maiores quando se realizou a capina o ano todo ($10,21\text{Mg ha}^{-1}$) do que nas parcelas onde o controle das invasoras foi feito com herbicida ($0,28\text{Mg ha}^{-1}$).

A produtividade de um povoamento florestal (erva mate) pode ser estimada pelo conhecimento da sua dinâmica de nutrientes, já que existe uma relação direta entre teores de nutrientes no solo e nas folhas e a produtividade da planta. Ao se conhecer a fertilidade do solo e as condições nutricionais das plantas, é possível estabelecer estratégias de manejo nutricional para obtenção de uma produção sustentável.

Quanto ao mercado mundial de erva mate o Uruguai absorve 80% das exportações brasileiras. A erva mate brasileira é exportada também para Argentina, Chile, Estados Unidos, Europa e Oriente Médio. Na economia nacional o setor ervateiro abrange cerca de 750 indústrias e a produção média é de 422.498 t/ano (IBGE, 2008). Ainda segundo a mesma fonte, a Região Sul do Brasil é responsável por cerca de 97% da produção nacional de erva mate. Nesta região brasileira, são 596 municípios desenvolvendo a atividade ervateira em pequenas propriedades rurais e 710.000 pessoas trabalham na produção de erva mate (MACCARI JR. et al., 2008).

Conforme o IBGE (2008), o Rio Grande do Sul, produziu 223.812 toneladas de erva mate, envolvendo direta ou indiretamente envolvidas 39.000 propriedades pequenas e empresas, gerando cerca de 165.000 empregos diretos. Maccari Jr. et al. (2008), relataram que a erva mate ocupa uma posição relevante como cultura de bens sociais, uma vez que é largamente comercializada por pequenos produtores.

Este é o caso da Microrregião Geográfica de Erechim, que de acordo com o IBGE (2008), produziu 15% da produção brasileira, e cuja área plantada, geralmente em pequenas propriedades, corresponde a 53% do total do estado. De acordo com Mosele et al. (2006), o setor ervateiro, nessa microrregião, compreendia 9.363 famílias de produtores rurais, que têm na atividade ervateira uma importante fonte de renda e quarenta e duas empresas agroindústrias que produziam e comercializavam erva mate para diversas regiões do Brasil e também para exportação.

Em Erechim, a industrialização da erva mate desenvolve-se desde 1949 sendo responsável pelo emprego direto de duzentos e quarenta e três funcionários distribuídos nas funções administrativas, transporte e operação industrial, pagando aproximadamente 1,78 salários mínimos/mês/empregado. Excluem-se os empregos indiretos exercidos por terceiros quer na limpeza dos ervais, poda, transporte e outros, cuja informalidade não permite, por ora, quantificá-los. Com relação à industrialização da erva mate, esta é comercializada sob o logotipo de vinte e duas marcas. Constatou-se também que a produção municipal pode aumentar entre 800-1000 toneladas mensais, e terá a garantia da absorção da matéria-prima sem necessidade de aumento da capacidade industrial instalada para o seu beneficiamento, o que corresponde a uma ociosidade mensal em torno de mais de 40%.

O município em estudo em 2007 apresentou rendimento médio de 4,75 t ha⁻¹ (IBGE, 2008), o que representa nível de produtividade satisfatório, além de oportunizar empregabilidade de aproximadamente 27 pessoas/dia, comparando-se com o cultivo de feijão cuja empregabilidade é de 18,30, o milho 6,97 e o trigo 5,20 pessoas empregadas nas relações de produção/dia (COTREL, 2007).

O Brasil, segundo IBGE (1975), produziu aproximadamente 100.000 t ano⁻¹ de erva mate cancheada, o Rio Grande do Sul, produziu 30.000 t ano⁻¹ e Erechim contribuía com 13,33% do total do Estado. Em 2008, segundo a mesma fonte, o Brasil atinge 422.500 t ano⁻¹, o Estado, 223.000 t ano⁻¹ e Erechim contribui com 63.000 t ano⁻¹.

Alguns ciclos são encontrados quando se analisa as toneladas produzidas de erva mate no município de Erechim (Figura 1). Tomando por base os dados disponíveis a partir da metade da década de 70, o município produzia 1.500 t ano⁻¹, com pico significativo em 1977

quando alcança o maior índice (4.000 t ano⁻¹). Fenômenos econômicos e de demanda reprimida de mercado explicam essa ascendência exagerada. O pico da produção nacional e estadual está no ano de 1995, em torno de 250.000 t ano⁻¹ em nível de Brasil e aproximadamente 70.000 t ano⁻¹ no estado gaúcho. Como referido anteriormente Erechim, entretanto, tem seu pico de produção no ano de 1977. Em 1995 inicia um período de queda na produtividade para erva mate em nível municipal (IBGE, 2007).

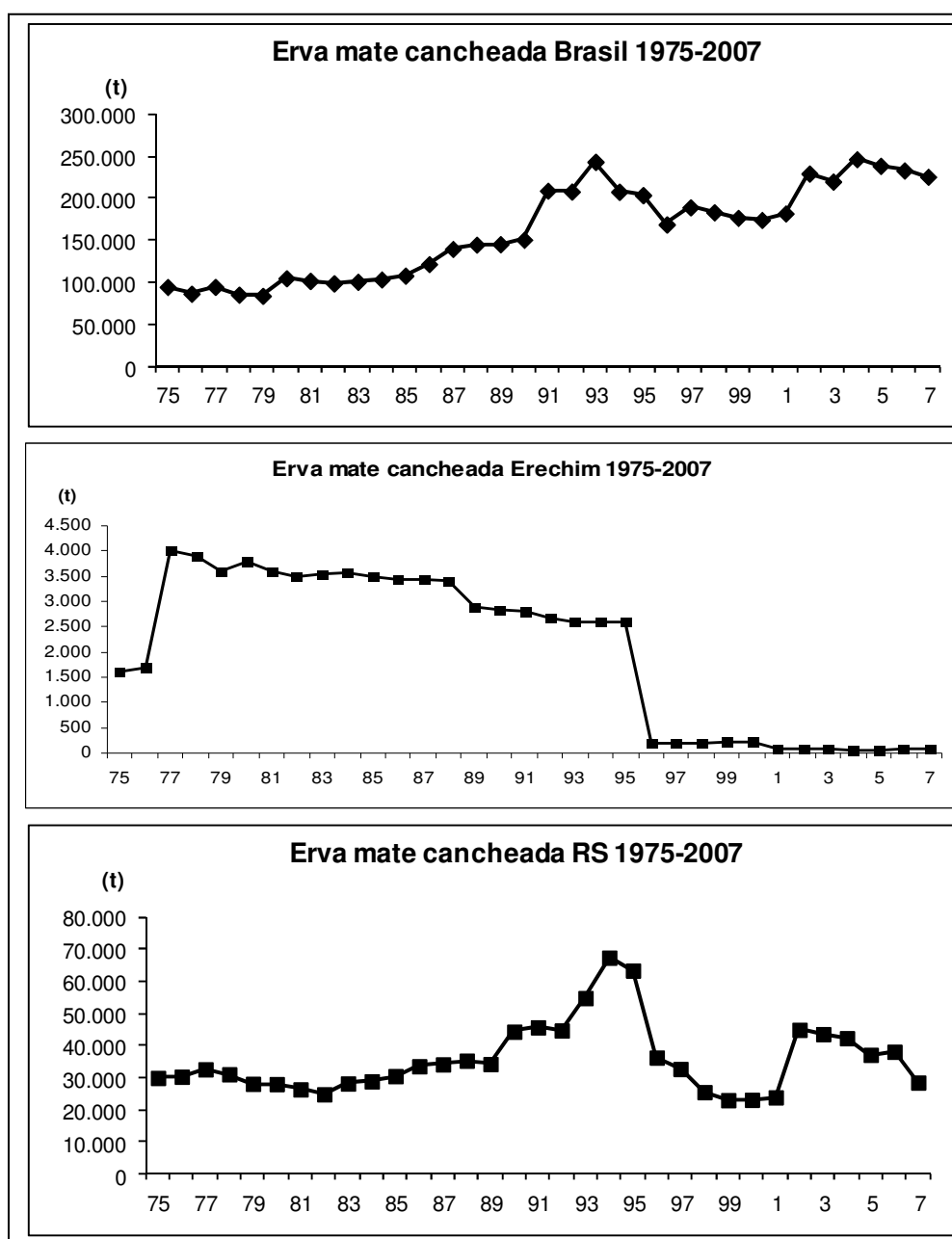


Figura 1 – Produção da erva mate cancheada Brasil/RS/Erechim

Fonte: IBGE.Censo agropecuário 2007.

Na figura 2, são visualizados os valores correspondentes à evolução da produtividade da erva mate (folha verde) ($t\ ha^{-1}$), fazendo-se uma comparação entre a produção nacional, estadual e municipal para o período de 1981 a 2007.

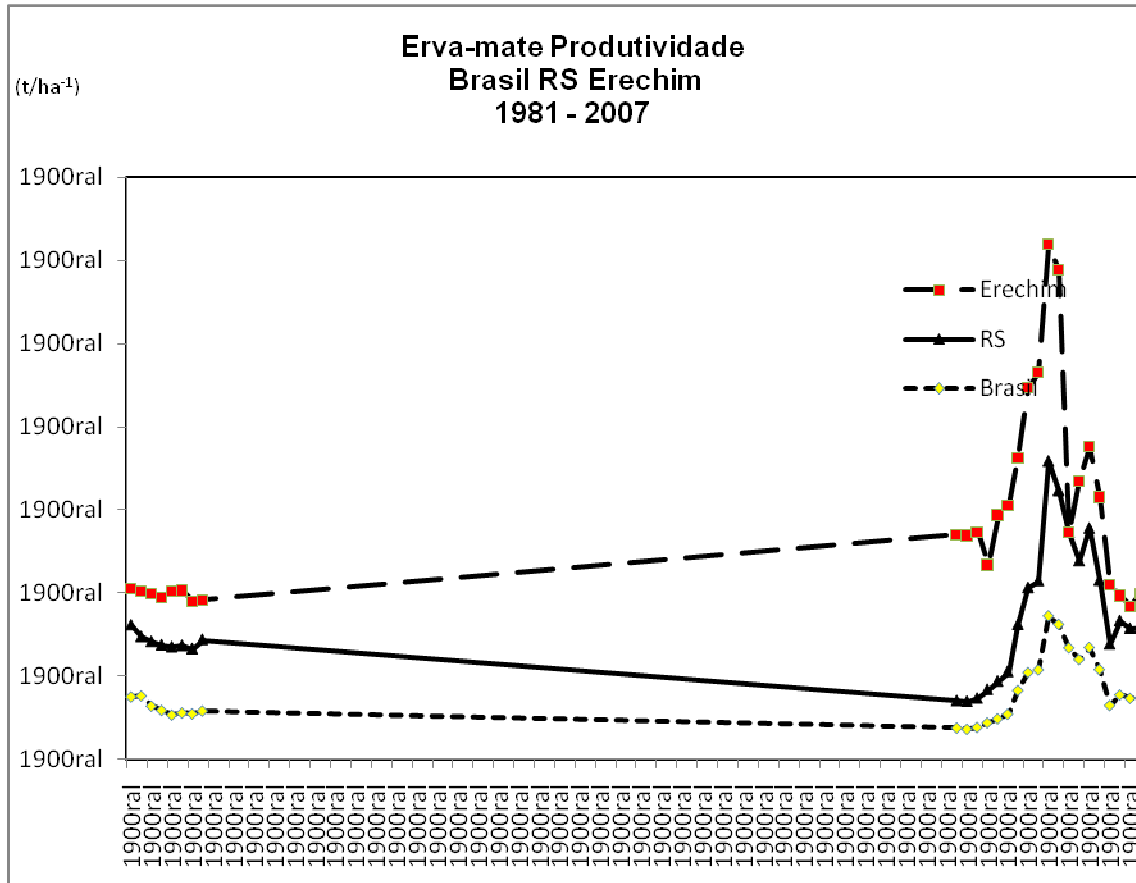


Figura 2 – Produtividade de erva mate $t\ ha^{-1}$ - Brasil/RS/Erechim

Fonte: IBGE. Censo agropecuário.2007.

Durante o decorrer do ciclo estudado pequenas oscilações anuais do índice podem ser observadas, refletindo a conjuntura nacional e estadual na região, ou vice-versa.

Assim como ocorre a mecanização do campo em nível de Brasil, obrigando o homem residente no meio rural a migrar para a cidade, especialmente atraído pelo fascínio urbano concretizado na busca de empregos urbanos, este fenômeno não foge a regra no município em estudo. Este fato dá origem a uma implicação muito comum no município que é a dificuldade de fixação no meio rural, especialmente dos jovens.

Por outro lado, alguns projetos que incentivam a implantação de atividades como o reflorestamento (principalmente eucalipto) vem determinando modificações significativas na

estrutura de uso e posse da terra, bem como das relações sociais e de produção. Aliado a esta, algumas áreas são ocupadas com a produção de citrus. É importante salientar que a atividade de florestamento/reflorestamento ocupa um pequeno contingente de população rural.

Gortari (1997), expressou que o crescente interesse pelo cultivo da erva mate teve contribuição direta do Mercosul, cujos países integrantes encontraram no consumo da erva mate um de seus vários pontos em comum, gerando perspectivas positivas para o setor produtivo, particularmente para o Brasil, onde a espécie tem um grande potencial a ser explorado. O autor acima, ainda afirma que, devido ao processo de domesticação da cultura da erva mate visando maiores ganhos de produtividade, retirou-se a espécie de seu hábitat natural no interior da Floresta de Araucária e disseminou-se o seu plantio em povoamentos puros a céu aberto.

Chama a atenção o pico da produtividade havido exatamente no ano de criação do bloco sulamericano. Mas isso não foi o suficiente para manter o crescimento potencial da erva mate.

O resultado ao longo do tempo foi desfavorável, pois erveiras expostas aos elevados níveis de luminosidade sofrem alterações nos seus processos metabólicos (KASPARY, 1985; COELHO et al. 2000; RACHWALL et al. 1998), tornando-se mais suscetíveis ao ataque das pragas e doenças, além de gerarem um produto com qualidade organoléptica inferior. Além disso, segundo Petersen et al. (2001), as experiências iniciais usando esse sistema no Centro Sul do Paraná mostram sua incompatibilidade com as condições locais, principalmente pelo aumento exponencial dos custos de produção.

De acordo com Mazuchowski (2000), toda erva que esteja em condições de sombreamento parcial por outras espécies arbóreas, ou submetida a níveis de radiação solar parcial devido ao tipo de cobertura, desenvolverá uma matéria-prima que será transformada em produto comercial com padrão de bebida nativa ou sabor mais suave. Segundo esse autor, as demandas industriais para esse tipo de erva acentuaram-se sobremaneira nos últimos anos, sem que tenham sido ajustados mecanismos para estímulo correspondente junto aos produtores de erva mate.

Ao mesmo tempo em que a erva mate passa a ser uma ótima opção econômica em floresta natural de araucária, inclusive com preços diferenciados, seu manejo necessita de um controle em campo mais complexo, devido à heterogeneidade das condições ambientais, evitando-se colheitas muito intensas ou freqüentes, o que pode reduzir a capacidade auto-sustentável dessa alternativa de manutenção e utilização da floresta.

1.2 Participação dos Agricultores

Sabe-se que para fazer a representação de um determinado espaço, os fatores humanos na interpretação deste são extremamente importantes, uma vez que indicam a percepção espacial de quem vive neste espaço, podendo originar diferentes abstrações para uma mesma realidade, os métodos participativos representam uma nova abordagem no diagnóstico do meio rural.

Dessa forma, o enfoque metodológico participativo possibilita a construção coletiva e a socialização de conhecimentos, usando para isso os princípios da etnopedologia, que considera o saber local e a experiência do agricultor na avaliação do seu ambiente.

Para isso, usa-se a transcrição que consiste em escrever o discurso em forma de texto, mantendo fidelidade ao dito dos sujeitos, evitando julgamentos e análises, portanto, esta tarefa não se fundamenta em idealizações, em imaginações, em desejos, nem é um trabalho realizado na subestrutura dos objetos descritos. Há invariantes, os constructos que apresentam grandes convergências considerando a intersubjetividade naquilo que está sendo relatado (MARTINS et al., 1989).

Num estudo que privilegia o solo e a ocupação das terras, a relação entre os dois modos de saber (de pedólogos e de agricultores) sobre solos pode ser estabelecida tendo como base a descrição dos ambientes pelos agricultores.

Aparentemente simplificada quando comparada à concepção pedológica, essa dinâmica permite relacionar um conjunto de características ambientais que os agricultores consideram como mais as importantes num determinado cultivo.

Em vista dos atributos analisados e sua significância em nível de estudos, ressalta-se que algumas vezes, para atender adequadamente um determinado critério de diagnóstico não é suficiente o uso de um indicador isolado, nestes casos se faz necessário utilizar um conjunto de indicadores, por conta das interrelações e correlações que devem ser estabelecidas para que não se fuja da análise enquanto conjunto, sistêmico e dinâmico. Harrington et al. (1995), afirmam que os indicadores podem ser baseados em medidas (medição de uma variável quantitativa) ou “não medidas” (uma percepção).

Quanto à utilização de indicadores de qualidade de solo por parte dos agricultores é muito importante, conforme referiram Reichert et al. (2003), tornando-se fundamentais, pois, auxiliam na avaliação na propriedade, integrando-os nos trabalhos de monitoramento da

produção. São ferramentas que podem ser disponibilizadas para que estes possam aperfeiçoar suas práticas. Os autores acima, resgataram a importância das metodologias que permitem avaliar a capacidade de uso dos solos diretamente no estabelecimento: indicadores qualitativos que possam ser observados diretamente na propriedade são de alta importância e devem servir de guia para o manejo dos solos agrícolas e estar bem consolidados na memória dos agricultores.

Entende-se indicador um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema (DEPONTI et al., 2002). De acordo com esses autores, para que a escolha de indicadores seja coerente com os propósitos da avaliação, é necessário ter clareza sobre o que avaliar, como avaliar, por que avaliar, de que elementos consta a avaliação, de que maneira serão expostos, integrados e aplicados os resultados da avaliação para o melhoramento da propriedade analisada.

Altieri (1999), ressaltou a necessidade dos indicadores serem de fácil coleta e que os dados sejam confiáveis e suficientemente sensíveis para refletir às qualidades de um tipo de solo. É necessário ainda, que sejam de baixo custo e capazes de integrar propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

É importante considerar como elas se entrecruzam com as relações de perspectivas mais amplas, do ponto de vista não-estático, mas dinâmico, resultante de um processo cultural em que estão incluídas relações entre conceitos polarizados (mas não excludentes) de lugar-espço, interior-exterior e imagem-representação (HIRSCH, 1995).

O conhecimento e a tecnologia originados da interação direta do agricultor com o ambiente é, segundo Altieri (1999), o conhecimento local ou tradicional. É fruto da integração intuitiva das respostas dos agrossistemas ao clima e uso da terra ao longo do tempo (BARRIOS et al., 2003). A sistematização dessas respostas, para Alves et al. (2005), constitui a abordagem etnopedológica da Ciência do Solo. Para isso, se faz necessário alguns indicadores, definidos como sendo uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade (MARZALL et al., 1999).

Stocking et al. (2001), levantaram as vantagens de realizar um diagnóstico participativo de avaliação do solo indicando que esta percepção é muito mais importante do que complexas análises laboratoriais e o agricultor aprende com sua experiência a ser prático e a dar atenção apenas aos aspectos importantes, promovendo assim, uma integração das formas de conhecimento.

A literatura apresenta vários exemplos da utilização da visão de agricultores em estudos. Desbiez et al. (2004), colheram bons resultados quando estudaram sobre fertilidade

nas montanhas do Nepal, onde os agricultores tendem a uma visão holística, diferente da percepção dos pesquisadores.

Ramisch (2006), mostrou que para os pequenos agricultores quenianos, gerir a fertilidade do solo não é apenas uma questão de manter o equilíbrio de produtos químicos no solo superficial. A fertilidade do solo é parte integrante da imagem ambiental complexa que as famílias de agricultores “observam” quando aplicam os seus conhecimentos e opiniões sobre solos, culturas, clima, mercados, pragas e suas interações na decisão do que será prático produzir para terem os alimentos de que necessitam. A partir disso, geram conhecimento dinâmico para a gestão integrada da fertilidade do solo.

Carlesi (2008), realizou estudo junto aos olericultores no sul do Uruguai a fim de avaliar a sustentabilidade agrícola da cultura, buscando indicadores da qualidade do solo. Concluiu que os agricultores, através de metodologias construídas a partir de conhecimento localmente desenvolvido, podem avaliar a qualidade do solo, sendo esta um importante indicador da sustentabilidade do agroecossistema. Correia et al. (2007), estabeleceram relações entre o conhecimento de agricultores e pedólogos sobre solos em Minas Gerais chegando à conclusão de que um dos desafios para construção de modelos agrícolas que se referenciam pela sustentabilidade é a utilização de conhecimentos científicos adequados a singulares situações sociais. Para isso, é necessário considerar saberes acumulados por agricultores no espaço e no tempo.

Outra contribuição relevante do estado mineiro vem dos estudos de Fernandes et al. (2008), que pesquisaram a relação entre o conhecimento local, atributos químicos e físicos do solo e uso das terras apoiado no conhecimento dos agricultores no levantamento de solos. Mancio (2008), também em Minas Gerais, investigou a percepção ambiental e construção do conhecimento de solos em assentamento de reforma agrária. Buscou unir os saberes populares e o científico, a fim de contribuir para a construção do conhecimento sobre o ambiente local, segundo ele, “interpretando-o melhor”.

Silva et al. (2010), realizaram estudos a fim de avaliar a qualidade do solo segundo uma visão etnopedológica identificando atributos e indicadores locais utilizados pelos agricultores em Piraí (RJ), construindo com as famílias assentadas uma proposta de avaliação das terras. Perceberam, os autores, que reunindo o conhecimento empírico local sobre o sistema de uso do solo, a chance de sucesso de adoção de planos de manejo pode ser maior, já que a análise do papel do solo e da terra no processo de manejo dos recursos naturais é parte das razões econômicas e sociais dos agricultores.

Oliveira et al. (2010), apresentaram as percepções da problemática ambiental pelos agricultores familiares em Pacajá, no sudoeste paraense, sendo essas efetivamente conformadas em estratégias de reprodução social e identificando também que nem sempre as práticas produtivas são coerentes com as preocupações do impacto ambiental das atividades agrícolas ou expressam visão de sustentabilidade em longo prazo.

Bacic (2003), estudou a demanda dirigida, com estudos de casos em Santa Catarina, voltado ao uso da terra considerando a participação de agricultores no processo. Orienta, entretanto, que se deve tentar ao máximo evitar influenciar as respostas, não direcionar a conversa, até mesmo, às vezes, sem perceber, utilizando expressões de concordância ou discordância das opiniões emitidas. O entrevistador tem que se manter imparcial quando realiza estudos do tipo participativo.

Também em Santa Catarina, em diferentes regiões, Schelbauer et al. (2007), em parceria com agricultores, aplicaram testes e difusão de sistemas agroecológicos de melhoramento do solo em propriedades agrícolas. Os agricultores foram habilitados a medir os melhores tratamentos no controle de plantas espontâneas, pragas e doenças, a qualidade do solo e a produtividade econômica da cultura. Verificaram que muitos agricultores percebem a interação entre determinadas características do solo e as influências que umas provocam nas outras. Entre os pontos mais abordados pelos agricultores, destacam-se aqueles relacionados à qualidade do solo, o que demonstra o entendimento das características do solo benéficas às suas funções e que estão diretamente ligadas à produção.

Doran et al. (1997), discutiram a importância de incluir agricultores como participantes ativos nos processos de avaliação e/ou aptidão dos solos.

Casalinho (2007), realizou estudo sobre um sistema de produção adotado por um grupo de agricultores no sul do Rio Grande do Sul onde buscou avaliar o comportamento da qualidade do solo frente ao tempo de cultivo com manejo de base ecológica. Os resultados encontrados mostraram um efeito positivo do sistema de manejo utilizado pelos agricultores sobre a capacidade do solo em exercer suas funções no agroecossistema. Também no Rio Grande do Sul, Verona (2008), avaliou a sustentabilidade de agroecossistemas em transição agroecológica enfatizando a participação de base familiar no estudo, indicando pontos críticos e analisando o desempenho das propriedades.

Com relação à participação dos agricultores em estudos, Chiappe (2005), declarou que a “*pesquisa guiada por agricultores*” (pesquisa participativa) gera tecnologias que promovem o empoderamento dos agricultores, contemplam suas necessidades e promovem o desenvolvimento de redes de agricultores para futuros intercâmbios. Desta forma, os estudos

tornam-se úteis para produtores, associações de agricultores e aos pesquisadores. Ainda segundo o autor alguns dos desafios deste tipo de estudo é integrar o conhecimento acadêmico com o conhecimento baseado na experiência e estabelecer relações mais simétricas entre pesquisadores e agricultores.

No quadro 1 são apresentadas as principais características e níveis de participação de comunidades em projetos de pesquisas segundo a *Internacional Agricultural Development* (1995).

| Nível de participação | Principais Características |
|---|--|
| 1.Participação passiva | A população participa ao ser comunicada sobre o que está acontecendo ou o que já aconteceu. É um pronunciamento unilateral feito pela administração ou gerenciamento de um projeto sem qualquer consulta à população. |
| 2.Participação com a informação | A população participa ao responder perguntas propostas por pesquisadores que se destinam a extrair informações, fazendo levantamento com questionários ou técnicas semelhantes. |
| 3.Participação com a consulta | A população participa ao ser consultada e os agentes externos ouvem seus pontos de vista. Esse processo não concede qualquer participação na tomada de decisões e os profissionais não têm obrigação de levar em conta a visão da população |
| 4.Participação com incentivos materiais | A população participa fornecendo recursos, como por exemplo, força de trabalho em troca de comida, dinheiro ou outros incentivos materiais. É bem comum ver essa atuação sendo chamada de participação, ainda que a população não acredite na continuidade das atividades quando cessam os incentivos. |
| 5.Participação funcional | A população participa formando grupos que vão ao encontro aos objetivos predeterminados, relatados no projeto. |
| 6.Participação interativa | A população participa em análises conjuntas que levam a planos de ação e a formação de novas instituições locais ou ao fortalecimento das que já existem. |
| 7.Auto-mobilização | A população participa tomando iniciativas para mudanças de sistemas, independentemente de instituições externas. Eles desenvolvem contratos com instituições externas para obtenção de recursos ou assessoria técnica de que necessitam, mas mantém o controle de como os recursos são usados. |

Quadro 1 – Principais características dos diferentes níveis de participação da comunidade em projetos

Fonte: IAD, 1995.

Normalmente os enfoques participativos no campo da pesquisa para o desenvolvimento são utilizados com dois propósitos gerais:

a) Objetivos funcionais, que tentam aumentar a validade, precisão e especialmente à eficácia do processo de pesquisa e seus resultados;

b) Objetivos de empoderamento, que potencializam a capacidade dos agricultores de buscar informação e fortalecem os processos de organização social e experimentação.

Desta forma, se de lado aumenta empoderamento dos agricultores no que se refere à sua capacidade de experimentação, e também respeito à sua capacidade de busca de informação, por outro lado, a participação dos agricultores aumenta a validade e eficácia do estudo à medida que inclui sua opinião e é desenvolvido na sua região.

Ao se referir ao processo participativo, Hellin et al. (2006), afirmaram que este busca reduzir a brecha que separa a realidade das organizações de estudo da realidade dos agricultores, assegurando a participação direta destes nas diferentes etapas do processo de estudo.

Afirmção importante foi feita por Romig et al. (1995), quando disseram que, no trabalho conjunto de cientistas e agricultores pode se chegar aonde nenhum dos dois grupos chegariam isoladamente.

A erva mate tem grandes vantagens tanto no aspecto socioeconômico quanto ambiental, e essas devem ser consideradas na área em estudo, formada em sua maioria por agricultores familiares, sendo oportuno o oferecimento de fonte alternativa de renda com essa cultura, priorizando as condições pedoambientais consideradas ideais para o bom desenvolvimento da espécie.

No processo produtivo, deve-se estar atento à colheita da erva mate, onde muitas atividades requerem elevada exigência física sendo realizadas de forma manual com uso de ferramentas rudimentares e ocupação intensiva de mão de obra.

Outra consideração que merece destaque é a necessidade de encontrar áreas que possam abrigar os ervais com satisfatória capacidade para implantação dos mesmos, levando-se em consideração o saber dos agricultores que, no manejo cotidiano dos ervais, são elementos fundamentais na prosperidade quanti-qualitativa do cultivo da erva mate, além de ser oportuno incorporar o desenvolvimento de estudos auxiliados por geotecnologias que através do mapeamento do solo e uso da terra em escalas apropriadas, servirão de subsídios aos agricultores na expansão dessa cultura.

2 HIPÓTESE

No município de Erechim, por falta de informações confiáveis que subsidiem aos agricultores quanto à adequabilidade do ambiente para o cultivo da erva mate, a implantação de ervais está sendo realizada em locais inadequados. A identificação de áreas propícias ao cultivo da espécie concorre para o aumento da produtividade e da renda dos agricultores vinculados à produção desta além de auxiliar na recuperação florestal local.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Identificar atributos do solo e do ambiente a fim de indicar as áreas propícias à cultura da erva mate, comparar metodologia tradicional para a adequabilidade do ambiente com as oriundas de técnicas de geoprocessamento, bem como, confrontar a visão do técnico e dos agricultores locais em relação às condições pedoambientais ideais para o cultivo de erva mate, embasados na análise espaço-temporal do uso da terra de 1964, 1998 e 2008 para o município de Erechim.

3.2 Objetivos específicos

a) Indicar as transformações que ocorreram no uso da terra para os anos de 1964, 1998 e 2008, na área em estudo, buscando relacionar os resultados com o cultivo da erva mate;

b) Avaliar a influência de variáveis pedoambientais que estão diretamente ligadas ao cultivo da erva mate e as principais limitações no desenvolvimento dessa espécie; utilizando e comparando diferentes metodologias na classificação da aptidão das terras;

c) Identificar com base em fatores limitantes, áreas nas classes boa, regular, restrita e inapta para a cultura de erva mate de acordo com atributos do solo e ambiente previamente selecionados no município em estudo;

d) Considerar a participação de produtores de erva mate na validação desse estudo estabelecendo relações com o predito pela literatura agronômica;

e) Gerar base de dados espaciais, a partir das coletas realizadas a campo e dos referenciais bibliográficos, a fim de propor um modelo de aptidão ao cultivo da erva mate para o município de Erechim.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização

O município de Erechim localiza-se na porção Norte do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo área de 429,80 km². Está situado entre as seguintes coordenadas geográficas: 27°29'06" e 27°47'10" de latitude Sul e 52°08'43" e 52°21'03" de longitude Oeste. Limita-se ao Norte com o município de Três Arroios; ao Sul com Erebang; a Leste com Gaurama e a Oeste com Paulo Bento e Barão de Cotegipe (Figura 3)

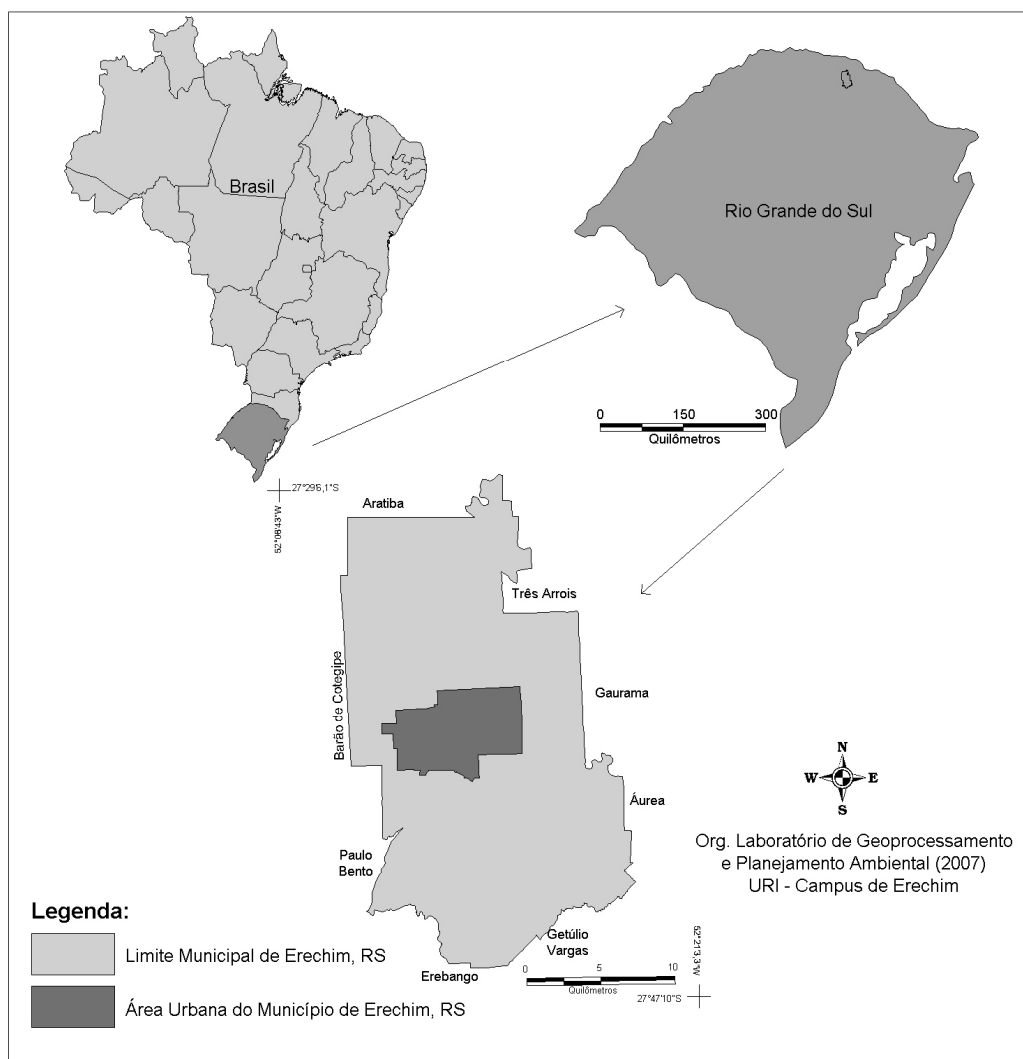


Figura 3 – Localização do município de Erechim-RS

4.2 Geologia/Geomorfologia

Fisiograficamente a área em estudo está inserida numa porção do Planalto Meridional do Brasil, assentado na zona do Basalto Arenítico do Paraná. A região se caracteriza por dois domínios topográficos: planalto de ondulações suaves ao sul e, ao norte, um maior reentalhamento das formas com afloramentos basálticos (ROSA et al., 2006).

Segundo Kaul (1990), o Rio Grande do Sul é constituído por terrenos rochosos cuja origem ou transformação recuam aos mais diferentes períodos da história da crosta terrestre, trazendo o registro de distintos eventos geodinâmicos. Do Arqueano Precoce aos tempos cenozóicos, os processos magmáticos, metamórficos e sedimentares, aliados aos movimentos tectônicos, foram engendrando uma crosta cada vez mais diferenciada e mais estável, com predomínio, de modo geral crescente, da atividade sedimentogênica sobre as atividades ígneo-metamórficas. Para esse autor, o panorama geológico atual do Estado abrange três grandes domínios geológicos: Terrenos Pré-Cambriânicos, Bacia do Paraná e Cobertura de Sedimentos Cenozóicos.

Analisando-se os traços fisionômicos do Alto Uruguai, praticamente em todo vale do rio Uruguai (aproximadamente 800km) as rochas são essencialmente as mesmas. Trata-se de três espécies: a diabase no leito de alguns rios, o basalto nas encostas de muitas serras, e o meláfiro amigdalino em toda a parte. A diabase uma rocha de cor acinzentada, grande peso, e dureza considerável, encontrada em vários lugares do vale do Uruguai. Rocha eruptiva, contém inúmeras bolhas, que em tempos passados estavam cheias de gás, hoje são ocupadas por pedacinhos muito pequenos de cobre metálico. As faces de fratura desta rocha às vezes se acham crivadas de fragmentos deste metal. Exposto ao ar livre, o cobre se combina com o oxigênio do ar, formando uma camada de verde por cima das pedras. O basalto é uma rocha muito dura e pesada, caracterizada, além disso, pela cor pardo-escura, azul-escura ou quase preta, e pela falta completa de espaços vazios. Na estrutura interna os basaltos de várias procedências distinguem-se pelo aspecto mais ou menos granuloso das faces de fratura. O basalto do Alto Uruguai encerra muitas vezes cristais de olivina, disseminados pela massa compacta em forma de pontos verdes (RAMBO, 1936).

Ainda segundo Rambo (1936), o meláfiro amigdalino (rocha predominante na região) consiste de uma massa avermelhada, crivada de pequenos vácuos (originariamente bolhas de gás). Nas partes mais profundas, ainda não atingidas pela decomposição, uma camada de cristais muito pequenos, do grupo dos zeólitos, reveste as paredes destes vácuos; nas

vizinhanças da superfície, que se decompõem e se desfazem sob a ação da umidade, acham-se muitas variedades de quartzo principalmente sob as formas de cristal de rocha (incolor e transparente), ametista, citrina (variedade amarela do quartzo - provavelmente pelo contato com massas em fusão). A ametista é o mais comum do quartzo no vale do Uruguai. E por fim a calcedônia - variedade criptocristalina do quartzo. A idade geológica das rochas basálticas e melafíricas é pós-triássica.

Geomorfologicamente a área em estudo faz parte integrante da área de domínio de reesculturação da drenagem contribuinte do rio Uruguai. O desenvolvimento morfológico que resultou no atual aspecto da topografia é fruto de sua posição em relação ao nível de base da erosão regional.

A evolução morfológica da área está intimamente ligado ao desenvolvimento da drenagem, a qual é a maior responsável pela esculturação das formas de relevo existentes, que a partir de uma superfície estrutural suavemente ondulada, após ser elevada em relação ao nível do mar a altitudes bastante pronunciadas, deu partida a uma série de ciclos de erosão, cujas intensidades foram comandadas pela posição do nível de base de erosão, e pela evolução dos paleoclimas que se sucederam durante os períodos geológicos.

4.3 Relevo

Na área em estudo, o relevo recebe a denominação de Planalto e Chapadas da Bacia do Paraná, cujas altitudes variam em média dos 400 aos 800m. O maior entalhamento das formas topográficas ao Norte se dá por imposição da hidrografia, que mostra um trabalho mais intenso, apresentando vales encaixados e encostas íngremes e, por isso, mais fáceis de serem erodidas. No mesmo local podem ocorrer relevos mais suaves, as classes hipsométricas do município variam de 401 a 805m e podem ser visualizadas na figura 4.

A porção superior do Planalto, sobre a qual se assenta parte do município, apresenta uma superfície de topos mais ou menos nivelados, construindo o antigo plano da superfície estrutural formada pela cobertura do último derrame, provavelmente um pouco rebaixada. A partir da escarpa que limita o desenvolvimento da planície para norte esta superfície apresenta-se entalhada pela erosão da drenagem, tanto mais profunda e fragmentada quanto mais ao sul, em cuja direção se encontra o nível de base de erosão local. À medida que a escarpa se degrada para o sul, apresenta-se cada vez mais recortada e os vales mais amplos,

resultando do equilíbrio entre o material aportado por eluviação ou aluviação ao rio, e recuo paralelo da encosta, resultando este último fenômeno da relação entre o gradiente do rio e o sistema de fraturas regionais (ROSA et al., 2006).

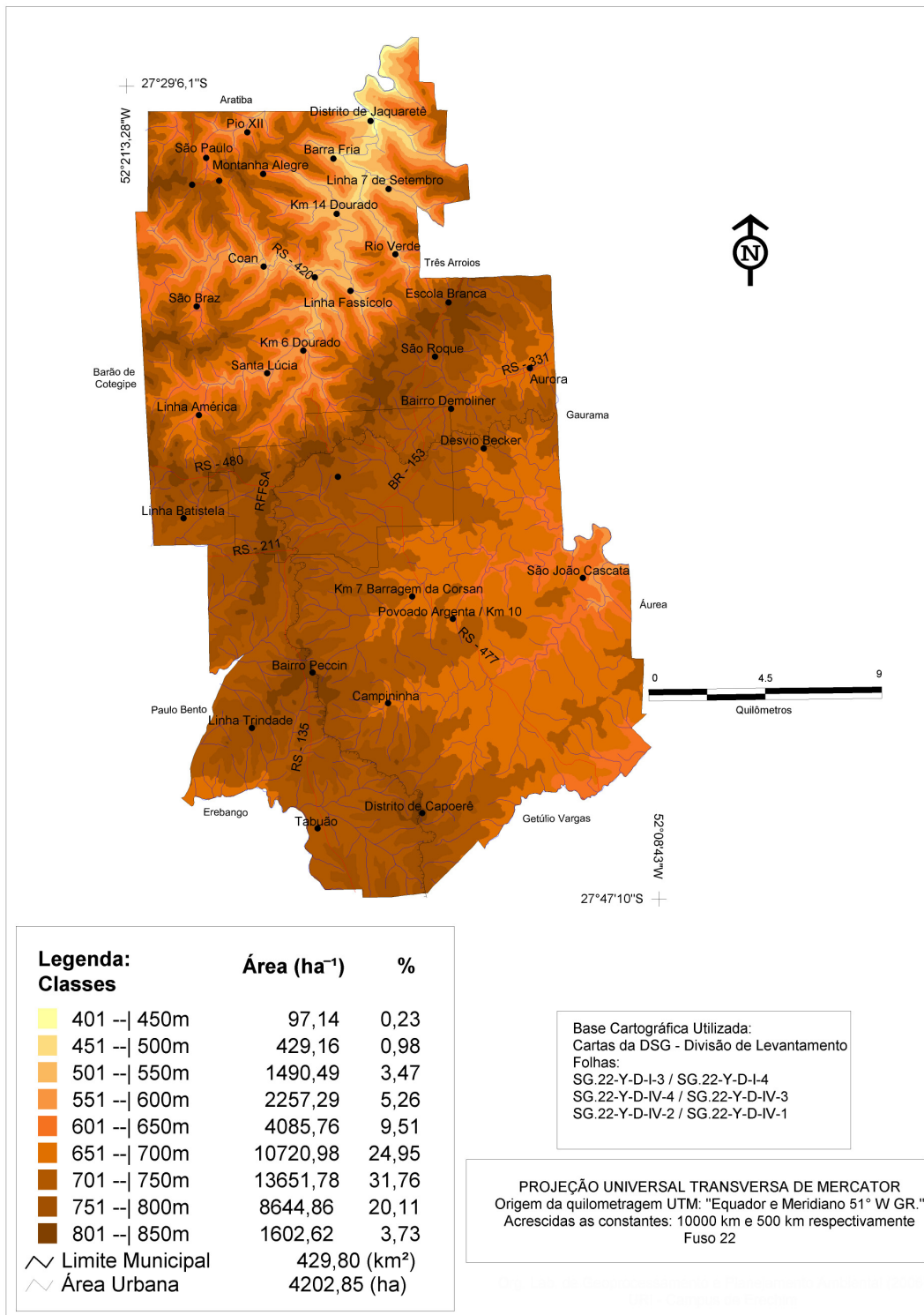


Figura 4 – Carta Hipsométrica de Erechim - RS

Ainda segundo Rosa et al. (2006), nesta superfície os entalhamentos se apresentam três aspectos morfológicos distintos, cuja caracterização e o desenvolvimento estão intimamente ligados à evolução do curso d'água que a entalhou. Assim, os rios se encaixaram nas direções da escarpa estrutural (E/NE-SW) baixam por vales com gradiente muito acentuado, e originaram uma topografia onde as encostas desenvolveram uma estrutura em forma de patamares alternados com escarpas que descem para o norte, formando interflúvios alogados a jusante, onde uma sucessão de escarpas e patamares forma uma “escadaria” em direção ao rio Uruguai.

O desenvolvimento deste relevo está intimamente ligado à estrutura do derrame basáltico ocorrido na Bacia do Paraná, correspondendo os patamares aos horizontes do *trap* onde predomina a disjunção horizontal, enquanto as escarpas correspondem às faixas nas quais a predominância das juntas é vertical. As escarpas desenvolvem-se com pequena ou nenhuma cobertura de solo, a não ser depósitos de talus ao sopé das mesmas, confundindo-se com os depósitos dos terraços, e ajudando a disfarçar a agudez da escarpa. (ROSA et al., 2006).

4.4 Clinografia

A variação da declividade no município de Erechim é oriunda do entalhamento causado pelos cursos d'água. A primeira face da encosta, que segue a quebra de declive da superfície estrutural apresenta um perfil aproximadamente côncavo, com um gradiente médio superior a 5% e representa a primeira fase de retomada de erosão da drenagem reesculpindo a antiga superfície de erosão, está ligada a um nível de base muito mais elevado do que o atual, resultando num gradiente menor, portanto com menor energia de transporte. (MILANI, 1997). Nesta secção, os taludes apresentam uma estabilidade relativamente boa, pois o seu declive é inferior ao do ângulo de estabilidade das argilas, e o perfil facilita o equilíbrio.

A encosta caracteriza-se pela segunda quebra de pendente, corresponde a um novo ciclo erosivo, ligado a um novo nível de base, resultando do entalhamento da drenagem até um novo ponto de resistência. Nesta porção as encostas apresentam uma pendente superior a 47%, com perfil reto a convexo, e representa a fase em que a erosão agindo de forma mais intensa, e favorecida pelo sistema de juntas, facilitou um recuo paralelo das encostas, o que permitiu a formação do vale de fundo quase plano (MILANI, 1997; SILVA, 2003). Esses

autores chamam a atenção para as encostas com gradiente acima de 47%, apresentam um ângulo superior ao da estabilidade das argilas, ou praticamente no seu limite, favorecendo aos escorregamentos de solos, apresentando um equilíbrio muito instável, sujeito a ser rompido por qualquer modificação que se tente aplicar a elas, tais como aumento de carga, cortes. Neste setor da encosta, os solos ou regolitos se apresentam com menor espessura devido a maior facilidade de sua mobilização pela erosão, o que determina o recuo paralelo da encosta e acentuando o perfil reto convexo.

Ao pé da encosta supra, desenvolve-se uma superfície relativamente plana, formada pela acumulação de sedimentos eluviais e aluviais que se depositam na porção plana, desenvolvida às expensas do trabalho da divagação do curso de água e deposição do material carregado pela drenagem afluyente, bem como pelo aporte por escorregamento, e não mobilizados posteriormente devido ao menor gradiente local, dando origem a um traçado, pouco meandroso, resultante do equilíbrio entre o declive e a carga transportada.

Na porção Norte do município, se desenvolveu uma escarpa estrutural ligada ao processo de erosão remontante extremamente ativo da drenagem cujas cabeceiras iniciam junto à linha de falha com direção E/NE – W/SW, dirigindo-se em direção ao rio Uruguai segundo a direção N/NE – S/SW, acompanhando linhas tectônicas.

4.5 Solos

4.5.1 Levantamento de Reconhecimento de solos do RS – escala 1:750.000

Não distante do senso comum, sabe-se que no Brasil, grande parte dos dados disponíveis sobre solos, foram obtidos por meio de levantamentos realizados por diversas instituições e projetos. Além desses mapeamentos, um grande número de informações de solos encontra-se disponível em trabalhos científicos publicados ao longo de muitos anos de estudos pedológicos no país.

Os dados de perfis e de horizontes formam o banco de dados de solos que contém descrições morfológicas de perfis de solos de diversos pontos do território nacional e medidas oriundas de análises laboratoriais de amostras de solos colhidas nesses perfis, que constituem a fonte de informação primária para aferir as características dos solos.

Conforme Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do RS, publicado na escala 1:750.000 (BRASIL, 1973) e atualizado por Streck et al. (2008), ocorrem na área de estudos os seguintes solos (Figura 5): Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico, Nitossolo Vermelho Distroférrico latossólico, Neossolo Regolítico Eutrófico típico e Chernossolo Argilúvico Férrico típico, que são descritos na sequência.

Unidade de Mapeamento – Erechim

Unidade Taxonômica - Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico - LVaf

Solo com horizonte B latossólico de coloração vermelha escura, com textura argila pesada (mais de 60% de argila), friáveis com estrutura maciça pouco coerente e transição difusa entre os horizontes, que mostram uma seqüência de horizontes A, B e C. A CTC é alta, mas os teores em matéria orgânica são médios, sendo solos ácidos, com elevados teores de alumínio trocável. A saturação de bases, as bases permutáveis e o fósforo disponível apresentam valores baixos. Essa unidade de mapeamento ocorre também associado com solos da Unidade Ciríaco e Estação, todos eles derivados de “basaltos”, ocupando o topo de um relevo ondulado, formado por elevações curtas em dezenas de metros e declives de 5 a 15%, em altitudes médias de 400 a 800 metros.

São solos suscetíveis à erosão hídrica, mas esta pode ser facilmente controlável. Por outro lado, são bem drenados, profundos, não oferecendo limitações ao uso de implementos agrícolas. Corrigidos os problemas de fertilidade natural, através de calagem, além da correção de fósforo e potássio e feita a conservação do solo por meio de terraços e práticas como o plantio direto, são cultivados com rendimentos bons em comparação com a média do Planalto Basáltico. São utilizados com culturas anuais predominantemente (trigo, milho, feijão e soja), podendo atingir elevados rendimentos por hectare devido às boas condições para o desenvolvimento de uma agricultura após as correções das limitações.

Unidade de Mapeamento – Estação

Unidade Taxonômica - Nitossolo Vermelho Distroférrico latossólico - NVdfl

São solos com horizonte B nítico, de coloração vermelha escura, argilosos desenvolvidos sobre “basaltos” e que mostram uma seqüência de horizontes A, B e C. A textura é argilosa (com menos de 60% de argila) no horizonte A, passando para muito argilosa no horizonte B (mais de 70% de argila) com presença de cerosidade moderada entre os agregados.

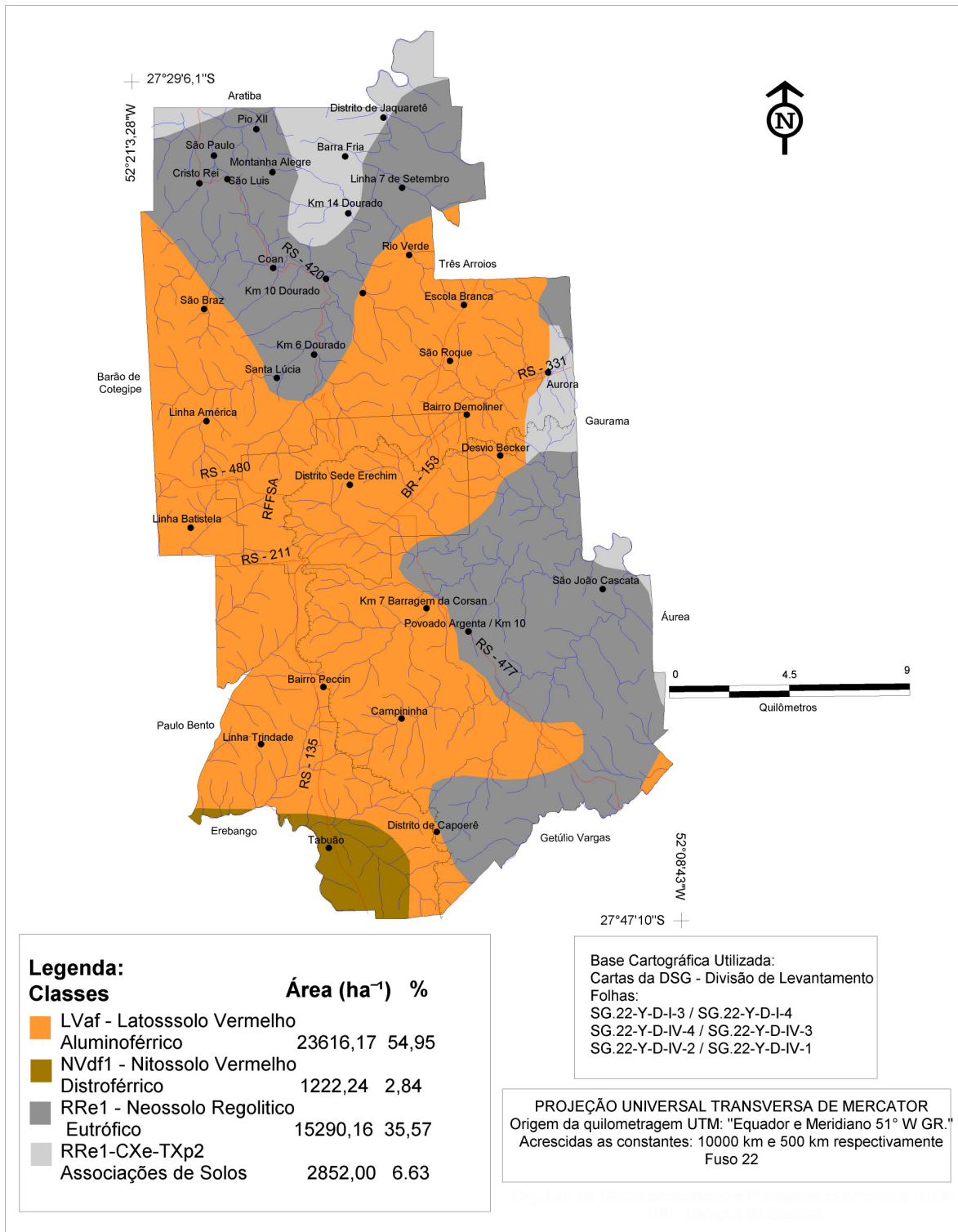


Figura 5 – Mapa de solos de Erechim - RS. Escala 1:750.000

São solos em geral com CTC média a alta e com saturação por bases < 50% ao longo do perfil. Os teores de matéria orgânica são geralmente altos, apresentando, portanto, limitações moderadas por fertilidade natural. São solos moderadamente suscetíveis à erosão hídrica, mas esta pode ser facilmente controlável. Por outro lado, são bem drenados,

profundos, não oferecendo limitações ao uso de implementos agrícolas. São cultivados com rendimentos bons em comparação com a média do Planalto Basáltico, sendo plantados com os mais variados cultivos.

Lateralmente estão associados com solos da Unidade Ciríaco-Charrua e Erechim, todos eles derivados de “basaltos”, ocupando o topo de um relevo ondulado, formado por elevações curtas em dezenas de metros e declives de 8 a 10%, em altitudes médias de 200 a 700 metros.

Unidade de Mapeamento – Associação Ciríaco-Charrua

Unidade Taxonômica - Charrua - Neossolo Regolítico Eutrófico típico - RRe1

Neossolos regolíticos de um modo geral, são solos com contato lítico a uma profundidade maior que 50cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, admitindo horizonte Bi com menos de 10cm de espessura. Apresenta limitações físicas em contrapartida a fertilidade natural que não apresenta limitações com exceção do fósforo.

Unidade de Mapeamento – Ciríaco (Associação Ciríaco-Charrua)

Unidade Taxonômica – Ciríaco – Chernossolo Argilúvico Férrico típico

Não constituem uma unidade de mapeamento simples, estando sempre associados com os solos Charrua, formando a Associação Ciríaco-Charrua. São medianamente profundos (80 – 130cm) e desenvolvidos a partir de basaltos. Apresentam horizontes A e B bem desenvolvidos. São originários de rochas básicas e ácidas (basaltos) ocupando relevo forte ondulado a montanhoso, formado por conjunto de grandes elevações e vales em V fortemente dissecados pelos rios. Estão situados em altitudes que variam de 200 a 1000m.

A Associação Ciríaco-Charrua ocorre numa seqüência topográfica que forma “degraus” resultantes das “corridas” alternadas de lavas basálticas ou como decorrência do perfil estrutural de um mesmo perfil. Esses degraus se repetem e representam a seqüência alternada de perfis íngremes, de montante (com predominância dos solos Charrua), com zonas mais suaves (com predomínio de solos Ciríaco) seguidas por novos perfis íngremes. A parte do “piso” do degrau se inicia por uma parte relativamente plana (às vezes com uma depressão côncava) que continua por um perfil suavemente convexo, que vai ficando cada vez mais agudo em sua declividade, até atingir uma nova ruptura íngreme, ao pé da qual o sistema se repete. Outro aspecto interessante dessa associação de solos é que por ser um perfil raso, com muita pedregosidade, mas assentado nessa seqüência de “degraus” ela recebe, em cada degrau, a contribuição dos nutrientes que são lixiviados das rochas de montante e que se

distribuem no perfil de solo, mantendo uma fertilidade e uma capacidade de produção alta, fenômeno que não ocorre em outros Neossolos do Rio Grande do Sul (ROSA et al., 2006).

4.5.2 Levantamento semidetalhado – escala 1:50.000

Em nível mundial há uma carência enorme de informações a respeito da distribuição espacial do solo e seus principais atributos. É comum a manifestação em diversos países com questões como a potabilidade da água, produção e distribuição de alimentos, urbanização e industrialização exacerbadas que remetem a fenômenos climáticos globais, além da dependência de fontes não renováveis de fertilizantes, erosão e produção de sedimentos. Para uma abordagem mais adequada de todas essas questões, o conhecimento da distribuição espacial de classes e propriedades do solo se faz fundamental. Dalmolin et al. (2004), recomendam que para estudos de microbacias e/ou municípios é necessário levantamentos de solos na escala 1:50.000 ou maiores. A dificuldade fica por conta da falta de profissionais (pedólogos) que façam trabalhos nessa escala de acordo com a demanda (necessidade de conhecimento das informações locais), além dos custos e do tempo de envolvimento nos trabalhos que envolvem levantamento de solos.

Ten Caten et al. (2011 a), produziram um mapa digital de solos (MDS) (Figura 6) do município de Erechim, utilizando a técnica de mineração de dados por Árvore de Decisão (AD). Foram extrapoladas relações entre covariáveis preditoras e classes de solos de uma área de treinamento para áreas não mapeadas no município de Erechim. O mapa de solos na escala 1:50.000 apresentou satisfatória reprodutibilidade dos solos.

A presença de Latossolos (47,89%) foi verificado nas colinas onduladas e suave onduladas. Nas proximidades do Rio Dourado, foi verificada a associação entre Nitossolos e Chernossolos assim como nas margens de seus contribuintes. Os Neossolos (14,34%) e os Cambissolos (14,80%) apareceram nas áreas mais acidentadas e os Gleissolos (13,06%) foram observados ao longo das drenagens ocorrendo em maior quantidade na região sul do município.

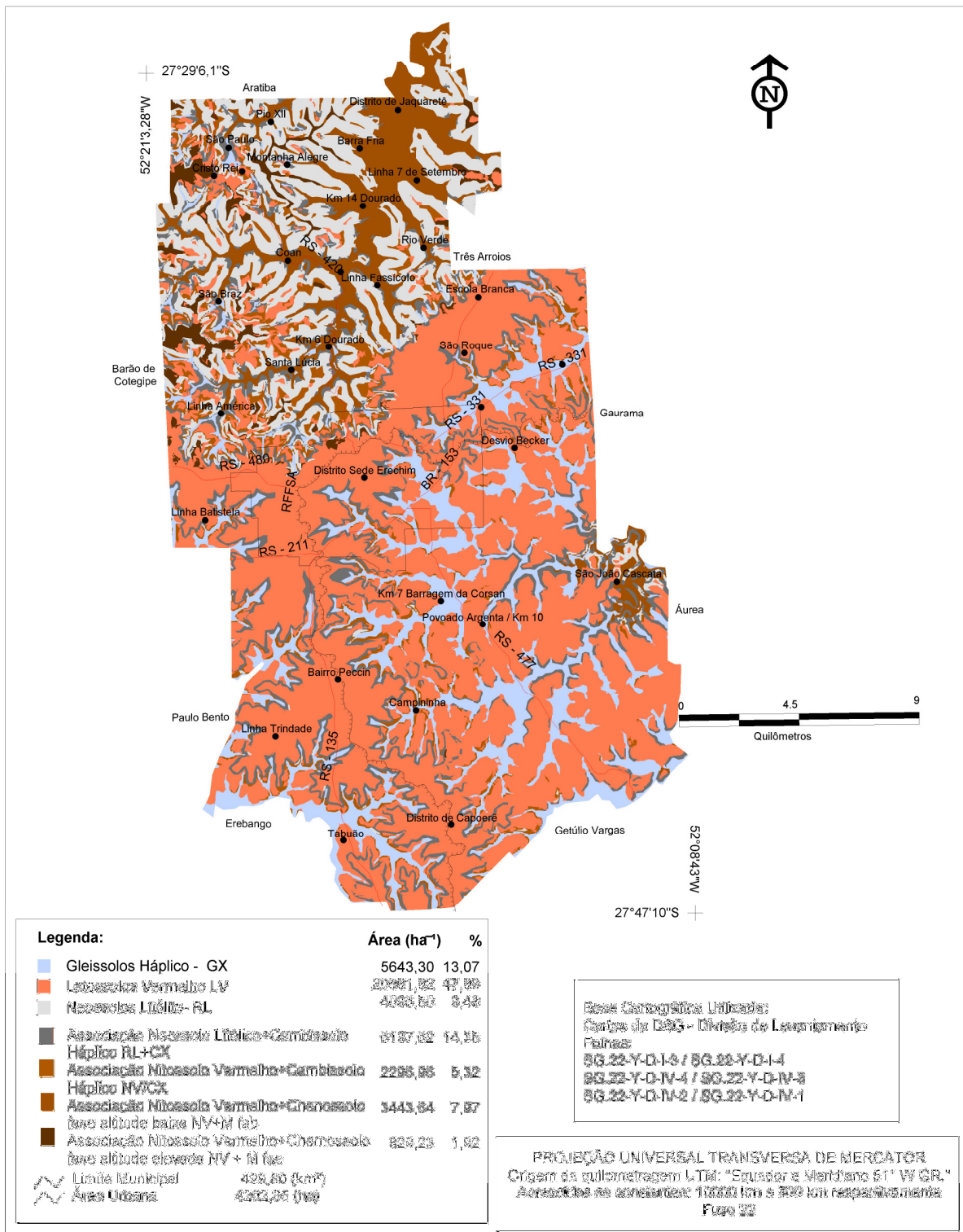


Figura 6 – Mapa de Solos de Erechim (ten Caten et al., 2011 a), produzido utilizando técnicas de AD (MDS).

4.6 Clima

O clima predominante na área em estudo é o Cfa de Köpen, embora também são encontradas características do tipo Cfb1 presente na parte Leste enquanto que na parte Oeste ocorre o tipo Cfa. O primeiro é mais frio, com média anual de 16,5°C e o outro com 17,5°C, com precipitação pluviométrica variando de 1.750 mm a 1.800 mm. Em anos sazonais, porém, tem-se registrado insuficiência pluviométrica por conta de fenômenos climáticos como El Niño e La Nina. A temperatura média anual da região é de 18,5 °C e a precipitação em anos considerados normais é superior a 1.800mm. As principais massas de ar que dominam esta área são a Tropical Atlântica e a Polar Atlântica. Os vales dos rios normalmente apresentam temperaturas mais altas do que nas áreas mais elevadas. Geralmente as chuvas ocorrem com maior frequência no inverno onde, em algumas ocasiões, registra-se a formação de geada e algumas vezes queda de neve. Os ventos, na área de estudo, têm direção predominante de Nordeste (ROSA et al., 2006).

4.7 Vegetação

Segundo a EMBRAPA (1984), a cobertura original da região onde a área de estudo está inserida é caracterizada como Floresta Subtropical Perenifólia, em geral apresenta três estratos. O Planalto do Alto Uruguai, em sua maioria foi ocupado pela floresta subtropical com araucária, da qual ainda existem algumas porções testemunhais, em formas de manchas no topo dos morros ou nas encostas mais íngremes. A vegetação natural é a de mata subtropical alta com araucárias. Na zona fria de clima Cfb, há a predominância do pinheiro (*Araucária angustifolia*) e na zona de clima Cfa, há um equilíbrio maior ocorrendo a erva-mate (*Ilex paraguariensis*). A mata virgem foi profundamente modificada, com a extinção de muitas espécies vegetais, desta forma, as matas deram lugar aos campos de ocorrência espontânea, e em outros casos, implantados artificialmente. Estes, normalmente apresentam-se ralos (+ou- 60% de cobertura vegetal), composto por *Paspalum notatum*, *Xonopus*, *Piptochaetium* e *Andropogoneas*, tendo como invasores a *Aristida pallens* e samambaias.

4.8 Hidrografia

Quanto ao desenvolvimento da drenagem, após a elevação do Planalto Meridional, a drenagem organizando-se hierarquicamente para escoar as águas das chuvas, fez com que elas procurassem as linhas de fraqueza, onde sua energia de desgaste permitiu um encaixamento fácil, segundo as linhas das grandes direções tectônicas, representadas pelas falhas e juntas.

Tem-se, portanto, uma escarpa e patamares separando vales em formas de “V”, que tem origem junto a uma linha de falha com orientação ENE e WSW, e uma drenagem que se desenvolve sobre linhas estruturais oblíquas a ela, dentro das quais se desenvolveu a drenagem que se dirige para o rio Uruguai. No reverso da escarpa, o Planalto dá origem a uma drenagem dendrítica, a qual apresenta os cursos menores quase sem controle estrutural e os maiores com evidentes sinais de tal controle, principalmente pelas juntas com direção NNE – SSW. A drenagem apresenta um padrão dendrítico e textura de elevada densidade, o que indica homogeneidade litológica, por um lado, e impermeabilidade do terreno por outro.

Erechim está localizado em pleno Planalto Meridional, sobre um interflúvio que dispersa a drenagem dos afluentes do rio Uruguai. O rio Dourado, a partir de suas cabeceiras, tem sua drenagem voltada à direção Norte, até encontrar o rio Uruguai, formando uma escarpa abrupta. Os rios Erechim e Apuaê, originam-se sobre a superfície do Planalto e se dirigem para com direções no quadrante NE/SW e NW/SE.

O escoamento da drenagem inicia a altitude média de aproximadamente 750m, e desce até 350m, desnível este que se desenvolve sobre uma extensão em torno de 35km.

Por conta da superfície estrutural presente na área em estudo (topos mais ou menos nivelados), a drenagem sobre esta superfície, está praticamente voltada para o SE e SW, constituindo-se em afluentes dos rios Erechim e Toldo, apresentando gradiente muito menos acentuado, que os rios que descem a escarpa, o que determina erosão muito menos ativa, além do que, níveis de base locais limitaram o desenvolvimento do encaixamento da drenagem, permitindo que os rios a montante destas pontos desenvolvessem vales amplos com fundo chato e encostas com gradiente acentuado com típica forma em calha.

Os aspectos climáticos mostram que existe um superávit médio anual da precipitação sobre a evapotranspiração, o que se traduz pela manutenção anual da rede de drenagem bem como pela recarga das águas de subsuperfície. A formação da rede de drenagem superficial está intimamente relacionada com o afloramento da água do lençol freático, podendo-se constatar que em quase todas as cabeceiras os cursos mais ou menos permanentes têm origem

em fontes, que são os mananciais sustentadoras do fluxo básico (MILANI, 1997; SILVA et al., 2003). A rede hidrográfica que compõe a área de estudo deságua no rio Uruguai, bacia a qual pertence. Quase todos os rios se dirigem ou diretamente de Leste a Oeste, ou de Sul a Norte. O regime dos rios desta bacia é pluvial. Os principais rios de Erechim são: Dourado, Arroio Tigre, Lajeado Henrique, Campo, Suzana e rio Poço.

5 ESTUDO 1 - LEVANTAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DA TERRA PARA ERECHIM

5.1 Introdução

O levantamento espaço-temporal do uso da terra é de extrema importância para a compreensão do espaço e suas transformações. Consiste em buscar conhecimento sobre a utilização das terras e caracterização das diferentes classes que compõem uma determinada área ao longo do tempo. Além disso, é importante para indicar problemas decorrentes do não planejamento, como a degradação dos solos e de terras agricultáveis e alterações nos diversos *habitats*. Possui elevada importância para o planejamento territorial, pois ocupa um lugar de destaque na determinação da capacidade de uso da terra, onde retrata a forma como uma área está sendo usada (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

O IBGE (2005) reforça a importância do conhecimento sobre o uso da terra e afirma que esse tipo de estudo ganha força pela necessidade de garantir a sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas. Indica ainda que o avanço da tecnologia espacial disponibilizou produtos de satélites imageadores da Terra, e ao mesmo tempo em que lhe dá uma nova metodologia de pesquisa, revela a concepção teórica que orienta a apreensão espacial e temporal do uso da terra no seu conjunto para a gestão da apropriação do espaço geográfico global ou local.

Para Flores (2008), o uso adequado da terra é o primeiro passo no sentido da preservação dos recursos naturais e na busca de uma agricultura sustentável. Para isso, deve-se empregar cada parcela de terra de acordo com a sua aptidão, capacidade de sustentação e produtividade econômica, de tal forma que os recursos naturais sejam colocados à disposição do homem para o seu melhor uso e benefício, ao mesmo tempo em que são preservados para gerações futuras.

Desta forma, o presente estudo busca identificar e quantificar as transformações ocorridas no uso da terra em Erechim para os anos de 1964, 1998 e 2008, indicando as alterações ocorridas por incidência da ação humana sobre a cobertura original, entendendo-se que a classificação do uso da terra em escala temporal é um importante processo para a análise ambiental de diferentes paisagens.

5.2 Material e Métodos

Os dados referentes à altimetria do município de Erechim, foram transcritos para a forma digital a partir da digitalização dos dados analógicos das curvas de nível das cartas topográficas na escala 1:50.000 do DSG (Diretoria de Serviço Geográfico) executada pelo *software* Cartalinx, usando mesa digitalizadora. Foram digitalizadas as isolinhas de 20 em 20 metros, representativas das curvas de nível, e os pontos cotados da área de estudo. As curvas de nível foram utilizadas para gerar os mapas clinográficos e hipsométricos, representativos do relevo da área em estudo como as classes de altitude, declividade (entendida como à inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal), respectivamente.

Quanto à clinografia, utilizou-se a proposição de De Biasi (1970), para os usos e ocupação do espaço, urbano ou agrícola conforme limites e porcentagens a seguir: a) < 5% - Limite urbano – industrial; b) 5 - 12% - Limite máximo do emprego da mecanização na agricultura; c) 12 - 30% - Limite máximo para urbanização sem restrições (Lei 6.766/79); d) 30 - 47% - Limite de corte raso, a partir do qual observar Lei 4771/65; e) > 47% - Somente tolerado extração de toros, utilização racional, que vise rendimentos permanentes (BRASIL, 1965).

Para a elaboração da carta de declividade (clinográfica), seguiu-se as recomendações de De Biasi (1992), que consistem no deslocamento através das diferentes curvas de nível das bacias, estabelecendo-se os limites das classes toda vez que cada classe encaixasse perfeitamente. Foram digitalizadas as drenagens juntamente com as curvas de nível, sendo estas, essenciais para a elaboração das cartas temáticas de rede de drenagem e altimetria.

As classes de declividade foram obtidas por meio da fórmula:

$$D = \frac{N \times 100\%}{E}$$

Onde,

D = Declividade,

E= espaçamento ou distância horizontal entre duas curvas consecutivas ou de pontos em uma carta e

N= diferença de nível entre dois pontos.

A fim de compreender a dinâmica da ocupação espacial do município de Erechim comparou-se o uso da terra nos anos de 1964, 1998 e 2008. Para o ano de 1964 foi composto o mosaico de fotografias aéreas para Erechim, na escala 1:60.000. Para os anos de 1998 e 2008, foram utilizadas imagens multiespectrais, da órbita-ponto 222-079, geradas pelo satélite Landsat 5, nas bandas 3, 4 e 5, com respectivo georreferenciamento.

Para a composição do mapa-base do município foram utilizadas seis cartas topográficas do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (SGE), na escala 1:50.000, identificadas pelas nomenclaturas; SG 22-Y-D-IV/1 MI-2902/1 Erechim; SG 22-Y-D-IV-2 MI-2902/2 Gaurama; SG 22-Y-D-I-4 MI-2887/4 Severiano de Almeida; SG 22-Y-D-IV-4 MI-2902/4 Getúlio Vargas; SG 22-Y-D-I-3 MI-2902/3 Aratiba e SG 22-Y-D-IV-3 MI-2902/3 Sertão, respectivamente.

Na confecção dos mapas de uso da terra, utilizaram-se as seguintes classes: florestas (representada pela Floresta Subtropical Perenifólia e por pequenas áreas de silviculturas), lâmina d'água (rios, córregos, arroios...), solo exposto (sem cobertura vegetal), agricultura implantada (principalmente soja, milho ou trigo), pastagem/pousio (regionalmente denominados de poteiros e/ou área em descanso para implantação de culturas) e área urbanizada. Para a geração dos mapas temáticos relativos às classes de uso descritas acima foram utilizados módulos do programa computacional Idrisi 32.

Na seqüência fez-se a quantificação do uso da terra através do método de classificação supervisionada por máxima verossimilhança e com base nas áreas de treinamento dos usos com fins de reconhecimento dos padrões selecionados e respectiva vetorização das áreas de treinamento correspondentes, para os anos estudados. A análise da exatidão da classificação supervisionada ocorreu pela avaliação da matriz de erros conforme Índice de Kappa, calculado no Idrisi 32.

Como etapa final a classificação digital passou por processo de editoração visando à geração dos mapas de uso da terra para os períodos citados anteriormente.

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Clinografia

Na figura 7 são apresentadas às classes clinográficas de Erechim, variando de 0 a 47%. De acordo com Ramalho Filho e Beek (1995), estas podem ser analisadas em função da suscetibilidade à erosão. Na área em estudo há o predomínio (38,68%) da classe de declividade entre 12 a 30%.

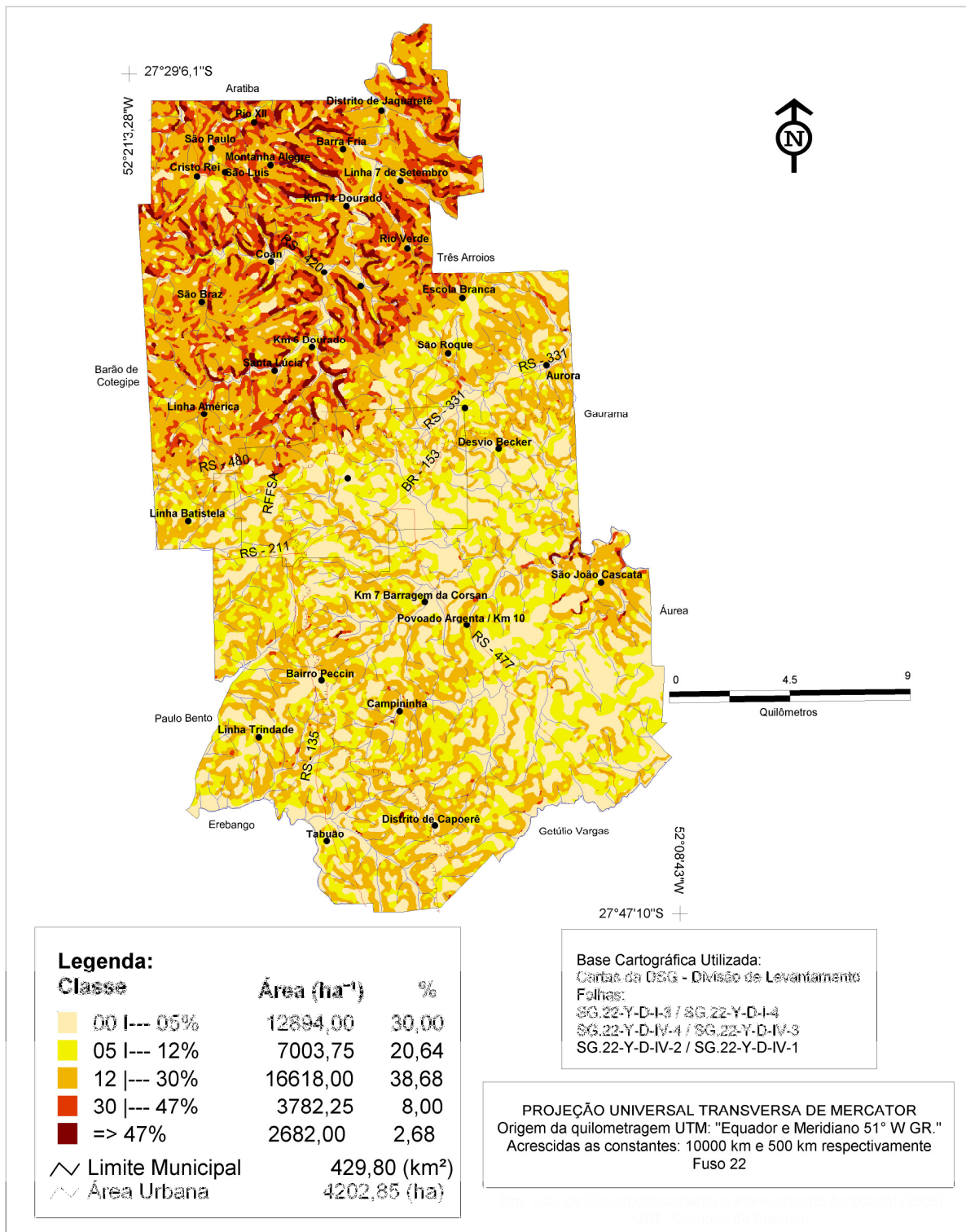


Figura 7 – Carta Clinográfica de Erechim - RS, 2006.

A Lei 6.676/79 define 30% como limite máximo para urbanização. Aproximadamente 30% da área municipal encontram-se em declividades de 0 a 5%, é onde o risco de erosão é

quase inexistente. Por outro lado, aproximadamente 9 % da área estudada está na classe 30 a 47% de declividade. Com classe de declividade superior a 47% são encontrados pouco mais de 2,5% da área do município em estudo. De acordo com o Brasil, (1965), nas áreas situadas entre 47 e 100% de declividade, não é permitida a retirada de florestas sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes (BRASIL, 1979).

No caso do presente estudo, a mão de obra dispendida na colheita, agregada às irregularidades clinográficas do terreno são causas que podem minimizar os ganhos com o cultivo da erva mate além de fornecer matéria prima com características restritivas e/ou refutáveis na entrega das folhas e ramos nas ervateiras.

Outro fator que resulta das condições clinográficas diz respeito ao sombreamento, fator que pode significar maior ou menor dificuldade na prosperidade dos ervais, uma vez que a erva mate prefere locais sombrios, especialmente no período da tarde.

A escolha de local ideal para implantação de ervais também decorre do fator clinográfico, sendo indicados segundo Scherer (1997), aqueles com declividade variando entre 3 a 4%. Vale alertar que, o atendimento a esse parâmetro ambiental, poderá resultar em uma competição da alocação de erva mate com outros tipos de uso, agrícola e não agrícola.

Embora, em muitos casos, a intenção dos produtores é de manter o solo com cobertura florestal, nem sempre é possível implantar os ervais em áreas ideais, pois a preferência por solos profundos a medianamente profundos, de certa forma, inviabiliza a adequabilidade satisfatória do cultivo de erva mate em níveis de declividade, com características condizentes com Neossolos Litólicos, geralmente restritos a manchas, margeados lateralmente por Cambissolos.

Ribeiro et al. (2010), ao avaliarem o modelado do relevo e potencial de fragilidade à erosão no Estado do Rio Grande do Sul, considerando os valores relativos ao fator topográfico, representado pelo grau de declividade, encontraram para Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico presente no município de Erechim o fator de erodibilidade de 0,54, considerando-o como área de dissecação muito fraca. O estudo indica ainda que predomina no RS o potencial de fragilidade fraca. A maior concentração das classes com elevado potencial está associada às áreas dos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná, especialmente por conta do fator clinográfico típico dessa região do Estado.

As condições íngremes do terreno também contribuem acentuando a dificuldade no transporte da matéria prima (folhas) dentro da propriedade, remetendo a prática de retirar os ervais implantados nessas áreas. Isso indica que o fator clinográfico tem peso considerável na

escolha do local para implantação do sítio erveiro, quer pelas condições de solo desfavorável ao cultivo, quer pelo impedimento mecânico na hora da colheita. O potencial das áreas para o município estudado de acordo com as classes de declividades são discutidas no item 6.3.3, letra *d*, do Estudo 2.

5.3.2 Uso da terra

Inicialmente apresenta-se o uso da terra para o município de Erechim referente ao ano de 1964 e, na seqüência, para os anos de 1998 e 2008, seguido de uma análise quantitativa e conjuntural a fim de relacionar as mudanças ocorridas em nível local, na Região e no Estado.

Ao analisar a figura 8 pode-se afirmar que a classe de uso florestas, no ano de 1964 foi a que teve maior percentual de ocorrência entre as demais classes, próximo a 70% da área total do município.

O fenômeno da devastação florestal arbórea em novas áreas é registrado por Zarth (2002), quando afirma que, na segunda metade do século XIX, a ocupação e a apropriação privada das áreas de campo no RS estavam praticamente concluídas. As únicas áreas devolutas localizavam-se nas Serras do Uruguai e na Serra Geral, as quais eram totalmente cobertas por florestas.

Conseqüência imediata deste fenômeno é a falta de cobertura vegetal presente em algumas áreas durante o período de inverno principalmente, possibilitando condições de degradação acentuada quando a concentração das chuvas é alta e o grau de proteção da cobertura vegetal é pouco sem grandes condições de oferecer proteção à atuação erosiva, principalmente nas áreas mais declivosas. As atividades antrópicas manifestadas no município por meio da introdução da mecanização agrícola, entre outras, foram o marco inicial das modificações havidas na paisagem local.

As águas do município também foram classificadas representando apenas 0,07% da área total municipal. A cobertura florestal, nesse período, foi fator limitante ao mapeamento real dos corpos d'água, pois abrigavam sob ela pequenos córregos que possivelmente não foram identificados nas fotografias aéreas utilizadas na classificação do uso no ano de 1964.

A classe solo exposto dispersa, no ano estudado, em pequenas manchas pela área municipal, identificavam o início da fragmentação florestal, que tinha como fator de aceleração a demanda de madeiras e de novos espaços para implantação de cultivos agrícolas,

muito embora a agricultura implantada apresentava 0,80%, percentual incipiente em relação a área total.

O ano de 1964 precede o apogeu das derrubadas promovidas pela chegada da sojicultura, intercalada ao cultivo do milho e trigo (agricultura implantada), implicando diretamente com o início da devastação da cobertura florestal original.

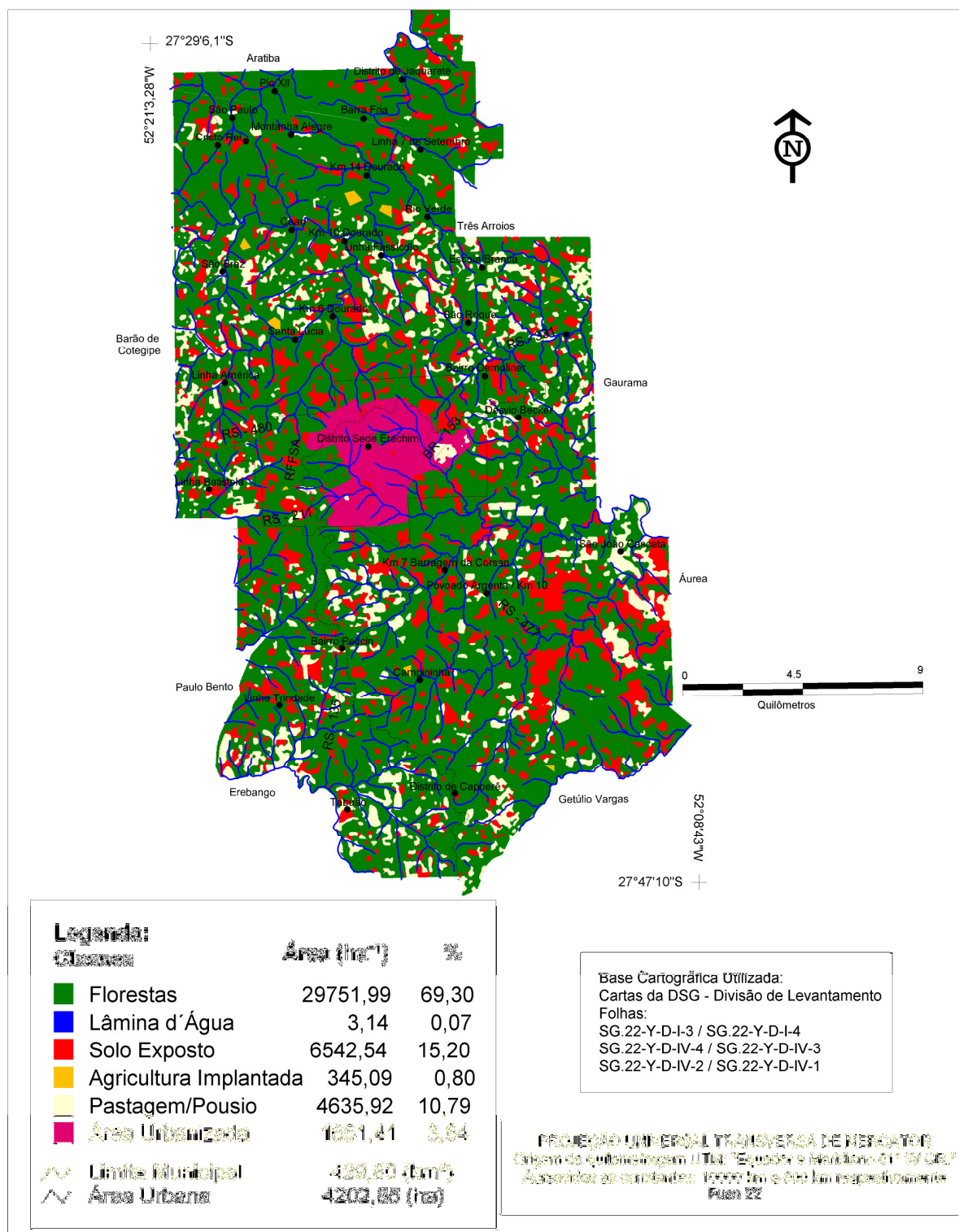


Figura 8 – Uso da terra no ano de 1964 (mês de maio) para município de Erechim - RS.

A classe pastagem/pousio estava presente, principalmente, nos topos ou nas partes baixas das encostas. A pouca extensão desta classe prende-se a topografia do terreno como

fator limitante. O rebanho do município era pequeno em 1964, e privilegiava o gado leiteiro que na maioria dos casos ficava recluso abaixo do nível ideal de área para pastagem, na razão de três cabeças de gado por hectare, e isso fez com que no município não fossem encontradas, naquele período, áreas exacerbadamente degradadas pelo uso pecuário.

A área urbanizada do município, no período inicial da análise, correspondia a 3,84% da área total.

Prosseguindo no levantamento espaço-temporal do uso da terra para o município de Erechim optou-se por data intermediária em relação ao período estudado, gerando-se assim a classificação do uso para o ano de 1998 (Figura 9), distante mais de três décadas da primeira análise. Esse lapso de tempo é suficiente para se perceber como agiam os agentes econômicos do período e qual foi o legado ambiental deixado no espaço geográfico municipal e sua respectiva gestão.

Como citam Oliveira Filho et al. (2008), a expressão “gestão do espaço geográfico” inclui naturalmente todas as operações necessárias ao bom gerenciamento ou manejo de uma área, tais como mapeamento e medição (topografia e sensoriamento remoto para estudos de uso e ocupação do solo), cadastro para que os dados sejam sempre atuais e confiáveis e a utilização de bancos de dados espaciais (SIG), para permitir consultas e análises com resultado já espacializado (na forma de mapas).

Sinônimo de progresso e amparado em ações governamentais, à expansão da área agricultável é fenômeno facilmente percebido em nível local, no ano de 1998.

Numa comparação ainda que breve, quanto ao uso da terra para o ano de 1998 em Erechim, é perceptível uma ruptura com a paisagem do primeiro do período estudado, quando imperavam as florestas. Em 1998 a classe floresta, representava aproximadamente 23,48% da área total do município. Esse percentual indica uma redução de 45,82% em relação ao ano de 1964.

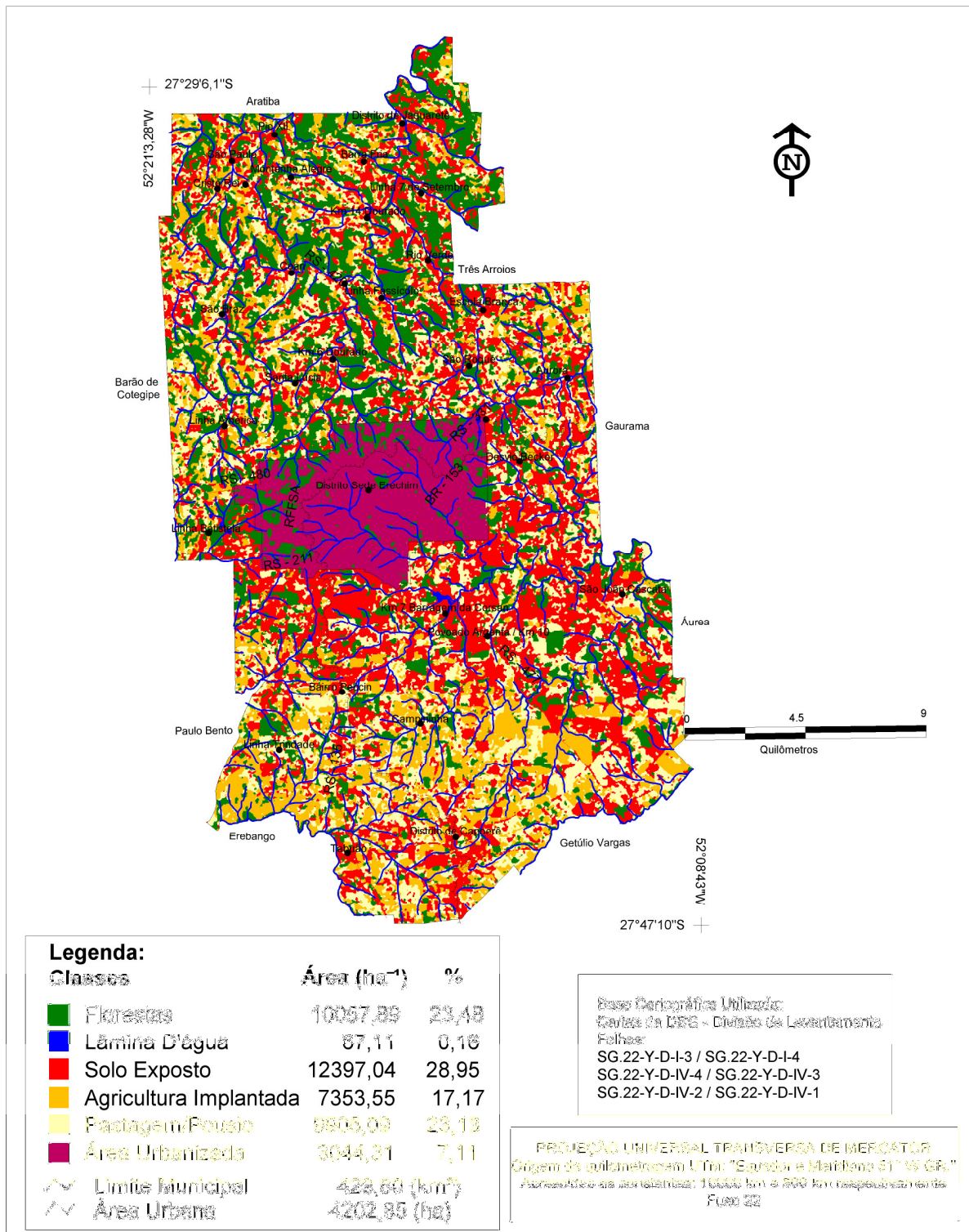


Figura 9 – Uso da terra no ano de 1998 (setembro) para o município de Erechim - RS.

A constatação anterior é confirmada por Oliveira e Bacha (2003), que em seus estudos demonstraram a redução significativa da percentagem de imóveis rurais nos estados da

Região Sul que registram a presença de reserva legal. No Rio Grande do Sul, a redução foi de 14,46% em 1972 para 3,31% em 1998. Em Santa Catarina houve uma redução de 8,01% para 3,20% e no Paraná os indicadores são estáveis com 6,77% e 7,67% para o mesmo período.

Um monitoramento com dados atualizados, entretanto, tem o seguinte cenário: como os proprietários de imóveis rurais têm prazo de até três anos, a contar da publicação da lei (ocorrida em 2009) para efetuar o registro público da reserva legal, e cujo decreto das sanções punitivas aos infratores (publicado em junho de 2011), não há dados disponíveis para averiguar indicativo oficial, por ora, de preservação florestal no RS.

Observou-se na área em estudo o avanço geométrico do processo de derrubadas das florestas existentes em razão da necessidade de ampliação da área para o cultivo de soja, milho e trigo. A classe solo exposto representava 28,95% do município em 1998, um aumento de mais de 13,75% em relação ao ano de 1964. A classe agricultura implantada avançou de 0,80% para 17,17%, um acréscimo de 7008,46 ha no período. No ano de 1998 era predominantemente encontrada nas porções Centro-Sul e Leste do município, onde o relevo plano tornava propício o uso intensivo de mecanização agrícola. A classe pastagem/pousio representava 23,13% da área municipal no ano de 1998 aumentando em aproximadamente 46,80% em relação a 1964.

Uma referência para o estudo do uso da terra em nível estadual é o Inventário Florestal Contínuo que através da utilização de geotecnologias gerou mapa de uso da terra para o estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2001). Segundo esse inventário, aumentou a cobertura florestal do Estado e o território gaúcho conta com 17,53% de florestas nativas, sendo 13,50% de florestas naturais em estágio avançado e médio de regeneração e 4,03% em estágio inicial (capoeira) e, ainda, 0,97% de florestas plantadas. Justificou, o documento acima, que este fato é decorrente do abandono das áreas com impedimentos ao cultivo, pelo maior rigor da legislação pertinente e da conscientização dos proprietários sobre a importância das áreas naturais remanescentes na qualidade ambiental da paisagem.

Diante do aumento crescente da prática do desmatamento, há necessidade de se avaliar a pressão exercida sobre o meio físico pelas principais atividades econômicas praticadas (policultura em pequenas propriedades rurais, pecuária leiteira, reflorestamento, extração madeireira...) e respectivos impactos sobre os diversos ambientes onde as diferentes modificações caracterizam estágios de transição gradual, com riscos de desestabilização florestal.

Outra implicação direta e possível de ser projetada a partir da análise do uso da terra para o período, é quanto à qualidade ambiental (entendida como o estado do meio ambiente

numa determinada área ou região, e é percebido objetivamente em função da medição de qualidade de alguns de seus componentes, ou mesmo subjetivamente em relação a determinados atributos, como da estética da paisagem, o conforto e o bem-estar) que apresentou decréscimos significativos com riscos iminentes de degradação, exigindo intervenção, podendo incorrer em perda de recursos naturais e atingir situações irreversíveis, especialmente quanto à cobertura florestal.

Ruschel (2000), apresentou como uma das razões para a devastação florestal o fato de que a maior parte da área ocupada por florestas estar assentada em solos adequados à agricultura, motivo pelo qual este tipo de vegetação foi substituído por culturas anuais como milho, feijão, fumo além de trigo, soja e pastagens. Esse aspecto torna-se importante uma vez que demonstra a competição pelas formas de uso da terra.

Quanto ao uso da terra para o terceiro período estudado - 2008 (Figura 10), a classe florestas, correspondia a 22,08% da área total do município.

Com relação à disponibilidade de água em superfície houve pequeno aumento percentual comparando-se ao período de análise inicial. A quantificação da classe lâmina d'água aumentou 0,09% entre 1964 e 1998. Em 2008 o percentual era de 0,11%, em torno de 50ha de lâminas de água presentes na área estudada.

Embora tenha ocorrido oscilação no período de estiagens que tem atingido o município de Erechim, a variação do percentual da classe não apresenta uma amplitude significativa na variabilidade para os dois últimos períodos estudados. Exemplo desta irregularidade foi a ano de 2005, quando o município e região registraram período considerável de estiagem, e conseqüente escassez no fornecimento de água.

A classe solo exposto decresceu em 2008 em relação a 1998 quando ocupava aproximadamente 30% da área municipal. Estima-se que esta redução é devido ao advento do plantio direto, porém os dados oficiais disponíveis em órgãos regionais e municipais são incipientes por enquanto, para confirmar tal fato.

O percentual da classe de uso agricultura implantada ascendeu em torno de 10% em relação ao período anterior. Em 2008, aproximadamente 26% da área municipal é utilizada para práticas agrícolas, que somada a classe anterior indica que aproximadamente 56% da área em estudo era utilizada para tais fins.

Áreas de pastagem/pousio correspondiam a 23,31% da área estudada. São aproximadamente 10.000ha desta classe ocupados para criação de gado leiteiro ou em parte áreas que estão em “descanso”, regenerando-se.

Igreja e Bliska (2004), salientaram que no Rio Grande do Sul as pastagens naturais fazem parte de um manejo adequado e integrado à rotação de culturas. Por outro lado, as lavouras temporárias e as terras inaproveitáveis vêm intensificando seu padrão de concentração regional no conjunto do uso das terras.

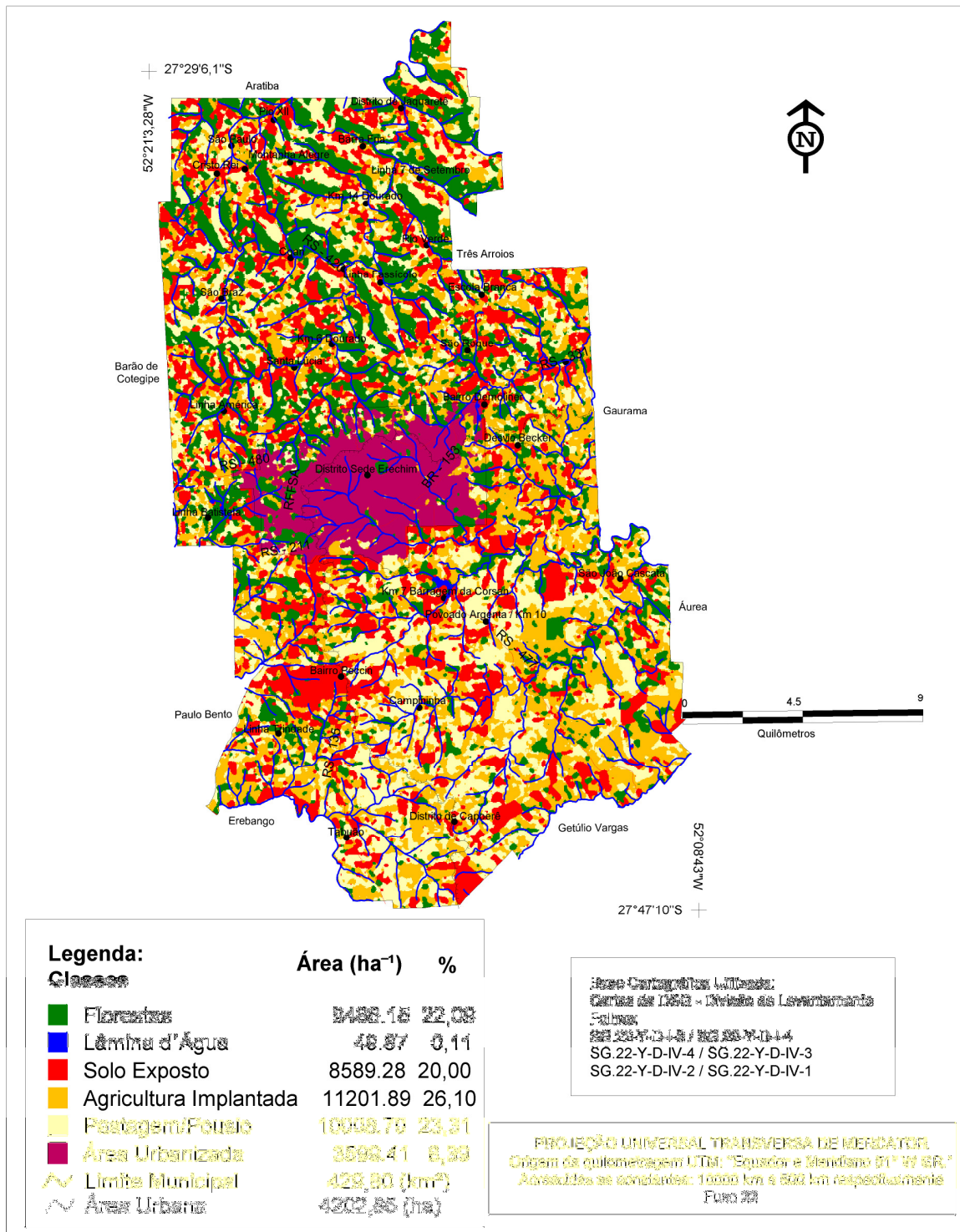


Figura 10 – Uso da terra no ano de 2008 (maio) para o município de Erechim-RS

Assim, no contexto da região Sul, os indicadores demonstraram uma tendência à expansão das lavouras temporárias e das pastagens plantadas. A organização agrária do município, por força do contexto regional, tem relações intimamente ligadas às condições de uso atual.

Em relação à área urbanizada, esta representava em 2008 aproximadamente 8,38% da área total do município, entretanto constatou-se discrepâncias entre a mancha urbana e o perímetro urbano propriamente dito. O que de fato se vê no imageamento não corresponde ao que está regularizado por meio da tributação dos imóveis urbanos. Medidas regulatórias e de ajustes são implementadas pelo poder público a fim de consolidar o aumento do perímetro urbano e sua efetiva composição por seus lotes e construções, com intuito da regularização desta situação. Constatou-se o avanço urbano para o Sul coincidindo com implicações ambientais de risco, especialmente aos mananciais de captação de água que abastecem a população urbana.

Cabe nestas circunstâncias, o que Grostein (2001) descreveu, quando disse que, nas parcelas da cidade produzidas informalmente, onde predominam os assentamentos ou a ocupação desordenada, a combinação dos processos de construção do espaço com as condições precárias de vida urbana gera problemas socioambientais e situações de risco, que afetam tanto o espaço físico quanto a saúde pública: desastres provocados por erosão, enchentes, deslizamentos; destruição indiscriminada de florestas e áreas protegidas; contaminação do lençol freático ou das represas de abastecimento de água; epidemias e doenças provocadas por umidade e falta de ventilação nas moradias improvisadas, ou por esgoto e águas servidas que correm a céu aberto, entre outros. A escala e a frequência com que estes fenômenos se multiplicam nas cidades revelam a relação estrutural entre os processos e padrões de expansão urbana da cidade informal e o agravamento dos problemas socioambientais.

Isto posto, procura-se a partir deste momento fazer uma comparação das classes de uso entre anos estudados, onde pode-se verificar o que segue:

a) A classe floresta que em 1964 cobria 69,30% do município, em 1998 decresceu para 23,48% o que representou uma devastação da cobertura original existente em 1964 de 45,82%. Isto significa que passadas três décadas, mais da metade do que existia em 1964 foi retirado. Em 2008 a classe ocupava pouco mais do que nove mil hectares (22,09%).

Em 1964, esta classe abrigava aproximadamente 70% da Microrregião Geográfica de Erechim (411.678,51ha), quarenta anos depois apresentou um decréscimo de mais de 50% da área anteriormente coberta por florestas em nível regional (SILVA et al., 2008).

Segundo Rio Grande do Sul (2001), o percentual correspondente à área florestal do Estado era de 18,5%, próximo ao índice encontrado por Silva et al. (2008) para a Região (16,53%).

Os percentuais acima permitem afirmar que não há um processo de recuperação florestal expressivo para o município e Estado, embora seja perceptível à estagnação do desmatamento sem controle. É possível identificar, também, que boa parte da vegetação primitiva foi retirada, restando apenas vegetação secundária envolvendo eventuais remanescentes da cobertura florestal original insulados nos topos das áreas mais elevadas. Observa-se no município a substituição generalizada da floresta nativa por áreas de agricultura implantada, intercalada por outras de pastagem/pousio.

O ponto de partida desta devastação recua a épocas pretéritas, principalmente no início das décadas de 60/70 quando era constante a extração de madeira para fins comerciais, alicerçada na retirada destas para serrarias com fins de exportação. Atualmente, os remanescentes da floresta nativa são protegidos pela legislação em vigor e pela atuação, em nível local, de patrulhas ambientais.

Após o decurso de mais de quatro décadas é fácil perceber *in situ* que a mata ciliar que ocorria ao longo dos canais de drenagem está muito descaracterizada pela ação do homem. Também constatou-se que, embora tenha ocorrido diminuição da população rural e conseqüente abandono da agricultura ficando as áreas anteriormente ocupadas por alguma cultura desprovidas desta, a vegetação sucessional (capoeiras) passa a predominar na cobertura do solo, sugerindo no imageamento o equívoco de que há um aumento da área reflorestada com vegetação arbórea.

Autores como Tonial (2003), Dill et al. (2004); Poelking (2007) e Miguel (2010) encontraram situação semelhante em seus estudos. De um modo geral são unânimes em afirmar que o desmatamento é fruto do avanço das áreas para cultivos agrícolas.

O Código Florestal Estadual no Capítulo V, das concepções, Artigo 42, inciso XI, denota que a capoeira é a formação vegetal sucessora, proveniente de corte raso das florestas ou pelo abandono de áreas com qualquer outro uso, constituída, principalmente, por espécies nativas da região, até a altura máxima de três metros (RIO GRANDE DO SUL, 1992).

b) A quantificação da classe lâmina d'água que ocupava apenas 0,07% da área total do município em 1964 aumentou para 0,16% em 1998. Em 2008 o percentual era de 0,11%. Embora tenha ocorrido irregularidades na reposição da lâmina d'água superficial pelas chuvas, a variação do percentual da classe não apresentou uma amplitude significativa, pelo menos a partir da segunda metade do período estudado.

A melhor visualização dos corpos d'água nos anos de 1998 e 2008 se deve ao fato da construção de alguns açudes ou represas, inexistentes no primeiro período analisado. O avanço da área desmatada próxima aos rios e córregos possibilitou a identificação destes no imageamento orbital. Em nível regional a lâmina d'água correspondia a 1,17% da área, enquanto que no Rio Grande do Sul correspondia a 7,09% da área estadual.

c) O avanço da área de solo exposto praticamente teve um acréscimo de quase 100% na primeira fase do período estudado em relação ao ano de 1998. Tinha-se no ano de 1964 um percentual de 15,24%, ou seja, 6.542,54 ha. Em 1998 são 12.397,04 ha (28,95%) nesta classe. Em 2008 decresceu para 20%. A variação entre 1998 e 2008 para a classe solo exposto e agricultura implantada é atribuída, como referido anteriormente, em parte ao plantio direto. No Estado o percentual encontrado é de 19,11% enquanto que na Região 33,56%.

A significativa e crescente ocupação do espaço geográfico pela ação antrópica com o consequente corte de árvores, matéria-prima muito disputada pelas beneficiadoras de madeiras instaladas em Erechim e nos municípios vizinhos é uma das causas que justificou o processo de desmatamento no município.

d) Alicerçada na mecanização agrícola, como afirmado anteriormente, o percentual de agricultura implantada ascendeu em torno de 10% entre 1964 e 1998. Em 2008, aproximadamente 26% da área municipal era utilizada para práticas agrícolas, e que se somada a classe solo exposto indicava que aproximadamente 56% da área em estudo estava direcionada para tais fins.

e) A classe pastagem/pousio que em 1964 correspondia a 10,79% da área oscilou em 23%, nos anos de 1998 e 2008. A evolução do percentual deste tipo de uso praticamente duplicou sua área nas duas últimas décadas, são 4.635,92 ha em 1964 para 9.905,09 ha em 1998 e 10.008,70 ha em 2008. As áreas principalmente utilizadas para esta ocupação localizavam-se na porção Norte do município, representadas por “potreiros”, facilmente alagados no período de inverno por conta das enxurradas procedentes das encostas e que se acumulam nas partes mais baixas.

A pouca alteração no percentual nos dois últimos anos estudados, correspondente ao uso campo, também é justificada pela distribuição esparsa dos mesmos e da pequena dimensão individual que possuíam, não sendo criadas também novas áreas para este fim, visto a ocupação agrária estar mais voltada à agricultura do que para a prática pastoril.

No Estado, 46,73% da área total foi classificada como campo e pastagens enquanto que 22,47% desta classe estavam presentes na área regional.

f) Concorrente ao desenvolvimento industrial de Erechim, a floresta cede espaço cada vez maior a urbanização e a industrialização. Dos 96.087 habitantes de Erechim, aproximadamente 94% residiam no perímetro urbano (8,37% da área municipal), enquanto que 5.535 pessoas estavam no meio rural (IBGE, 2010). Essa distribuição populacional tem reflexos na composição do PIB municipal, onde a contribuição da indústria atingiu 52,4%, os serviços 42,5% enquanto que a agricultura representava 4,8% (FEE, 2007). Na Região Norte do RS o índice de população urbana estava, no último censo demográfico, em torno de 70% (IBGE, 2010).

Quanto à estratificação do meio rural encontravam-se 1041 estabelecimentos agropecuários (unidades ocupadas) identificados com condição legal de produtor, cuja área total correspondia a 26.877 hectares (IBGE, 2007).

Na área em estudo, o processo de urbanização acentuou-se nos anos 80 quando a industrialização começou a substituir a agricultura, tida até então, como principal ocupação do município na geração de emprego e renda. A expansão urbana de Erechim privilegiou a direção Leste/Sudeste, com estagnação para o Norte/Nordeste, e tímida ocupação para a porção Oeste, até por razões de emancipações circunvizinhas a Erechim, que determinaram uma redução na distância entre os limites do urbano para o rural neste quadrante do município. Passou dos 1.651,41ha (3,84%) para 3.599,41ha (8,39%) em 2008, o que significou um aumento de 45,88% em relação à área urbanizada municipal de 1964. No Rio Grande do Sul a área urbanizada correspondia a menos de meio por cento (0,45%) e abrigava 81,6% da população gaúcha. Em nível nacional a taxa de urbanização atingiu 81,23% (FEE, 2007; IBGE, 2007).

O contexto acima demonstra a relação existente entre o contingente populacional e a ocupação da terra. Fica evidente o elevado povoamento do espaço urbano e incipiente ocupação populacional da área rural do município.

5.3.3 Erva mate

Em relação à erva mate, deve-se fazer, após o resgate quanto ao uso da terra, visto a implantação e espacialização de diferentes ocupações que permeiam o espaço rural da área em epígrafe por suas culturas temporárias ou permanentes, uma retrospectiva quanto à

evolução/involução dessa cultura, para encontrar relações que possam servir de amparo às sugestões que se pretendem fazer quanto à retomada do cultivo da espécie.

A reposição da vegetação, em especial a nativa, no caso representada pela erva mate, traz inúmeros benefícios, estando entre eles a estabilização da superfície por meio das raízes, proteção da qualidade da água, filtração do ar e equilíbrio do índice de umidade do ar, proteção dos mananciais e nascentes, abrigo à fauna, auxílio na estabilização da temperatura do ar, entre outros.

Andres (2006), colabora com o rol das análises temporais e espaciais do uso da terra por meio de tecnologias ao estudar estas relações em Pirapó/RS. Esse autor privilegiou os anos de 1975, 1991 e 2005. Os resultados demonstraram que houve grandes mudanças na utilização das terras no município nos últimos 30 anos, e ainda, que existiu uso da terra mais intenso do que o recomendado, fenômeno semelhante ao encontrado na área em estudo.

Modificação semelhante à ocorrida na paisagem em Erechim é encontrada, em nível mundial, no trabalho realizado na Costa do Marfim, por Xavier-da-Silva et al. (2004), sobre avaliação de geopotencialidade agroterritorial, buscando considerar tanto os aspectos do meio-físico, quanto os humanos, para elaborar zoneamentos de potencial do uso da terra e apontar áreas de incongruências (conflitos). Esses autores concluíram que esse país sofreu muitas mudanças na ocupação das terras devido ao aumento da população, fazendo com que os solos fossem utilizados de forma intensiva, gerando deterioração do mesmo.

É oportuno indicar a realização de outros estudos a partir do que foi apresentado até o momento. Entre eles figuram como que imprescindíveis à quantificação da potencialidade agrícola, cujos principais componentes obedecem a critérios pedológicos específicos, tais como índices de fertilidade, drenagem e profundidade, bem como as limitações ao uso, pedregosidade, rochosidade, presença de elementos tóxicos, entre outros.

5.4 Conclusões

Na análise dos três períodos estudados, ficou evidente a modificação no uso da terra em Erechim indicando uma retração espaço-temporal especialmente da área de floresta original.

A remoção da cobertura florestal original teve como fato gerador a exploração industrial e comercial ocasionada pela demandas de madeira e atingiu diretamente os ervais

nativos, uma vez que a *Ilex paraguariensis* que vegetava por entre os estratos inferiores da cobertura principal formada por *Araucária Angustifólia*, *Paspalum notatum*, *Xonopus*, *Piptochaetium* e *Andropogoneas*, foi retirada também.

Embora a distribuição demográfica esteja concentrada na sede do município, a agricultura representa a principal ocupação das terras na área estudada, sendo necessário, portanto, promover o controle e o acompanhamento do uso dos recursos naturais, principalmente nas áreas de preservação permanente, evitando assim um comprometimento dos fragmentos florestais remanescentes.

Por fim, pode-se dizer que esse estudo serve de subsídio a projetos que visem à reconstrução da área florestal local, obedecendo ao prescrito na legislação ambiental em vigor, o que em muito contribuirá no restabelecimento da qualidade ambiental na área estudada.

6 ESTUDO 2. APTIDÃO DE USO DAS TERRAS PARA O CULTIVO DA ERVA MATE

6.1 Introdução

Levantamentos de solos são importantes fontes de informações onde existe uma completa descrição dos atributos do solo, sua distribuição geográfica e os fatores limitantes para os diversos tipos de utilização agrícola e não agrícola (EMBRAPA, 1995; DALMOLIN et al. 2004; IBGE, 2005). O nível de detalhes dos levantamentos de solos devem ser estabelecidos de acordo com o objetivo final do mesmo. De acordo com Dalmolin et al. (2004), em levantamento de solos em nível de propriedades rurais, microbacias hidrográficas ou municípios, é recomendado a publicação dos mapas em escalas maiores ou iguais a 1:50.000. Levantamentos de solos nessa escala são escassos sendo que, há documentado no Estado do Rio Grande do Sul, de acordo com Streck et al. (2008), oitenta e três levantamentos de solos em escala 1: 100.000 ou maior (pouco mais do que 20% da área do Estado).

Com os avanços tecnológicos, novas ferramentas têm contribuído para a aquisição de informações necessárias para o conhecimento dos solos. Técnicas de Mapeamento Digital de Solos (MDS) têm sido utilizadas, em uma tentativa de facilitar a aquisição de dados sobre atributos do solo incluindo sua previsão e espacialização (LAGACHERIE et al. 2007; GIASSON, 2006; ten CATEN et al. 2011a; ten CATEN et al. 2011b). A constituição de bancos de dados contendo informações ambientais e a evolução das ferramentas de informação geográfica e sensoriamento remoto têm ocorrido simultaneamente, mas no Brasil ainda é necessário muita pesquisa. Os levantamentos de solos em sua forma tradicional são predominantes no Brasil (MENDONÇA et al. 2007), sendo que a utilização de técnicas de MDS ainda é incipiente e se deve a carência de informações de solo, em escala compatível, da maior parte do território brasileiro. As informações existentes estão concentradas em locais em que há maior ocupação humana e valor econômico.

As informações geradas pelos levantamentos pedológicos são consideradas essenciais para bancos de dados de Sistemas de Informações Geográficas, podendo ser utilizadas no planejamento, ordenamentos e zoneamentos territoriais (EMBRAPA, 1995). A utilização de SIGs em trabalhos que envolvem atributos ambientais permite a integração das diversas

informações possibilitando uma rápida e repetida sobreposição e atualização de mapas, facilitando a compreensão do ambiente (SCULL et al. 2005; PEDRON et al. 2006; POELKING, 2007; MIGUEL, 2010).

Além disso, é necessário o desenvolvimento de estudos de modelagem do solo e suas características em locais e/ou regiões que possam servir de modelo que devem ser testados e validados, para serem utilizados no MDS de áreas mais extensas, possibilitando, assim, o planejamento de uso racional dos recursos naturais. Na área em estudo tanto os levantamentos de solos como o monitoramento de uso das terras são raramente encontrados, o mesmo ocorrendo em nível regional. O presente estudo procurou contribuir no atendimento a demanda desse tipo de modelagem, disponibilizando material cartográfico que poderá servir de base a novos estudos.

De acordo com Sanchez et al. (2009), as amostras coletadas no campo são usadas para determinar a distribuição espacial das propriedades do solo, sendo que esses dados podem ser utilizados para prever informações em áreas não amostradas e utilizadas para os mais diversos fins ambientais.

Para o planejamento racional de uso da terra, os limites impostos pelo ambiente devem ser respeitados, considerando inclusive as características das culturas, no caso da exploração agrícola. Segundo Dent et al. (1995), a utilização das terras de acordo com a sua aptidão permite maior sustentabilidade ambiental, econômica e social. Dentro dos sistemas de classificação interpretativa ou de vocação de uso das terras define-se a possibilidade da mesma ser utilizada com culturas anuais, culturas perenes, pastagens, reflorestamento e vida silvestre, ou seja, a adaptabilidade das terras para os diversos fins, com o máximo retorno e o mínimo desgaste ou depauperamento. Dentre as metodologias utilizadas para classificação interpretativa das terras, o mais utilizado é aquele que prevê três níveis de manejo, denominado Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, baseando-se no conceito de terra e desenvolvido para interpretar os mapas de levantamentos sistemáticos de solos (RAMALHO FILHO E BEEK, 1995).

Uma característica importante do sistema de aptidão é que as informações podem ser representadas graficamente, em um só mapa, para os diversos tipos de utilização, conduzindo, assim, ao uso racional dos solos de modo sustentável, e exigindo um conhecimento prévio de suas características e limitações EMBRAPA (2006).

Diante do exposto e com base no mapa de solos do município de Erechim na escala 1:50.000 obtido por MDS (ten CATEN et al. 2011 b), o presente estudo teve como objetivo

principal a geração de informações que propiciaram o estabelecimento de um sistema de adequação para a cultura da erva-mate, auxiliado por geotecnologias.

6.2 Material e Métodos

6.2.1 Caracterização dos solos locais

Na caracterização dos solos do município foram realizadas descrições de perfis representativos que ocorrem na área, com base em levantamento prévio, conforme Santos et al. (2005). A composição granulométrica das amostras de solo foi determinada conforme EMBRAPA (1997). A fração areia foi separada por tamisação úmida em peneira com malha de 0,053 mm. A fração argila foi determinada pelo método da pipeta e o silte calculado por diferença. O pH do solo ($\text{pH}_{\text{água}}$) foi determinado utilizando uma relação solo-solução de 1:2,5. Os teores de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) foram determinados por espectroscopia de absorção atômica após extração com KCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$. O potássio trocável (K^{+}) foi extraído com solução de HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ + H_2SO_4 $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ e seu teor determinado por fotometria de chama; a acidez potencial ($\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$) foi determinada em extrato de $\text{Ca}(\text{OAc})$ $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0 e titulado com NaOH $0,0606 \text{ mol L}^{-1}$. O alumínio trocável (Al^{3+}) foi extraído com solução de KCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ e titulado com NaOH $0,025 \text{ mol L}^{-1}$. Toda essa metodologia seguiu orientações de EMBRAPA (1987). A capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (Al%) foram calculados. O carbono orgânico do solo (COS) foi determinado pelo método Mébius no bloco (YEOMANS e BREMNER, 1988) e (NELSON e SOMMERS, 1996). Os perfis de solos foram classificados conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA, 2006).

6.2.2. Aptidão Agrícola das Terras e adequação de uso

O sistema de classificação interpretativa utilizado é o Sistema de Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO E BEEK, 1995). A aptidão agrícola na escala 1:750.000 foi obtida pelo georreferenciamento e digitalização do mapa do levantamento de reconhecimento de solos do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973) e a interpretação realizada de acordo com o relatório de aptidão agrícola das terras do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1978). Para gerar o mapa de adequação do uso: aptidão agrícola x uso atual das terras fez-se a integração com o mapa de APPs e, áreas que sofrem limitações impostas pela legislação ambiental, incluídas na classe 6. Esse procedimento foi realizado conforme metodologia descrita em Poelking (2007). Para tanto foi utilizada a função *Crostab* do aplicativo IDRISI 3.2. A seqüência de elaboração das atividades consta na Figura 11.

Para o mapa da aptidão agrícola na escala 1:50.000, utilizou-se o mapa de solos do município de Erechim na escala 1:50.000 gerado por MDS (ten Caten et al. 2011b) estabelecendo as classes de aptidão de acordo com as limitações do solo e ambiente seguindo metodologia de Ramalho Filho e Beek (1995). Para o mapa de adequação de uso também foram utilizadas as limitações impostas pela legislação, realizando o mesmo procedimento acima descrito.

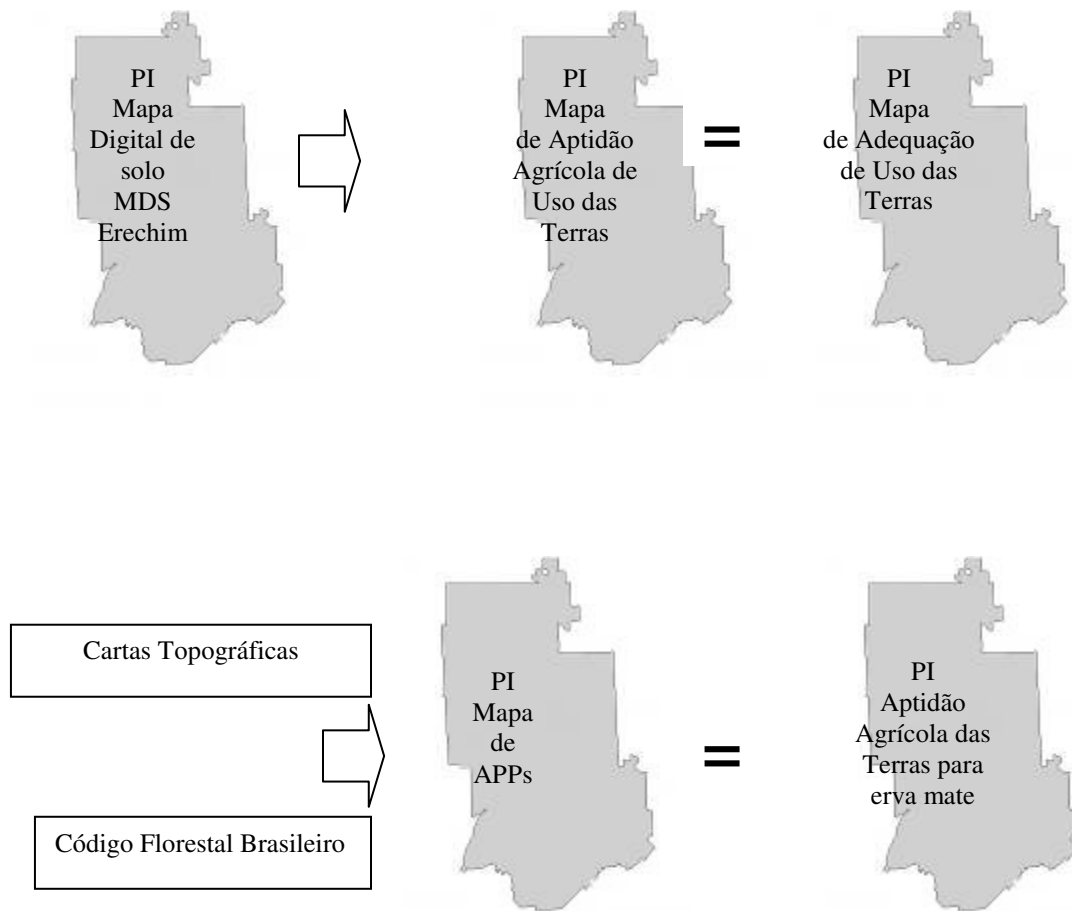


Figura 11 – Esquema de geração do Mapa de adequação de uso da terra da área de estudo Adaptado de Poelking, 2007.

6.2.3 Adequação do uso da terra para a cultura da erva mate – MDS

O sistema proposto classifica a avaliação potencial de uso da terra para erva mate em quatro classes: boa, regular, restrita e inapta e está estruturado nos níveis: a) uso da terra (BRASIL, 1965; CONAMA, 2002) e b) fatores restritivos a cultivo da erva mate de acordo com os parâmetros pedológicos e ambientais previamente selecionados como profundidade do solo, umidade do solo, pedregosidade, declividade e sombreamento. Considerou-se também fatores gerais intrínsecos da área como: a altitude, latitude, temperatura média anual, clima preferencial, precipitação média anual e vegetação indicativa (*Araucária angustifolia*) (Quadro 2).

Os mapas de profundidade do solo e pedregosidade foram realizados de acordo com as classes de solos considerando as classes e limites conforme o quadro 3. Utilizou-se o *Editor* do programa Arc Gis 9.3 para classificar os parâmetros de acordo com as classes de solos.

| Fatores limitantes | Fonte |
|---|----------------|
| Altitude – 500 a 1500m | 1 ^a |
| Latitude – 12° a 35° Sul e a longitude 40° a 65° Oeste. | 1b |
| Temperatura média anual de 20 a 23°C | 1c |
| Clima preferencial - tipos Cfa e Cwa da classificação de Köppen | 1d |
| Precipitação média anual em torno de 1500mm. | 1e |
| Presença da espécie onde há acentuado predomínio da <i>Araucária angustifolia</i> . | 1f |

Quadro 2 – Fatores limitantes intrínsecos à cultura da erva-mate.

Informações conforme: 1a(Costa, 1995 e Andrade *et al.*, 1999, Da Croce, 2003); 1b(Oliveira e Rotta, 1985; Carvalho, 2003); 1c(Da Croce, 2003; Oliveira e Rotta, 1985); 1d; (Da Croce, 2003) 1e (Da Croce, 2003) e 1f (Rambo, 1956, Reitz. 1988; Mazuchowski, 2000.).

O mapa de declividade foi gerado a partir de um MDE com a rotina *slope*, posteriormente reclassificado com a função *reclassify* e as classes estabelecidas conforme quadro 3.

| Fatores Limitantes | Classes de Adequação | | | | Fonte |
|--------------------|----------------------|------------|-------------|-------------|----------------|
| | Boa | Regular | Restrita | Inapta | |
| Profundidade (cm) | 70 – 100 | 51 – 70 | 40 - 51 | < 40 | 2 ^a |
| Pedregosidade (%) | 0 – 10 | 11 – 20 | 21 - 30 | >30 | 2b |
| Declividade (%) | 0 – 5 | 5 – 12 | 12 – 30 | >30 | 2c |
| Umidade (IUT) | 4,45–9,95 | 9,95–12,65 | 12,65–15,35 | 15,35–26,15 | 2d |
| Luminosidade (%) | 0 - 30 | 30 - 40 | 40 - 50 | 50 – 100 | 2e |

Quadro 3 – Condições específicas utilizadas para adequação das terras a cultura da erva-mate.

Informações conforme:2a(Keller, 1996; Oliveira e Rotta, 1985; Scherer, 1997); 2b (Keller, 1996); 2c(IBGE, 2010; Scherer, 1997; De Biasi ,1970); 2d(Keller, 1996; Oliveira e Rotta, 1985; Ferreira et al.. 1994; Vieira et al., 2003) e 2e (Mazuchowski, 2000, 2004; Pes et al. 1995, EMBRAPA, 2005 ; Kaspariy, 1985; Coelho et al.. 2000; Rachwall, 1998 ; Rachwall et al.. 2000 ; Petersen et. al 2001 ; Boeger et al.. 2003, Koslowski et al., 1991, Foltran, 2004).

Para originar o mapa de Índice de Umidade Topográfica (IUT) foi utilizada a equação descrita por Wilson e Gallant (2000), esses procedimentos foram executados no *Raster Calculator* do programa Arc Gis 9.3. A fórmula está representada a seguir:

$$IUT = \ln\left(\frac{AC_E}{\text{tg}(\beta)}\right)$$

β = mapa de declividade em graus

AC_E = Área de contribuição específica está representada abaixo:

$$AC_E = \frac{AC}{\text{resolução}_{\text{pixel}}}$$

O mapa IUT foi reclassificado com a ferramenta *reclassify* e transformados para vetores com a função *RastertoPolygon*. Às classes foram atribuídos os qualificadores boa, regular, restrita e inapta (Quadro 3).

O mapa da luminosidade foi confeccionando com a ferramenta *hillshade* do programa Arc Gis 9.3. Para esse cálculo é necessário o azimute e inclinação do sol, sendo esses ângulos retirados do sítio http://www.heliodon.com.br/calc_sol_1.html. O mapa de luminosidade foi calculado para o dia 1 de setembro nos horários 12:00', 15:30' e 17:00'. Com o *Raster Calculator* esses mapas dos diferentes horários foram passados para porcentagem utilizando a seguinte expressão: $\text{Mapa} * 100 / 255$. Posteriormente esses mapas foram somados e divididos por 3 obtendo uma média aritmética simples. A luminosidade foi classificada conforme consta no quadro 3.

Para gerar o mapa final de adequação das terras para a cultura da erva-mate, foram exportados cada classe de cada mapa e as classes com o mesmo nome foram unidas com a ferramenta *Merge* do programa Arc Gis 9.3. Para cada mapa de aptidão foi feita a definição pelo atributo em condição x limitante; interação atributos e utilização de dados analíticos. Assim gerou-se mapas referentes às classes Boa, Restrita, Regular e Inapta para cada parâmetro avaliado. Posteriormente os mapas foram transformados em apenas um, pela sobreposição de polígonos utilizando a ferramenta *clip* do Arc Gis 9.3.

6.2.4 Mapa de aptidão por técnicas de mineração de dados

6.2.4.1 Covariáveis preditoras

Para a geração do mapa de aptidão digital foram utilizadas covariáveis relacionadas ao fator relevo representadas pelas covariáveis elevação (ELEV), declividade (DECL), índice de umidade topográfica (IUT), capacidade de transporte de sedimento (CTS), curvatura planar (PLAN), curvatura de perfil (PERF) e distância a drenagem mais próxima (DREN). As covariáveis foram geradas de acordo com Wilson e Gallant (2000) a partir de um modelo digital de elevação (MDE). O MDE com resolução espacial de 30 m foi derivado de curvas de nível de cartas topográficas com escala 1:50.000. A interpolação das curvas de nível para o formato matriz ocorreu na ferramenta *topo do raster* do programa Arc Gis 9.3, usando a técnica *spline* (WAHBA, 1990). No programa SAGA-GIS (OLAYA, 2004) os atributos ELEV, DECL, PLAN, PERF, e DREN foram gerados na ferramenta *standard terrain analysis*, e os atributos IUT e CTS com a ferramenta *grid calculator*.

Esses atributos foram tabulados a partir dos 200 pontos gerados a campo para a verificação de locais aptos e inaptos para o cultivo da erva mate.

6.2.4.2 Árvore de decisão (AD)

O desenvolvimento das AD foi realizado no programa de mineração de dados WEKA (HALL et al., 2009). Para o processamento dos dados, foi utilizado o algoritmo J48 o qual apresentou os melhores resultados em estudo realizado por Giasson et al. (2011). O número mínimo de observações por folha (*minNumObj* no WEKA) para cada conjunto de dados foi definido como sendo de duas observações por folha. O método de poda que mitigava o erro na árvore gerada também foi selecionado (*reducedErrorPruning = True* no WEKA). Durante a fase de geração da árvore, foi utilizado o procedimento denominado *Cross-validation* com dez subconjuntos de dados.

6.2.5 Caracterização dos ervais

Para a caracterização fenológica, foram selecionados dois ervais localizados em Latossolos Vermelhos e dois ervais em Neossolos Litólicos, ambos com oito anos de idade, a fim de avaliar as condições de rendimento de erva mate cancheada por arroba, cor, preço de venda (R\$/kg), medidas relativas ao Diâmetro a Altura do Peito (DAP), diâmetro médio dos galhos em 100 pés de erva mate em cada um dos ervais estudados. Também foi medido o diâmetro dos galhos (cinco por planta) extraíndo-se assim o diâmetro médio dos mesmos, bem como a medição da área foliar, calculado de acordo com o *software* AreaMed (UFES) que calcula áreas por identificação de cores ou por delimitação do objeto a ser medido.

Torna-se importante relatar que a utilização de diversos programas computacionais, está vinculada aos processos operacionais específicos a cada produto gerado, o que por vezes inviabilizou a utilização de um único programa por conta da limitação apresentada quando da necessidade de efetuar operações ou funções específicas ou executáveis em versões mais recentes ou em ambientes computacionais que apresentam limitações por conta do tipo das extensões, capacidade de leitura, compilação, importação, exportação e conversão de formatos. A hierarquia da lógica de programação, velocidade de execução e produto final gerado também foram considerados na escolha dos programas computacionais utilizados, zelando pela qualidade final do produto gerado.

6.3 Resultados e Discussão

6.3.1 Aptidão agrícola das terras

As figuras 12 e 13 são utilizadas com o objetivo de estabelecer uma comparação entre as classes de aptidão agrícola das terras na área de estudo, na escala 1:750.000 e 1:50.000. Isso permitiu verificar que classes não visualizadas na primeira escala aparecem na escala 1:50.000. Entre as novas classes estão: 2^{ab(c)}, 3^{(b) (c)}, 5^{sn} e 6.

Há necessidade de referir que embora amplamente utilizados, os mapas na escala 1:750.000 são considerados inadequados para planejamento de uso da terra. Esse fato justifica-se pela ausência de mapas de aptidão agrícola das terras em escalas menores.

Considerando os fatores utilizados para avaliar as condições agrícolas das terras, na área em estudo predomina a aptidão para lavouras facilmente observada no mapa em escala 1:750.000, onde mais de 85% da área apresenta essa condição. Entretanto, na escala 1:50.000 da mesma área, é possível observar a inserção da aptidão à silvicultura e preservação de flora e fauna, respectivamente.

Na parte Centro-sul do município em estudo predominam solos profundos, com boa drenagem, relevo ondulado a moderadamente ondulado e ausência de pedregosidade ou rochiosidade que, associados ao tipo climático local, resultam em solos com boa aptidão agrícola, com poucos fatores limitantes. Nesta área são encontradas as classes: 2''(a)bc, 2''ab, 2''ab(c) e 3(b)(c). Quando as classes são comparadas considerando-se os mapas gerados em diferentes escalas (1:750.000 e 1:50.000), a classe 2''(a)bc ocorreu em 57,79% no primeiro e em 47,67% no segundo. Na tabela 1 podem ser identificados os percentuais de ocorrência para as demais classes, inseridas originalmente na escala 1:750.000 e que em escala maior (1:50.000) passam a receber nova classificação. Embora essas classes não apresentem tantas restrições em relação à deficiência de fertilidade do solo, deficiência ou excesso de água, impedimento à mecanização, são áreas que podem apresentar uma maior suscetibilidade a erosão do solo. O menor percentual de inserção na classe 2''(a)bc ocorre com a classe 2''ab(c), que é encontrada em 846,41ha.

Tem-se assim que cada classe do mapa 1:50000 estará X por cento no polígono(área) do mapa de solos 1:750000, neste caso em 2''(a)bc.

Tabela 1 – Comparação entre a classe 2''(a)bc em diferentes escalas (1:50.000 e 1:750.000)

| Mapa 1:50.000 | Mapa 1:750.000 | Área ha ⁻¹ | % |
|--------------------------|----------------|-----------------------|-------|
| 2''(a)bc | 2''(a)bc | 14.191,49 | 57,79 |
| 2''ab | 2''(a)bc | 1.526,23 | 6,65 |
| 2''ab(c) | 2''(a)bc | 846,41 | 3,40 |
| 3(b)(c) | 2''(a)bc | 3.690,02 | 14,81 |
| 5sn | 2''(a)bc | 2.669,46 | 10,72 |
| 6 | 2''(a)bc | 1.981,92 | 7,96 |
| Total na classe 2''(a)bc | | 24.905,53 | 100 |

É importante lembrar que a presença de aspas no número indicativo das classes significa terras com aptidão para dois cultivos por ano, fato encontrado com frequência na área em estudo. Um elemento que deve ser levado em consideração é que mesmo dentro dessas classes ainda podem ser encontradas associações de terras com aptidão inferior ao indicado na legenda, devendo-se a essas dar uma atenção especial quanto à conservação do solo, bem como a presença de APPs, é fator restritivo à exploração das terras (BRASIL, 1965).

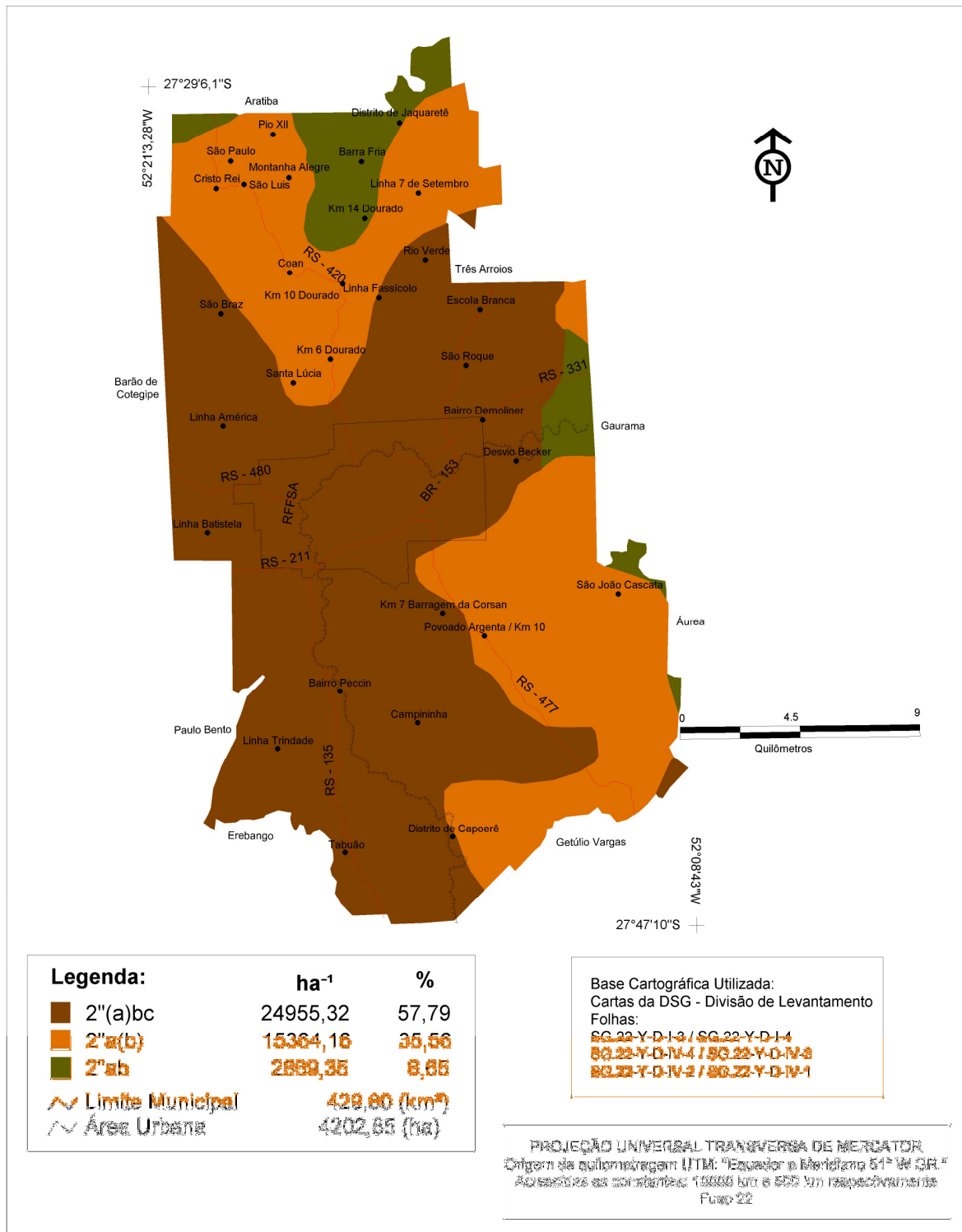


Figura 12 – Aptidão agrícola das terras. Mapa base 1:750.000.

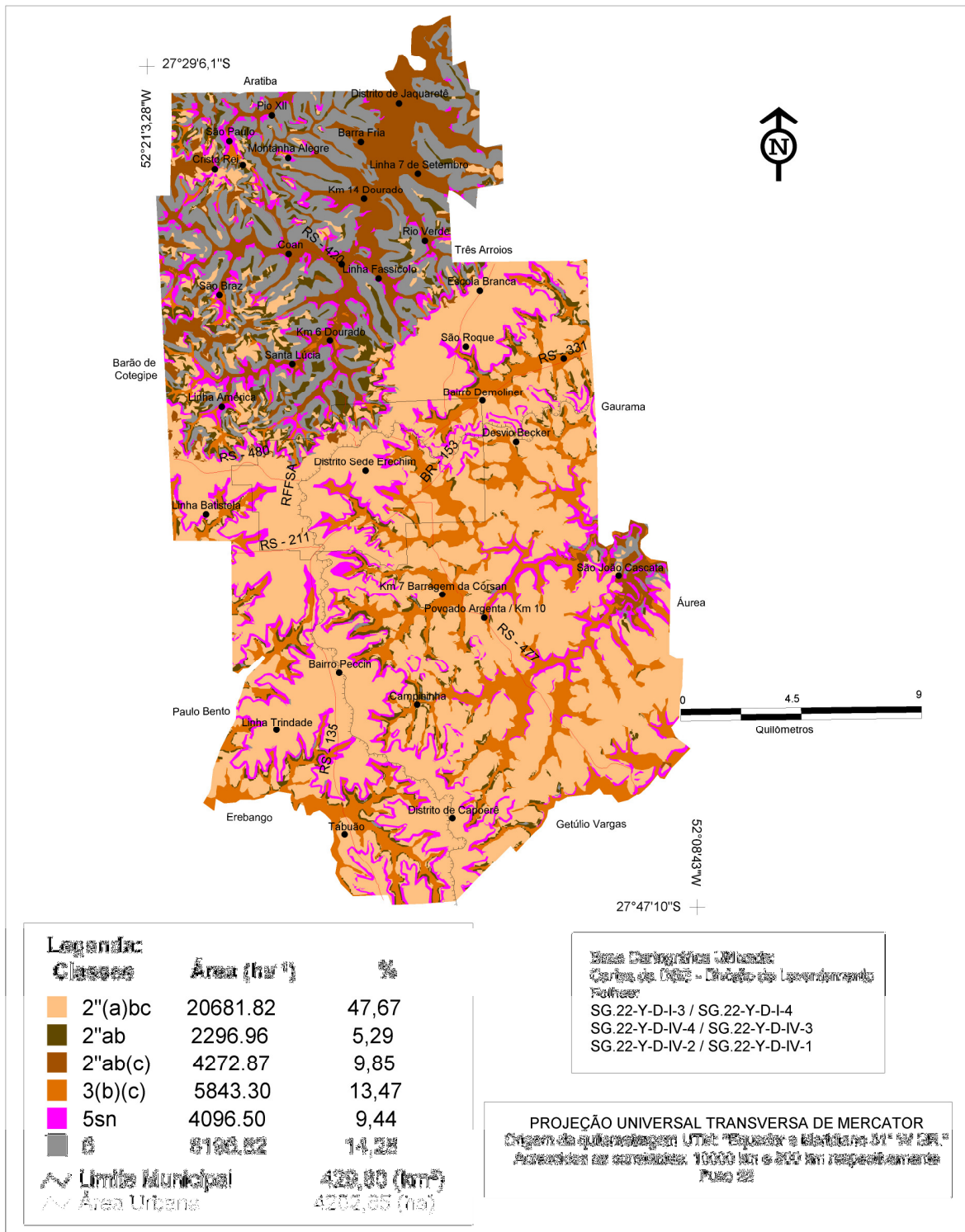


Figura 13 – Aptidão agrícola das terras. Mapa base 1:50.000.

6.3.2 Adequação de uso das terras

O resultado encontrado no mapa de adequação (Figura 14), gerado a partir do mapa de Adequação de Uso das Terras e do mapa de Áreas de Preservação Permanente, foi o aumento da área da classe 6 do mapa de aptidão, materializada especialmente na parte norte da área de estudo (14,69%), onde esta classe passou a receber as APPs como classe sem aptidão para o uso agrícola.

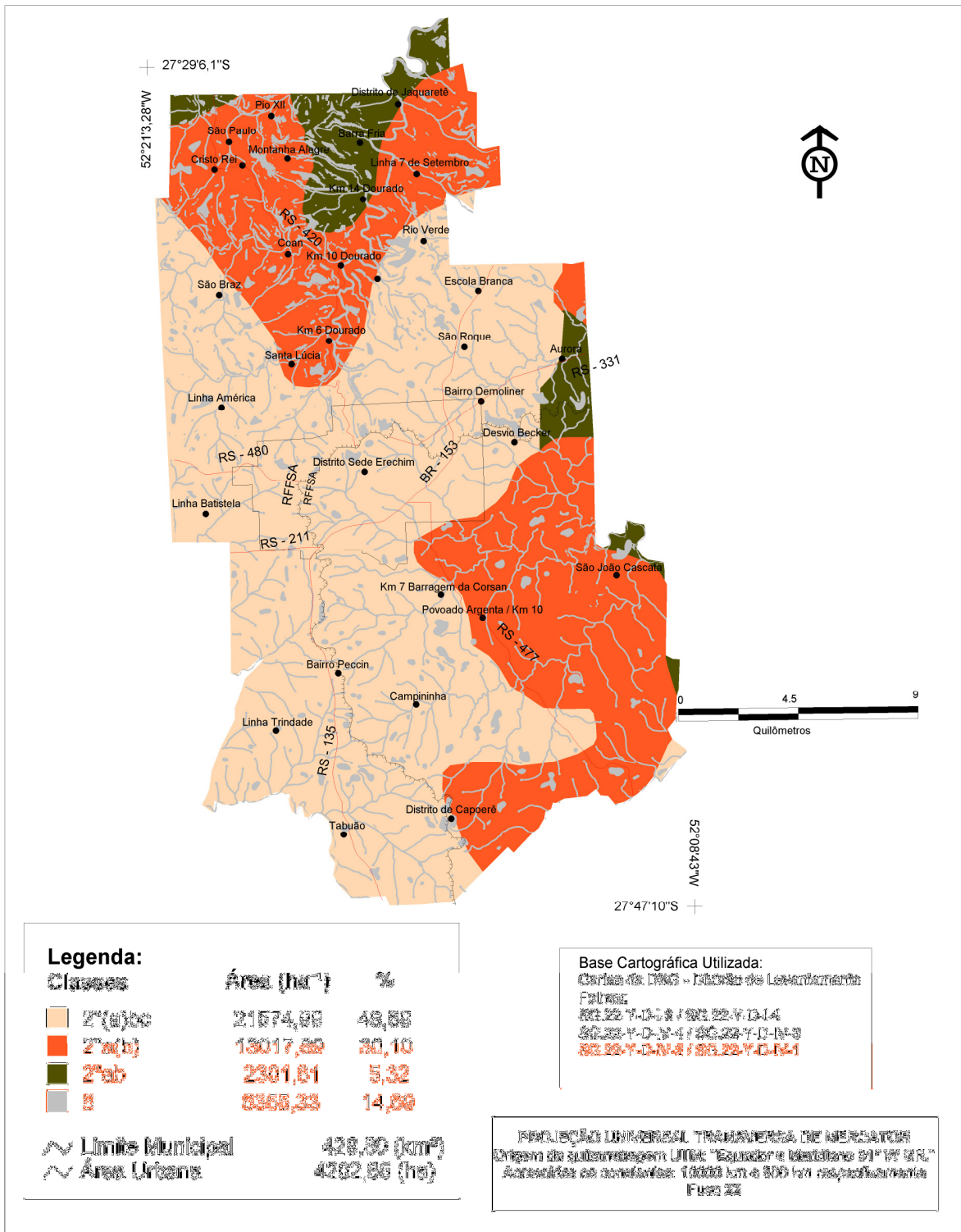


Figura 14 – Adequação de uso das terras. Mapa base 1:750.000.

Afirmção a respeito é feita por Pedron et al. (2006), quando dizem que muitas áreas de APPs, podem ter alguma aptidão agrícola mas tem seu uso limitado pela legislação. Nos

estudos realizados por Poelking (2007) e Miguel (2010) em áreas de Encosta do Rebordo do RS foram encontrados aumentos de 8% e 10% na classe 6, respectivamente.

Nas tabelas 2 e 3, são apresentados os valores das diferentes classes considerando os mapas na escala 1:750.000 e os respectivos desdobramentos na reclassificação em escala 1:50.000, onde aproximadamente 50% da área estão na classe 2''(a)bc. Coincidentemente, a classe 2''ab ocorreu em 5,32% da área estudada em ambas as escalas.

Tabela 2 – Distribuição das diferentes classes em mapa na escala 1:750.000

| Classes | Área ha ⁻¹ | % |
|----------|-----------------------|-------|
| 2''(a)bc | 21.574,99 | 49,89 |
| 2''a(b) | 13.017,89 | 30,10 |
| 2''ab | 2.301,81 | 5,32 |
| 6 | 6.355,33 | 14,69 |
| Total | 43.250,02 | 100 |

A tabela abaixo permite identificar a redistribuição das classes, prevalecendo na área em estudo a classe 2''(a)bc com 47,87% da área total, caracterizada como lavoura cujo manejo é restrito em A, porém regular para B e C.

Tabela 3 – Distribuição das diferentes classes em mapa na escala 1:50.000

| Classes | Área ha ⁻¹ | % |
|----------|-----------------------|-------|
| 2''(a)bc | 20.681,82 | 47,87 |
| 2''ab | 2.296,96 | 5,32 |
| 2''ab(c) | 4.272,87 | 9,90 |
| 3(b)(c) | 5.643,30 | 13,07 |
| 5sn | 4.096,50 | 9,49 |
| 6 | 6.197,62 | 14,35 |
| Total | 43.189,07 | 100 |

As terras das classes 5 e 6 apresentam maiores limitações ao manejo agrícola, normalmente associadas à alta declividade do terreno ou à pequena profundidade dos solos. A classe 5 recobre menos de 10% da área de estudo e representam terras com aptidão apenas para silvicultura e/ou pastagem natural e encontram-se dispersas pela área de estudo.

As terras da classe 6 ocupam 14,35% das terras do município sendo inaptas ao uso agrícola, e adjacente a isso, o Código Florestal Federal instiga a necessidade de prover mais terras destinadas à preservação.

As condições pedoambientais e de adequação de uso das terras de Erechim (Figura 15) justificam o potencial agrícola do município, representado principalmente pelas culturas anuais (soja, milho, sorgo etc.) embora predomine na região a prática agrícola, deve-se ressaltar que as terras também apresentam aptidão para atividades como a silvicultura e a pecuária leiteira, atividades ainda um tanto que incipientes na área estudada.

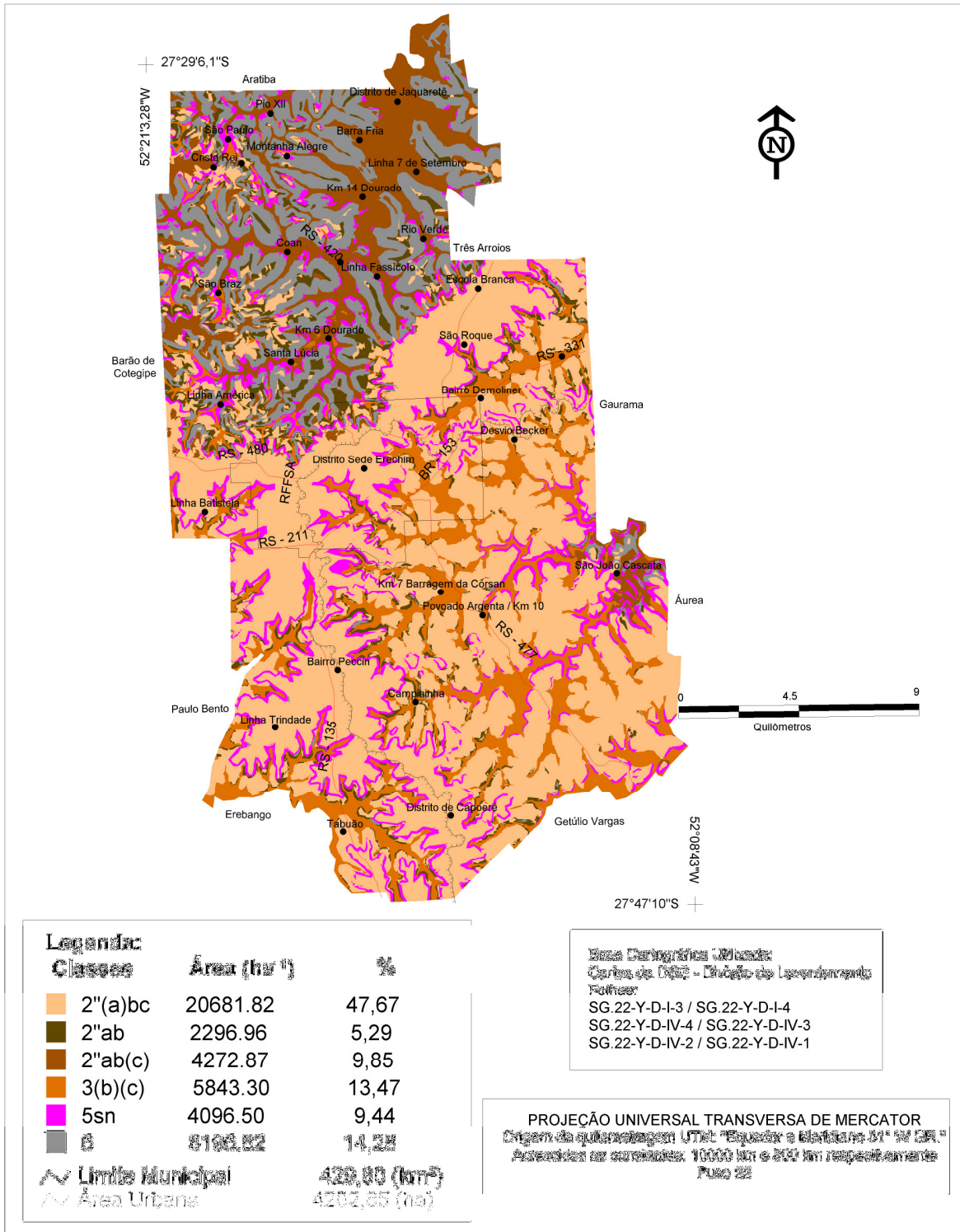


Figura 15 – Adequação de uso das terras. Mapa base 1:50.000

6.3.3 Adequação do uso das terras para a cultura da erva mate (fatores limitantes)

a) Profundidade

A figura 16 apresenta as classes do parâmetro profundidade para o cultivo da erva mate.

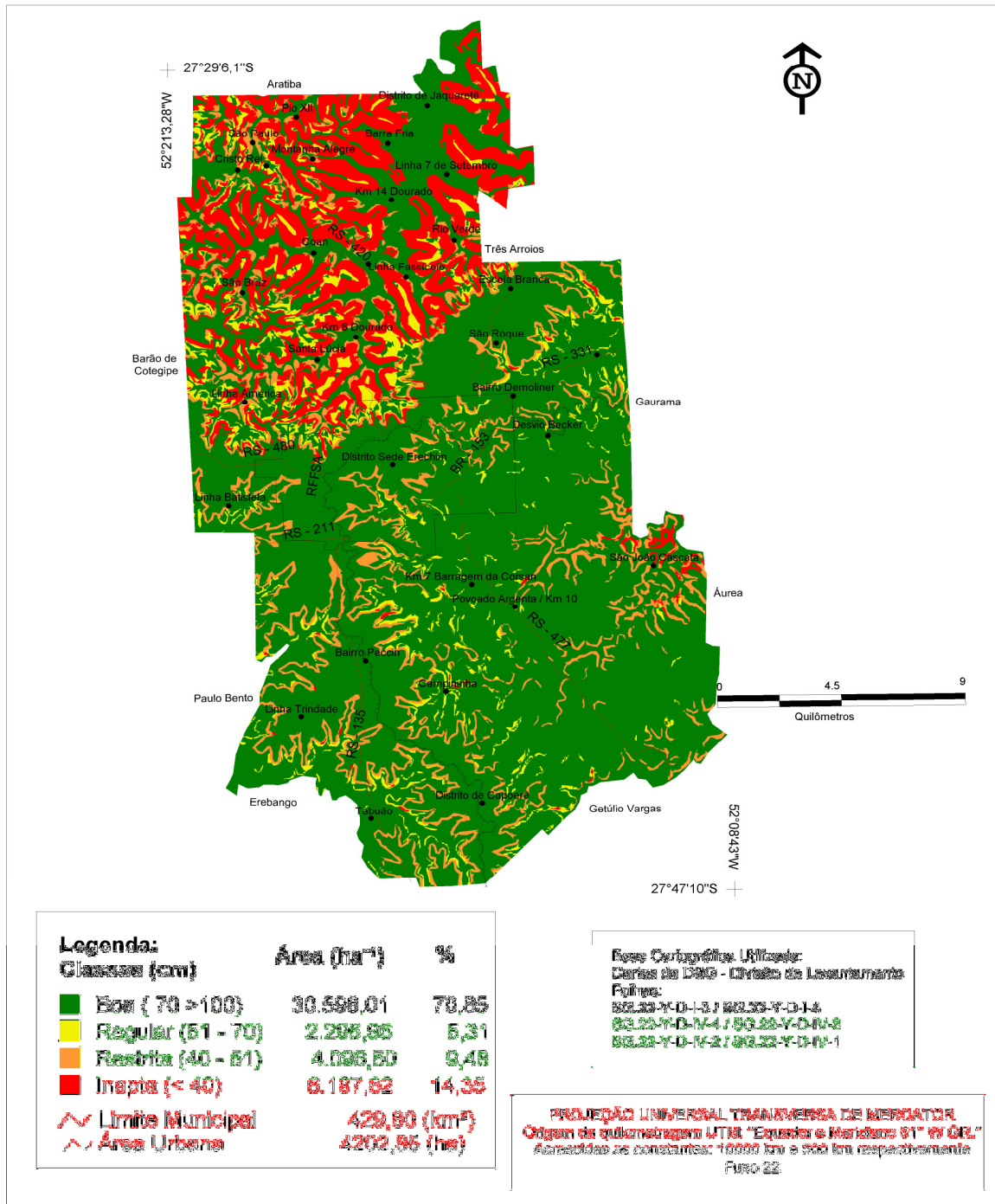


Figura 16 – Classes estabelecidas para o parâmetro profundidade do solo para cultivo da erva mate.

O mapa que define o parâmetro profundidade foi gerado na escala 1:50.000 e apresenta as classes boa, regular, restrita e inapta.

De acordo com a classificação estabelecida para o parâmetro profundidade do solo para cultivo da erva mate, mais de 70% da área de estudo enquadra-se na classe boa, cuja profundidade do solo deve ser maior do que 70cm. Esta condição é encontrada em Resende (1994), quando manifestou a preferência da erva mate por solos medianamente profundos a profundos.

Corroborando com a afirmação presente na literatura 68% dos agricultores da área de estudo quando perguntados sobre a profundidade adequada ao cultivo de erva mate responderam como sendo a condição ideal aquela entre 70 a 100cm.

Por outro lado, a condição inapta encontra-se especialmente na porção norte da área de estudo, formada por relevo íngreme o que concorre na inviabilidade da implantação de ervais nesse local.

b) Pedregosidade

Na figura 17 são encontrados os parâmetros de pedregosidade presentes na área de estudo, implicando na classificação da mesma em: boa, regular, restrita e inapta.

Aproximadamente 70% da área municipal apresenta condição boa, isto é, presença de pedregosidade inferior a 10%.

A classe regular, com presença de pedregosidade entre 10 a 20% é incipiente, sendo inferior a 5% da área total do município.

A condição restrita, onde a pedregosidade está entre 20 a 30% e inapta acima de 30% de pedregosidade, ocorrem em aproximadamente 25% da área estudada, sendo estas duas últimas condições inadequadas ao cultivo da espécie.

A indicação da presença de poucos pedregulhos e cascalhos é feita pelos agricultores de Erechim, quando requeridos sobre este parâmetro. Das fontes bibliográficas pesquisadas, apenas a EMBRAPA(2005), faz menção subliminar a esta condição.

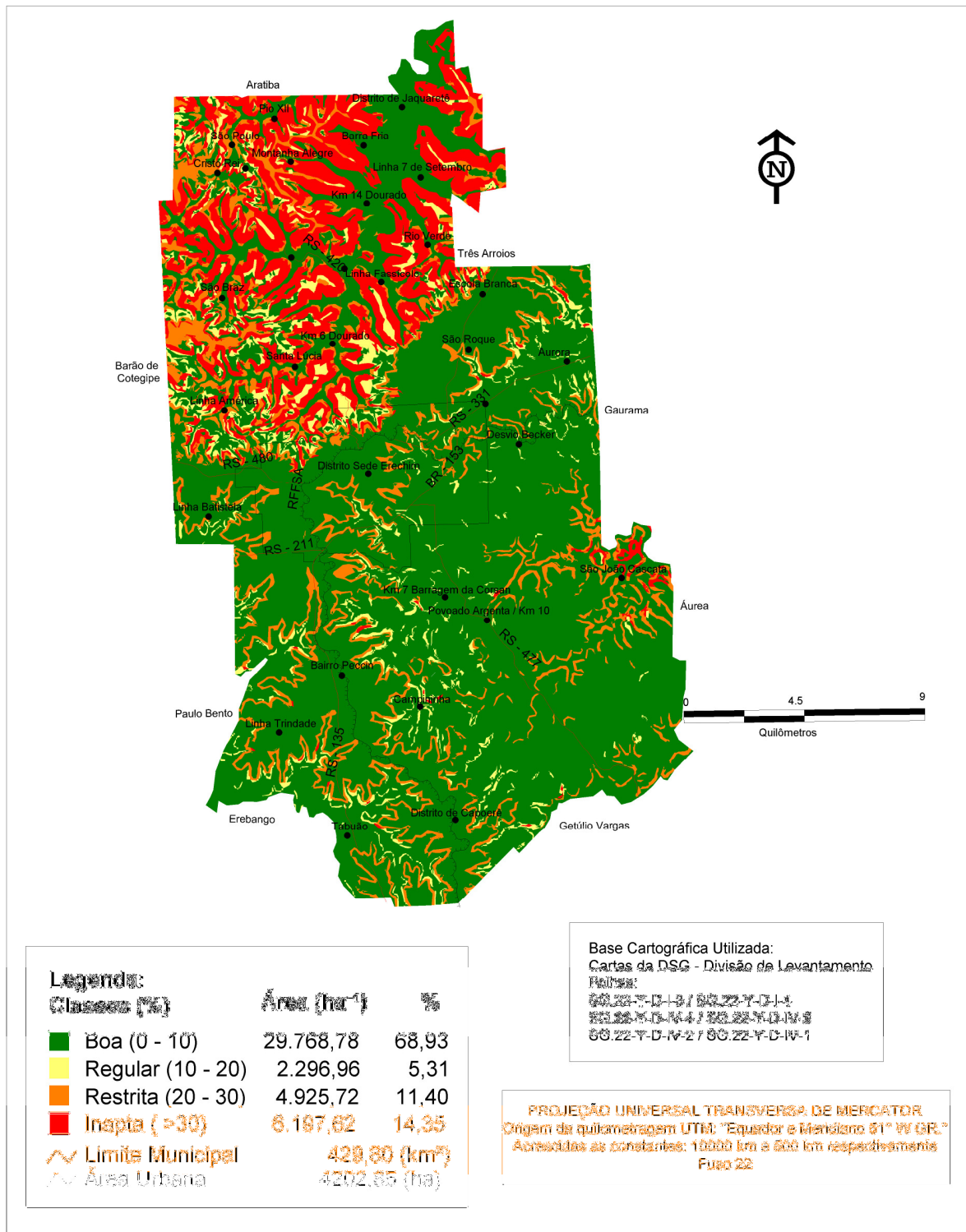


Figura 17 – Classes estabelecidas para o parâmetro pedregosidade para cultivo da erva mate.

c) Índice de Umidade Topográfica

Este Índice está na figura 18, é denominado também índice topográfico, índice de umidade, e ainda, índice topográfico composto - para cultivo da erva mate encontra-se

distribuído na área de estudo nas seguintes classes: boa (4,45-9,95), regular (9,95-12,65), restrita (12,65 -15,35) e inapta (15,35-26,15).

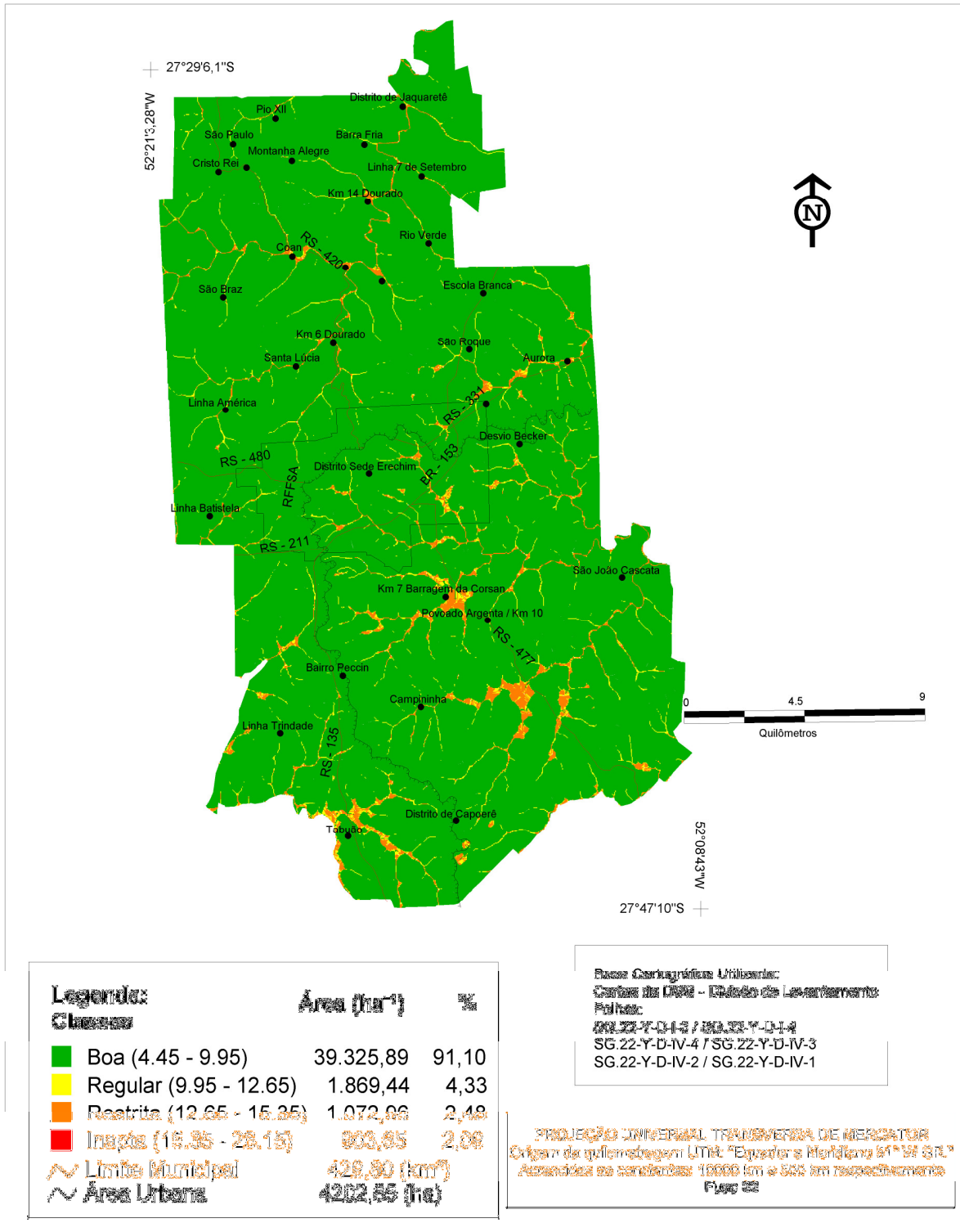


Figura 18 – Classes estabelecidas para o parâmetro IUT para cultivo da erva mate.

Considerando o parâmetro IUT quanto à adequabilidade ao cultivo da erva mate, é notável o predomínio da classe boa em mais de 90% da área de estudo, bem como o incipiente percentual de 2,09% para a classe inapta nesse mesmo parâmetro. Podem ser observadas ainda, em percentual inferior a 7%, as condições regular e restrita, o que denota a adequabilidade quase que total da área em relação a esse fator limitante.

Ao avaliar o efeito da disponibilidade hídrica, Ferreira et al. (1994), observaram maior crescimento de mudas de erva mate em teores de umidade do solo em torno de 60% sendo que isso pode ser limitante ao crescimento das plantas, principalmente àquelas expostas a pleno sol em épocas de temperaturas mais elevadas. Este resultado sugere que a cultura não necessita de reposição integral de água para melhorar o seu desempenho, principalmente sob sombreamento.

A condição de umidade em nível médio aparece em 73,58% na opinião dos agricultores, no presente estudo. Da Croce (2003) faz menção a essa condição ao indicar que a erva mate prefere precipitação média anual em torno de 1500mm, o que de certa forma contribui com a manutenção das condições de umidade requeridas pela cultura. Pintro (1986) correlacionou positivamente o incremento do número de folhas com a disponibilidade de água no solo.

d) Declividade

De acordo com IBGE (2010) a declividade é entendida como a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos. A declividade torna-se uma informação importante no planejamento do uso da terra, especialmente na implementação de práticas agrícolas em áreas que devem ser protegidas de acordo com a legislação ambiental.

No caso da área em estudo, são encontradas as seguintes condições de declividade conforme aptidão agrícola das terras para o cultivo de erva mate (Figura 19): na classe boa, que compreende declividades entre 0 a 5%, são encontrados a aproximadamente 35% da área total.

Na classe de declividade entre 5 e 12%, condição regular de adequabilidade, estão presentes 41,61% dos hectares da área. Com restrita utilização para o cultivo estão 15,19% da área. Em condição inapta ao cultivo são encontrados 3.562,04 ha, que representam 8,25% da área em estudo nesta condição.

Scherer (1997) em estudos realizados indicou que a declividade da área de cultivo não deve ultrapassar 3 a 4%. Mosele et al. (2000), entretanto, orientou que a escolha do terreno para implantação de ervais em caso declividade acentuada deve ser feito em curvas de nível.

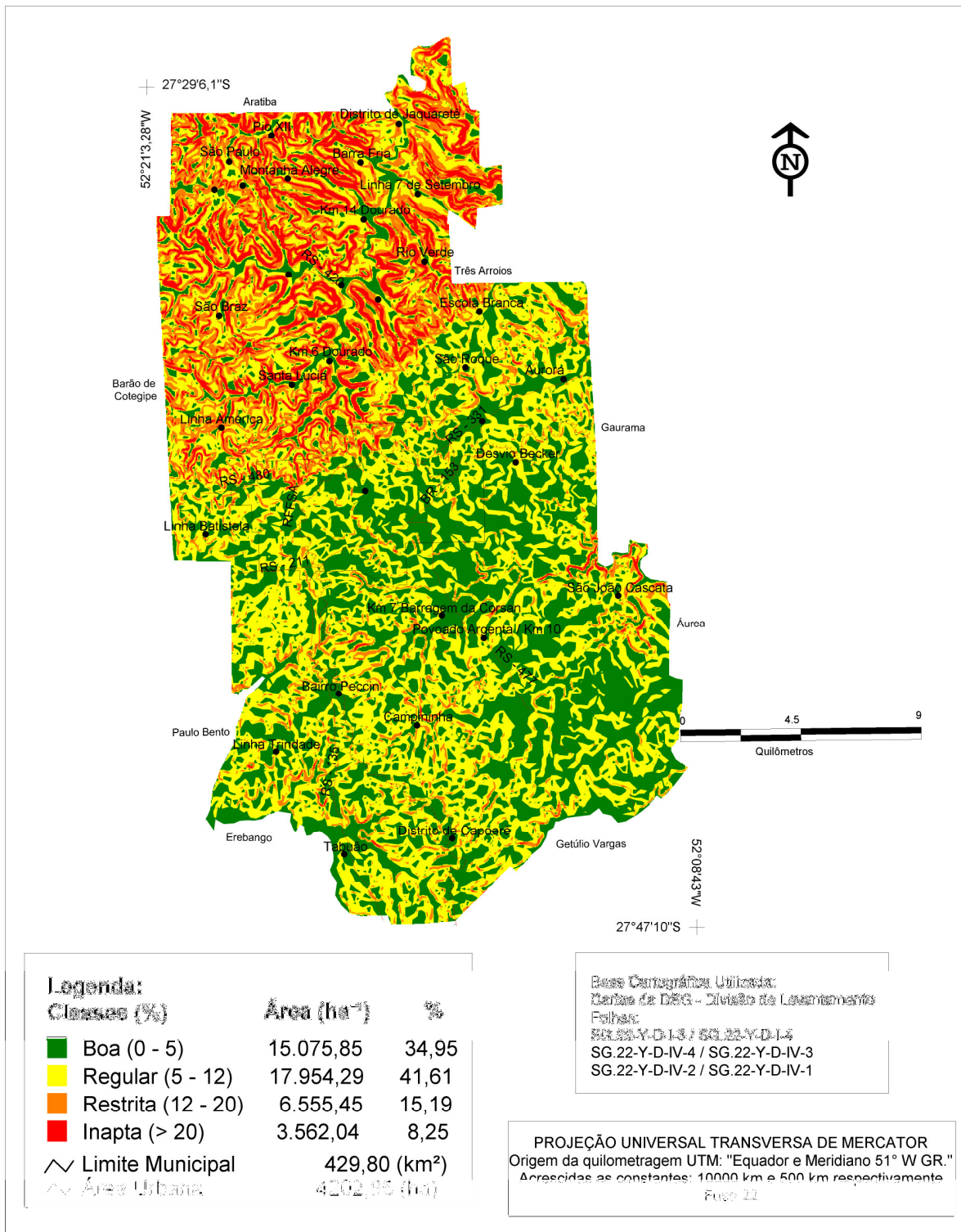


Figura 19 – Classes estabelecidas para o parâmetro declividade para cultivo da erva mate.

e) Luminosidade

Na figura 20 são encontradas as classes do parâmetro que tem relação direta com a iluminação do erval.

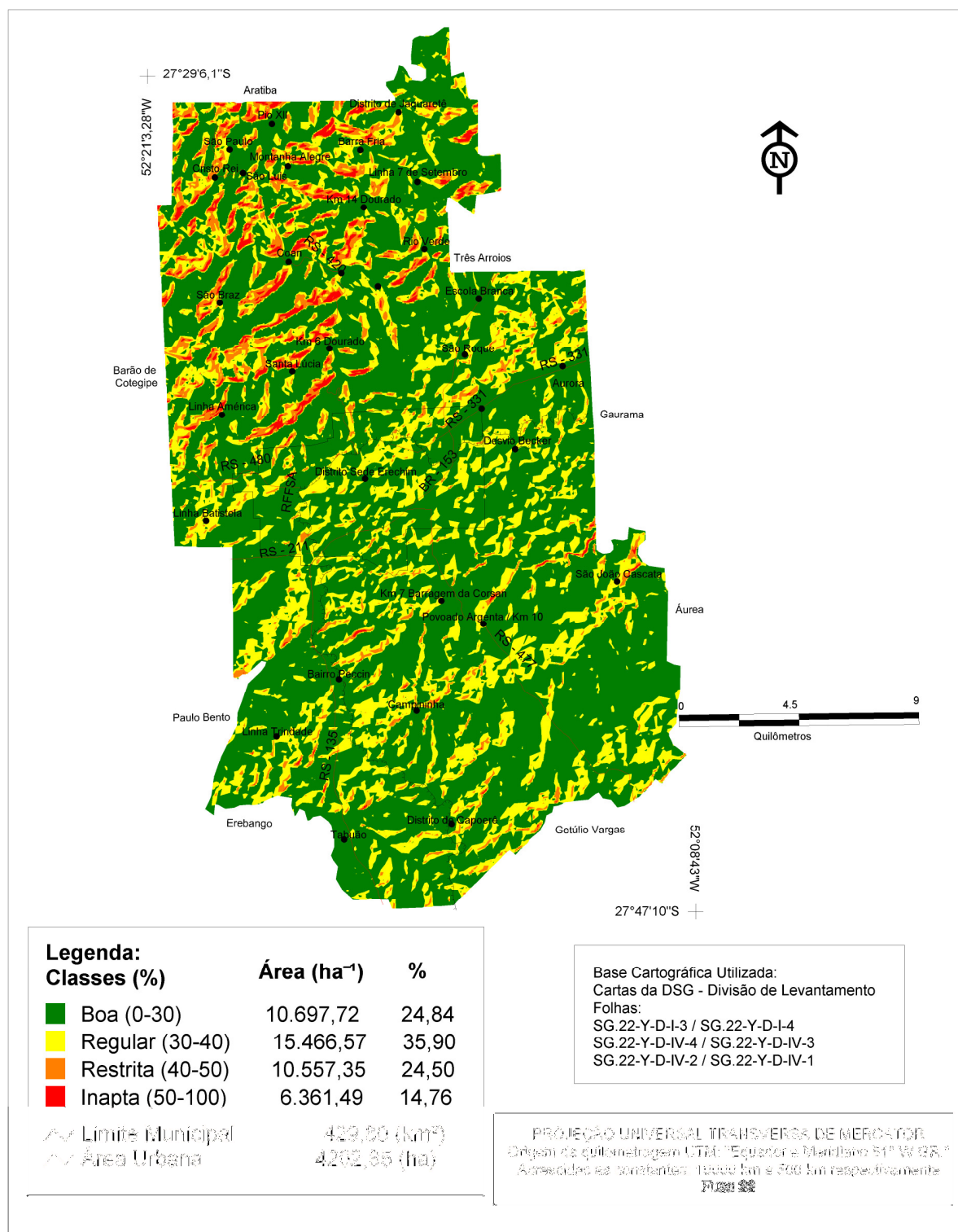


Figura 20 – Classes estabelecidas para o parâmetro luminosidade para cultivo da erva mate.

Considera-se com condição boa de sombreamento aquelas áreas com luminosidade entre 0 e 30%. Na classe regular, estão às áreas que recebem entre 30 a 40% de insolação, acima dos 40% até o limite de 50% são áreas consideradas restritas ao cultivo, e acima de 50% de luminosidade são classificadas como áreas inaptas ao cultivo de erva mate (Figura 20).

Mais de 70% da área em estudo encontra-se na condição boa de sombreamento, restando os 30% para os parâmetros, regular, restrito e inapto ao cultivo da erva mate, este último presente principalmente na porção N/NO do município em estudo.

O fator limitante sombreamento é comentado por Kaspary (1985) e Mazuchowski (2000) que em estudos realizados sob diferentes condições de sombreamento, concluíram que o percentual acima de 60% contribui com o desenvolvimento preferencial da espécie. A radiação solar foi o parâmetro microclimático de maior efeito sobre a área foliar e produção de fitomassa. (VIEIRA et. al, 2003).

Kaspary (1985) ao estudar as condições de sombreamento concluiu que a luminosidade é um fator determinante das características de alteração de área foliar e fitomassa nos cultivos de erva mate. Ferreira et al. (1994) mostraram que os efeitos da luminosidade, temperatura e umidade do ar e do solo sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas de erva-mate são importantes, principalmente pela competição por luz que se estabelece nos ervais. (GLIESSMANN, 2000).

f) Aptidão de uso das terras para cultivo de erva mate

Na figura 21 são apresentadas às classes para cultivo da erva mate, as quais foram geradas a partir de diferentes parâmetros pedoambientais a partir do fator máximo limitante. Assim, a classe boa, abriga todas as condições ao cultivo da erva mate em seu parâmetro ideal. Nessa classe estão 23,85% das terras da área de estudo. As demais classes declinam das condições secundárias, e assim por diante, até chegar-se a inaptidão, que atinge o limite da inadequabilidade para o cultivo da espécie, pois agrega todas as condições desfavoráveis ao cultivo, no caso da área de estudo essa classe corresponde a 16,67%. Como classes intermediárias estão a regular com 35,18% e a restrita com 24,30% da área total, respectivamente.

Quando comparou-se o mapa de classificação das terras para o cultivo de erva mate com o mapa de aptidão agrícola das terras para outras culturas, ambos gerados na escala 1:50.000, ocorrem algumas discordâncias entre as classificações, são exemplos disso, a classe

2"ab(c) – possibilidade de lavouras com dois cultivos anuais - em áreas que são ideais ao cultivo de erva mate. A classe indicada para prática de silvicultura, presente na porção norte da área de estudo, não é igualmente contemplada quando da aptidão plena é para o cultivo de erva mate. Nessa área a classe restrita está presente em boa parte.

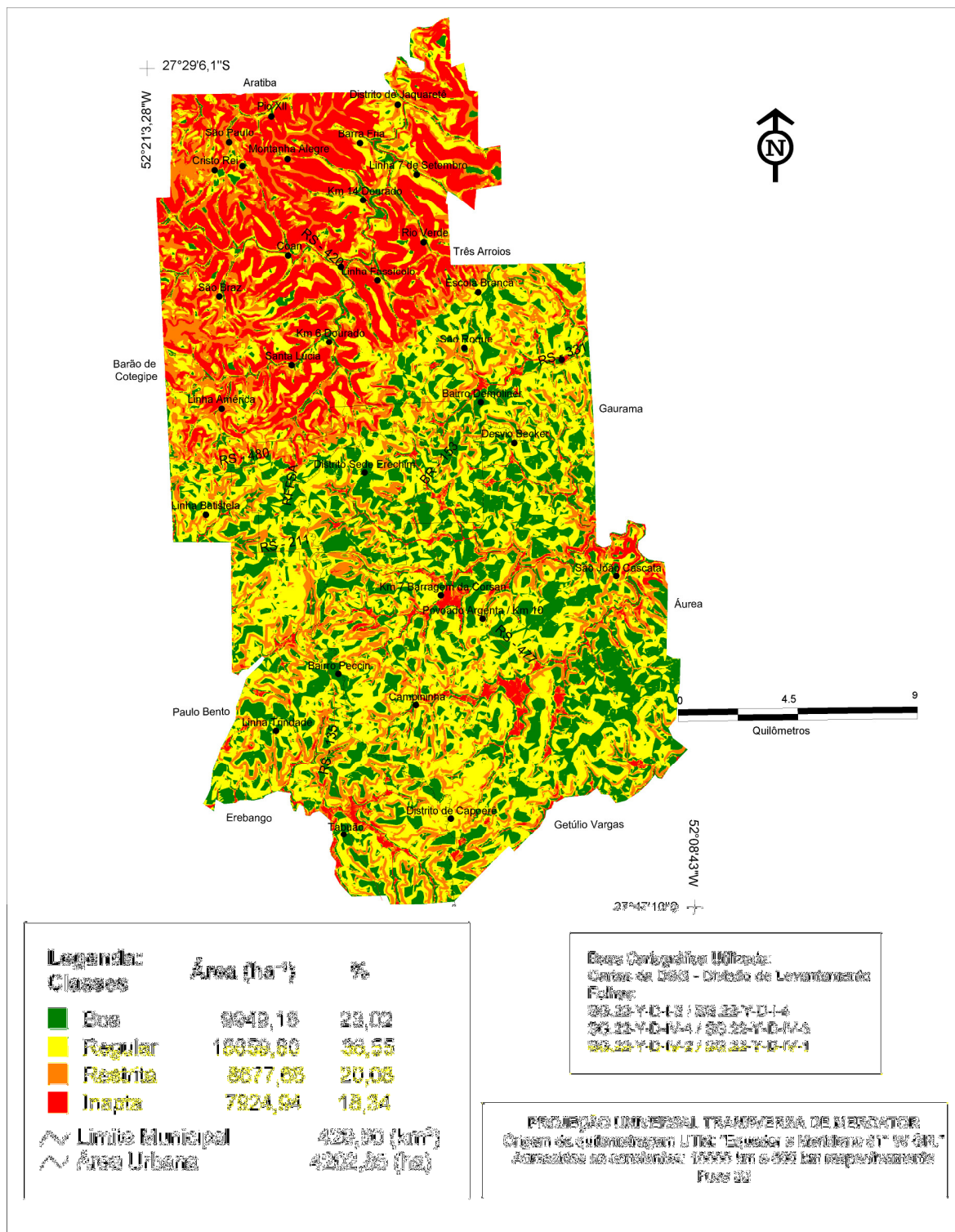


Figura 21 – Classificação de Aptidão de uso das terras para cultivo de erva mate, Erechim-RS.

A classe 6, destinada a preservação da fauna e flora, e presente no mapa tradicional de aptidão das terras, apresenta traços de inadequabilidade se comparada no mapa de classificação das terras para o cultivo de erva mate, o que representa uma incoerência pois a erva mate é uma espécie que compõe a floresta original da área em estudo, conforme visto no Estudo 2, especialmente no mapa de uso da terra gerado para o ano de 1964.

Outra comparação que pode ser feita é em relação aos mapas de classificação das terras para o cultivo de erva mate e o mapa de uso da terra para o ano de 2008, visto no Estudo acima mencionado e onde pode-se perceber a presença de solo exposto, em alguns locais que apresentam as condições ideais (classe boa) para o cultivo de erva mate. Na classe agricultura implantada a constatação se repete. Nas áreas consideradas restritas ao cultivo de erva mate além das classes de uso da terra acima mencionadas, também está presente a classe pastagem/pousio.

g) Adequabilidade das terras para o cultivo de erva mate obtido por árvore de decisão

A seguir são apresentados os resultados gerados a partir da técnica de mineração de dados utilizando-se Árvore de Decisão (AD) (Figura 22), cujos percentuais são originados a partir do cruzamento dos planos de informações. O percentual de acurácia global na classificação corresponde a 77,39% e índice Kappa de 55%, valores muito próximos àqueles encontrados por ten Caten et al (2011b), de 74,30% de acurácia global e 58,20% de índice Kappa no mapa de solos predito.

Levando em consideração que embora tenham sido coletados a campo duzentos pontos, essa quantidade pode ser considerada pequena para confirmação da verdade terrestre em relação à área total estudada, além de não considerar o uso do solo nem a legislação ambiental, sendo bem provável que locais considerados aptos por esta técnica possam abrigar APPs, por exemplo. De uma maneira geral pode-se afirmar que quanto maior a área, menor o poder de discriminação do modelo, resultando em acurácias mais baixas. Isso pode ser explicado pela confusão e mistura dos valores de algumas variáveis preditas. Quanto maior a área, a tendência é ter maior mistura de valores para uma mesma classe. O mesmo ocorre quando existe um grande número de variáveis. Vale ressaltar também que no presente estudo utilizou-se o MDE do SRTM que foi planejado, segundo Valeriano (2008) para suprir mapeamentos em escalas entre 1:100.000 e 1:250.000. A utilização de um MDE grosseiro pode ocasionar perda de detalhamento e maior mistura dos valores das variáveis para cada classe de solo, o que pode aumentar a probabilidade de erro do classificador.

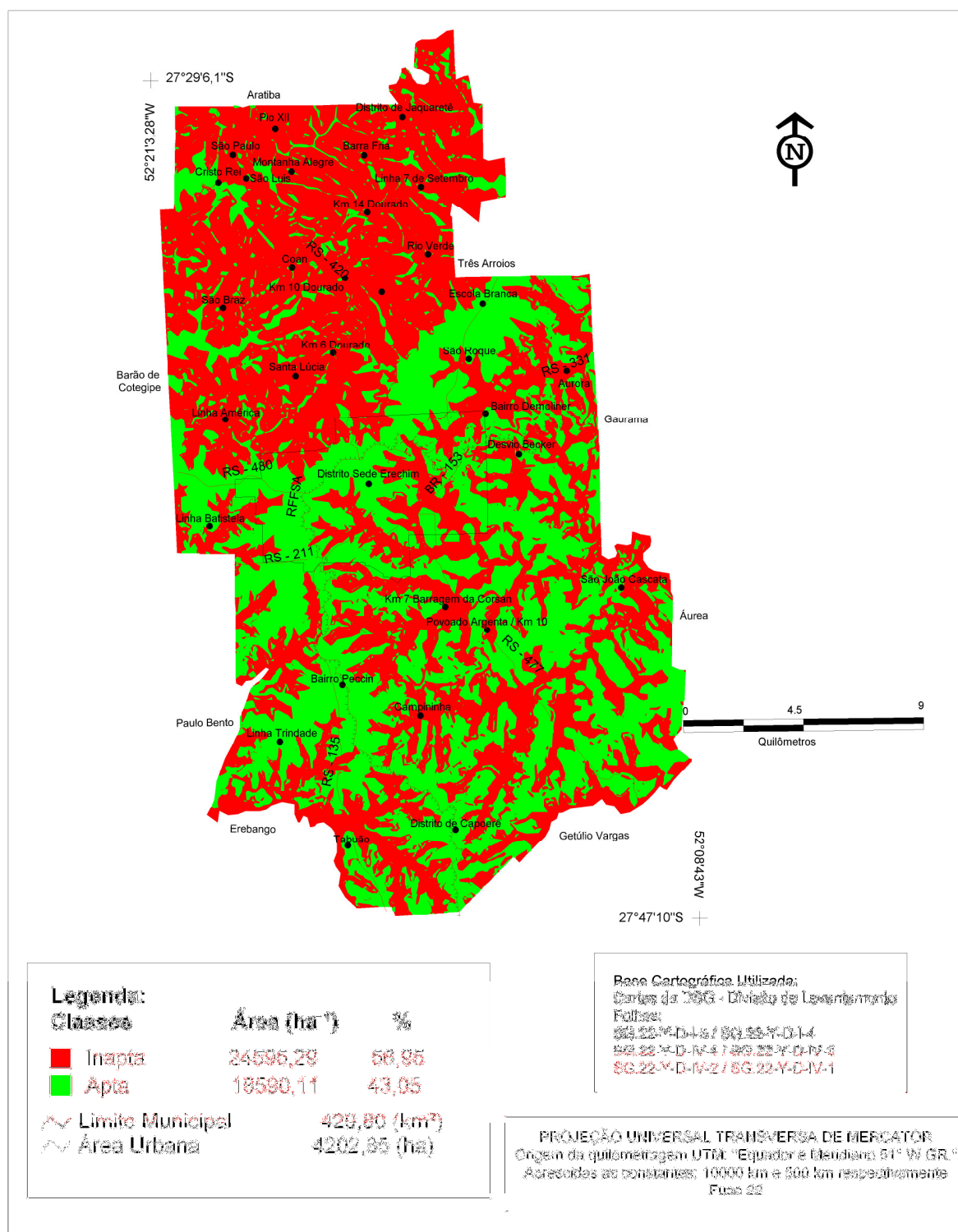


Figura 22 – Mapa gerado por AD – árvore de decisão para os parâmetros de adequabilidade ao cultivo de erva mate.

O cruzamento do mapa da figura 21 com o mapa da figura 22 resultou nos seguintes dados presentes na tabela 4 e 5.

Tabela 4 – Comparação entre a classe apta do mapa gerado por AD e as classes de aptidão de uso das terras para cultivo de erva mate, Erechim-RS.

| Classe do mapa gerado por AD | Classes de aptidão de uso das terras | Área há ⁻¹ | % |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------|
| Apta | Boa | 7.348,78 | 39,73 |
| Apta | Regular | 8.801,16 | 47,58 |
| Apta | Restrita | 2.159,47 | 11,68 |
| Apta | Inapta | 187,62 | 1,01 |
| Área Total Apta | | 18.497,03 | 100,00 |

A tabela 4 mostra que 87% da área considerada apta (Figura 22) apresentam as classes boa e regular (Figura 21). Considerando a classe restrita também como apta, esse percentual sobe para 99% de coincidência, indicando uma relação muito positiva entre os mapas gerados.

Em relação a área inapta (Figura 22), os erros foram considerados altos pois no cruzamento dos dados, percebe-se que em 40% da área inapta (Tabela 5) aparecem as classes boa e regular. Se considerada a área restrita, esse percentual sobe para 74%.

Tabela 5 – Comparação entre a classe inapta do mapa gerado por AD e as classes de aptidão de uso das terras para cultivo de erva mate, Erechim-RS.

| Classe do mapa gerado por AD | Classes de aptidão de uso das terras | Área há ⁻¹ | % |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------|
| Inapta | Boa | 3.327,38 | 13,59 |
| Inapta | Regular | 6.627,45 | 27,07 |
| Inapta | Restrita | 8.372,16 | 34,20 |
| Inapta | Inapta | 6.153,42 | 25,14 |
| Área Total Inapta | | 18.497,03 | 100 |

6.4 Caracterização Econômica da Erva mate em diferentes tipos de solos

Nos ervais selecionados para este estudo foram priorizadas erveiras exclusivamente do gênero *Ilex paraguariensis* plantadas há 8 anos, com altura média variando de 3 a 5 metros. A estrutura das erveiras apresentam a formação da copa por ramificação em média de 5 a 8

ramos com aproximadamente 88 a 112cm de comprimento, cujo diâmetro médio desses variam de 18 a 22 cm.

Mazuchowski (1991), afirma que a erva mate é composta por um caule de cor acinzentada, geralmente com 20 a 25cm de diâmetro, podendo chegar a 50cm. Apresenta os ramos cilíndricos ou subcilíndricos. Os ramos terminais são densamente lenticelados. A altura da erva (erva-mate) é variável, dependendo da idade. Pode atingir 15 metros de altura, mas geralmente, quando podadas, não passa de 7 metros. Os parâmetros indicados acima são semelhantes àqueles encontrados nesse estudo.

As folhas, principal objeto do cultivo, encontradas em Latossolos da área em estudo, têm as seguintes dimensões médias: 11 x 5,5 cm, enquanto que as ervaes cultivadas em Neossolos Litólicos medem 8,5 x 4 cm, aproximadamente (Figura 23).

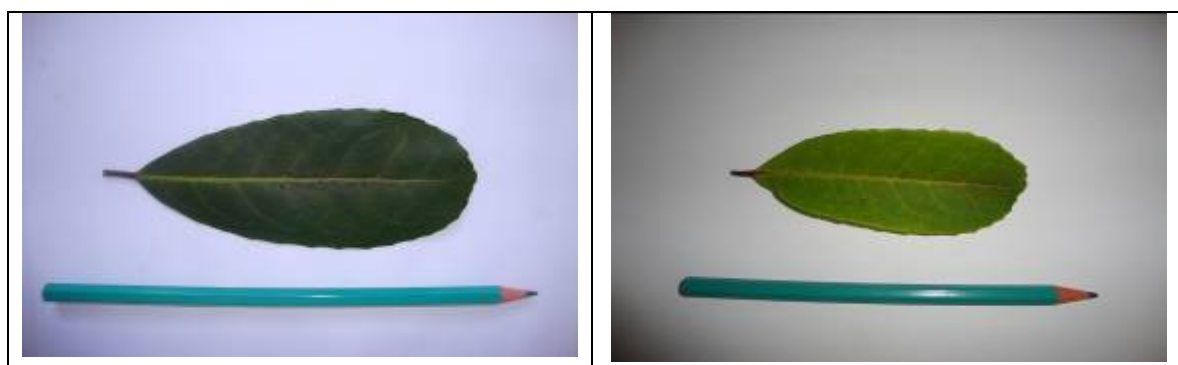


Figura 23 – Folhas ervaes cultivadas em Latossolos Vermelhos e Neossolos Litólicos

Os valores encontrados se aproximam aos referidos por Costa (1995) onde afirmou que a filotaxia das folhas é alterna, estas são ovais e medem de oito a dez centímetros de comprimento por quatro a cinco centímetros de largura.

Na tabela 6 são apresentados alguns parâmetros levando-se em conta a classe de solo de onde foi extraída a matéria prima a ser industrializada.

Tabela 6 – Parâmetros no processamento industrial da erva mate em diferentes tipos de solos

| Parâmetros | Latossolos | Neossolos |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|
| Arrobas há ⁻¹ | 500 | 300 |
| Preço pago por arroba (R\$) | 7,00 | 3,00 |
| Rendimento industrial (kg arroba) | 7 | 3,45 |

Com base nos parâmetros acima, verifica-se a diferença no processamento industrial da erva mate, onde pode-se identificar a supremacia da erva mate plantada em Latossolos Vermelhos sobre a plantada em Neossolos Litólicos. Os valores encontrados nos parâmetros reforçam a necessidade de identificar nas propriedades áreas ideais ao cultivo da erva mate visando um melhor rendimento da produtividade e econômico dos ervais.

Mazuchowski (1991), ao realizar estudo em ervais plantados, concluiu que a erva adulta atinge mais de 4 metros de altura e diâmetro máximo de copa de 3 metros, o que dá um alto rendimento ao corte. Os parâmetros mencionados por esse autor são próximos aos encontrados nesse estudo. A produtividade média das árvores estabiliza-se aos 10-12 anos, sendo a média em torno de 15 a 20 quilos por árvore.

Na validação do estudo junto aos agricultores a cor da folha da erva cultivada em Latossolos apresenta-se verde escuro e em Neossolos a cor predominante é o verde-claro, tendendo ao amarelo.

A cor é o atributo de qualidade dos alimentos, tanto os naturais como dos processados, mais atrativo para o consumidor. A aceitabilidade de um alimento depende de sua aparência, embora, em alguns casos, a cor não está correlacionada com o valor nutritivo e com a qualidade própria de consumo do produto (TEIXEIRA et al., 1987).

A cor verde da erva mate está relacionada à concentração de clorofila. Cada etapa do processamento é responsável pela redução deste componente. Em geral, o processamento da erva-mate apresenta quatro etapas: tratamento com calor, sapeco e secagem, cancheamento e armazenagem. Durante este último estágio, a erva-mate perde considerável porcentagem de clorofila. Portanto, quando o produto é processado para o mercado brasileiro, a última etapa é evitada ou minimizada (MORAWICKI et al., 1999).

Dentre os atributos sensoriais da erva-mate, a cor constitui o primeiro critério utilizado pelo consumidor para aceitabilidade da qualidade do produto (RUCKER, 2000). Os consumidores quando selecionam a erva-mate para consumo julgam a cor uma referência de

qualidade. Os países Brasil e Argentina, como maiores consumidores de erva-mate, apresentam diferentes preferências quanto à cor. Os argentinos consomem geralmente um produto com amarelo dourado, enquanto os brasileiros preferem o verde (MORAWICKI et al., 1999).

Paraná (2000) e Esmelindro et al. (2002), relataram que o gosto da erva mate, depende de diversos fatores como a variedade da planta, método de cultivo, condições de crescimento e poda, idade da planta, época de colheita, fatores pedoambientais, tipo de processamento industrial e os aspectos genéticos e sazonais. Atualmente há um crescente interesse na determinação do teor de cafeína em produtos com erva-mate e seus derivados, podendo ser utilizado como indicador de identidade e qualidade desses produtos. (VALDUGA, 1995; REGINATTO et al., 1999). A partir da estimativa de parâmetros de qualidade para a matéria prima a qualidade do produto industrializado estará assegurada (CHAVES, 1994). As alterações sensoriais como cor, sabor, aroma e aparência são de grande importância, pois limitam a vida-de-prateleira assim como determinam a qualidade e a aceitabilidade dos produtos. (ORTIZ, 1982; TEIXEIRA et al., 1987).

O sabor característico do chimarrão pode ser considerado amargo. Esse atributo e o teor de sólidos totais na bebida diminuem à medida que aumenta o número de extrações durante o consumo com água quente em cuias. Também pode ser atribuído pela presença de diferentes concentrações e componentes químicos, como os compostos fenólicos. Esses compostos participam de processos bioquímicos responsáveis pela formação de cor, adstringência, aroma e sabor em alimentos de origem vegetal (SOARES, 2002).

A nutrição mineral da planta e os fatores pedoambientais da região de cultivo podem conferir variações nas concentrações das substâncias químicas presentes nas folhas e ramos, e posteriormente no produto industrializado (MAZZAFERA, 1999). A inativação das enzimas das folhas contribuem para a caracterização do sabor e aroma da erva-mate, que dependem quase que exclusivamente da presença dos compostos químicos nas folhas verdes e dos compostos que são formados no processo de desidratação. (LEPREVOST, 1987).

A presença de palitos, regulamentada por legislação específica (IBAMA, 1992), também apresenta diferenciação em relação ao tipo de solo onde é cultivada. Esse parâmetro foi comentado por Duarte (2000) que diz que a bebida pode apresentar variação do amargor, provavelmente, em função da quantidade de erva, tipo do produto (porcentagem de folhas e ramos) utilizado no seu preparo.

Como desvantagens ao cultivo da erva mate *Ilex paraguariensis*, usam-se as citadas por Da Croce (2002) onde destacam-se, o maior investimento inicial, a necessidade de maior

entendimento do sistema, aumento da competição entre as espécies, nada que não possa ser vencido com o uso da adequabilidade requerida pela espécie.

Tanto os resultados gerados por Árvore de Decisão quanto às respostas mencionadas pelos agricultores quanto à preferência da erva mate por Latossolos e apresentados anteriormente, permitem indicar que um dos fatores limitantes à produção de matéria prima (folhas) com qualidade e produtividade está preponderantemente vinculado à adequabilidade da espécie ao tipo de solo.

Estudos referentes às correlações entre a erva mate e a concentração de nutrientes do solo ainda são escassas, porém, a importância e a necessidade em realizar tais estudos são indicadas por Ribeiro Filho et al., 2001 e Römheld, 2001.

Em relação ao tipo de solo, a qualidade da matéria prima final (folhas) e a produtividade da erva mate, Reissmann et al. (2003), afirma que há a necessidade de escolha adequada do solo para implantação dos ervais. Oliva (2007) ao estudar a qualidade do solo com a produtividade dos ervais em Barão de Cotegipe-RS e Ivaí-PR, encontrou resultados significativos ao estabelecer a matriz de correlação entre as variáveis do solo com as variáveis da planta e a produtividade. O primeiro município é limítrofe à área de estudo, indicando, pelo menos em parte, a presença de condições pedológicas semelhantes em Erechim.

A exploração florestal é uma prática agrícola que consiste na retirada do material arbóreo. No caso da erva-mate as folhas e ramos são explorados sucessivamente, em média, a cada dois anos, ocorrendo intensa exportação tanto de macronutrientes como micronutrientes da planta e do solo.

A concentração de nutrientes nas folhas pode representar mais que 30% do total da árvore (VAN DER DRIESSCHE, 1984). A concentração de nutrientes na planta varia significativamente com o material de origem e concentração dos nutrientes no solo, clima, espécie, idade da planta, entre outras (MALAVOLTA et al., 1989).

6.5 Conclusões

A adequação do uso da terra para o município de Erechim indicou a aptidão para atividades com lavouras, silvicultura, com reduzido percentual de restrição de uso, reservado à preservação de fauna e flora.

Utilizando-se de variáveis pedoambientais pré-estabelecidas, foi possível identificar os fatores limitantes a propagação da erva mate *Ilex paraguariensis* e indicar, com base em atributos do solo e do ambiente, as áreas consideradas boa, regular, restrita ou inapta ao cultivo da mesma. Assim, pode-se afirmar que há, no município em estudo, espaço para implantação de ervais com adequabilidade, o que, de certa forma, permite atender a demanda de matéria prima na indústria local, ociosa na sua capacidade de industrialização até o presente momento.

A utilização de diferentes metodologias na classificação das terras, mostrou-se eficiente e em grande parte coincidentes.

Constatou-se também, a ausência, para a área em estudo e Região, de mapas de uso e aptidão das terras em escalas maiores, carência que pode ser suprida com novos estudos a respeito.

7 ESTUDO 3. ADEQUABILIDADE DAS TERRAS PARA O CULTIVO DE ERVA MATE NA VISÃO DOS AGRICULTORES

7.1 Introdução

Não é muito comum a utilização do saber popular e a experiência casual dos agricultores em estudos científicos. Entretanto, é necessário interagir conhecimentos, levando-se em consideração parâmetros utilizados pelos agricultores na construção de suas práticas no espaço e no tempo. Desta forma, torna-se interessante uma comparação entre a visão tecnicista e a empírica, buscando pontos comuns.

Nesse sentido Casalinho et al. (2007), sugeriram abordagens que transcendem o campo da disciplinaridade e do saber exclusivamente acadêmico, passando o pesquisador a questionar o paradigma vigente e a considerar o agricultor como ator e parceiro no processo decisório.

Stocking et al. (2001), Andrews et al. (2002) e Hellin et al. (2006), avaliaram como interessante a participação dos agricultores, o que proporciona interação na medida em que o próprio agricultor é parte do processo de geração do conhecimento. Lobo Ferreira (2005), afirmou que a capacidade de observação dos agricultores pode ser aproveitada nos processos de investigação, trabalhando com indicadores que possam ser mensurados por eles mesmos em suas propriedades.

Para agilizar o processo de construção destes conhecimentos a respeito do novo ambiente é necessário um método que entrelace o conhecimento científico ao conhecimento empírico dos agricultores, valorizando-os e resgatando-os para a construção de novos conhecimentos a partir da complementação de saberes (PEREIRA, et al. 2003; FREIRE, 1981; RIBEIRO, et al. 2006).

Este estudo teve como objetivo principal a inclusão de agricultores como participantes ativos na identificação de atributos pedoambientais, baseando-se em alguns indicadores-chave que permitam, a partir das suas práticas no cultivo da erva mate, indicar a adequabilidade das terras para tal fim.

Para alcançar este propósito, utilizou-se as respostas dadas pelos agricultores quando da realização das entrevistas nas suas propriedades. Foi importante a construção conjunta com

os agricultores na identificação de áreas aptas/inaptas ao cultivo de erva, uma vez que oportunizou uma interrelação entre o conhecimento do agricultor e o conhecimento científico.

7.2 Material e métodos

Para a realização desse estudo foram utilizadas metodologias conforme Petersen, 1996; Geilfus, 1997; Pereira, 2003 quanto à participação dos agricultores na validação dos resultados e auxiliada pela concepção metodológica nomotética proposta por Martins, et al. 1989 e Diaz Vargas, 2001. Também fez-se uma adaptação da proposta metodológica de Nicholls e Altieri (2004), que utilizaram indicadores-chave na percepção dos agricultores em relação a um determinado atributo estudado.

A fim definir o universo a ser pesquisado, utilizou-se a satisfação do seguinte critério: estar ativo na condição de agricultor e cultivar parcela mínima de dois hectares contínuos de erva mate na propriedade, fração que corresponde em média a 2.200 pés plantados por hectare o que resulta a partir do oitavo ano (período em que a erva mate começa a estabilizar a produtividade) em rendimento médio de 8kg/planta, representando renda anual de R\$ 4.171,60 por ha (Adaptado de EMBRAPA, 2005). Nesse critério enquadraram-se cinquenta e três agricultores.

Com o objetivo de identificar a percepção dos agricultores quanto à adequabilidade pedoambiental, o próximo passo do foi à coleta de informações por meio da utilização de questionário com perguntas semi-abertas, conforme proposto por Martins, et al. (1989), oportunizando ao entrevistado a possibilidade de inserir direcionamentos próprios na opção “outras”. Este foi estruturado em duas partes: a primeira composta por questões com o propósito de conhecer algumas características socioeconômicas dos agricultores e de sua propriedade; a segunda, com o objetivo de conhecer a visão desses quanto ao solo ideal para o cultivo da erva mate. Os questionários foram aplicados aos agricultores de forma individual.

Às respostas dos agricultores, expressas nos questionários, aplicou-se o método nomotético proposto por Martins, et al. (1989), que indica que sejam destacados alguns trechos dos depoimentos (unidades significativas) que respondam à questão norteadora. Com base nessas unidades iniciou-se a análise interpretativa que ocorreu em dois momentos: o da análise ideográfica (representação das idéias), que consiste em sistematizar as unidades significativas colhidas nos depoimentos individuais dos agricultores e o da análise

nomotética, que vai ao encontro das convergências evidenciadas pelos agricultores, articulando o que se apresentou consensual no discurso destes com o exposto na literatura específica. Assim, chega-se a interpretação dos depoimentos. Esta fase está dividida em dois momentos: a construção de quadro ideográfico das entrevistas e a construção da matriz ideográfica (Anexo 2). Torna-se importante salientar que a linguagem utilizada pelos agricultores foi literalmente reproduzida, desprezando-se, neste momento, linguagem acadêmica e técnica, buscando dessa forma preservar o saber popular.

7.3 Resultados e Discussão

A seguir são sistematizadas as características socioeconômicas dos agricultores e suas propriedades bem como as percepções destes quanto às condições ideais para o cultivo da erva mate.

Os resultados relacionados com as condições sociais das propriedades permitem indicar que em muitas delas apenas o casal é responsável por todas as atividades realizadas dentro das unidades, em muitos casos devido à saída do campo dos jovens para trabalhar em atividades do setor secundário ou terciário na sede do município. Outro elemento importante presente nas propriedades é que os membros das famílias, quando possuem oportunidade, executam atividades fora desta, como forma de obter algum retorno econômico (auxiliam no plantio, na colheita e atividades diversas em outras propriedades).

A situação acima é comentada por Spanevello (2008), quando diz que enquanto nas gerações anteriores praticamente todos os filhos desejavam permanecer no estabelecimento paterno como sucessor, hoje a questão sucessória dá lugar à outra dimensão: assegurar a permanência de pelo menos um filho para ser o sucessor. A dinâmica sucessória atual da agricultura familiar vem ganhando destaque devido a duas questões principais. A primeira está relacionada ao fato da maioria dos estabelecimentos permitirem a instalação de apenas um filho para evitar a inviabilidade econômica do mesmo. A segunda enfoca que as possibilidades de permanência dos filhos na atividade agrícola variam de acordo com as condições econômicas e sociais oferecidas pelos agricultores. Conforme essas condições, estes podem ou não contar com seus filhos para suceder o estabelecimento.

No município em estudo ficou evidente a sucessão familiar em muitas propriedades sob a forma de herança, usucapião, partilha, entre outras figuras jurídicas que indicam o

regime de uso e posse, geralmente cabendo ao filho mais velho a permanência na propriedade. Em estudo realizado por Lovato et al. (2008), em Santa Cruz do Sul, envolvendo a participação de agricultores, os autores encontraram que o predomínio dos que permanecem nas propriedades está na faixa etária entre 40 a 60 anos, próximo do encontrado em Erechim.

Em boa parte dos diálogos com os agricultores ocorreram relatos da dificuldade de executarem atividades na propriedade, por considerá-las árduas e constante ao longo do tempo. Incluem nesta situação as atividades relacionadas com a produção agrícola e com o processo de comercialização dos produtos de um modo geral.

A falta de mão de obra, não somente voltada ao cultivo/colheita da erva mate, mas para as mais diversas atividades agropecuárias é um problema constante na maioria das propriedades. Com relação específica à erva mate, a mão de obra representa cerca de 10,9% do custo total de implantação do erval.

Quanto ao nível de escolaridade dos agricultores, encontrou-se, na mesma propriedade, desde alfabetizados apenas, até membros com nível médio de ensino (15,09%). Mais de 60% dos entrevistados têm somente ensino fundamental e pertencem ao sexo masculino. Percentuais próximos aos encontrados por Lovatto et al. (2008), em dois grupos de agricultores pesquisados. No primeiro o percentual era de 61% e no segundo grupo 85%.

Segundo a Secretaria Estadual de Educação-RS, o ensino médio atinge 60% da população (RIO GRANDE DO SUL, 2008), estando o nível dos entrevistados muito abaixo do encontrado em âmbito estadual. Diante desse fato, torna-se importante o papel desempenhado pelas instituições as quais os agricultores estão vinculados. Essas são fundamentais para a ascensão dos mesmos, considerando a organização de atividades que promovam o repasse e troca de informações.

Com relação às características fundiárias das propriedades, foi verificado que estas apresentam diferentes áreas, variando de 2 a 50 hectares (Tabela 7). Situação encontrada também nos demais municípios que formam a Microrregião Geográfica de Erechim, caracterizada pela presença da pequena propriedade. Estratificação fundiária diferente, entretanto, da encontrada na maior parte da metade sul do estado gaúcho onde em mais de 60% da área é ocupada por propriedades acima de 500 hectares (TEIXEIRA, 2005). Nas demais regiões do Estado a média está entre 50 a 70 hectares (IBGE, 2005).

Tabela 7 – Estrutura fundiária das propriedades

| Área (ha) | Propriedades na classe (%) |
|-----------|----------------------------|
| 02 – 10 | 7,55 |
| 11 – 20 | 39,62 |
| 21 – 30 | 22,64 |
| 31 – 40 | 9,43 |
| 41 – 50 | 20,75 |
| Total | 100,0 |

Observou-se que as propriedades apresentam, em sua maioria, infraestrutura que indica modernização do campo (luz elétrica, acesso à água potável, destino adequado de resíduos domiciliares, eletroeletrônicos, etc). Silva (1997) confirmou que essa situação faz parte do novo rural brasileiro, onde há um transbordamento do mundo urbano para o espaço que tradicionalmente era definido como rural. Assim, os confortos do urbano atingem o rural.

Nesse espaço rural do município constatou-se que atividade agrícola voltada a produtos como soja (*Glicine max (L.) Merr.*), feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), milho (*Zea mays L.*) e trigo (*Triticum aestivum*) - com cultivo incipiente - é caracterizada pelo cultivo anual mecanizado (tratores, plantadeiras, colhedoras...) em praticamente todas as propriedades.

Pela análise da figura 24 e tabela 8 percebe-se que as culturas de milho e soja, respectivamente, são as que predominam no cenário agrícola municipal, especialmente em propriedades de até 10ha, em percentual menor estão trigo e feijão. A erva mate aparece em 21,58% das propriedades do município.

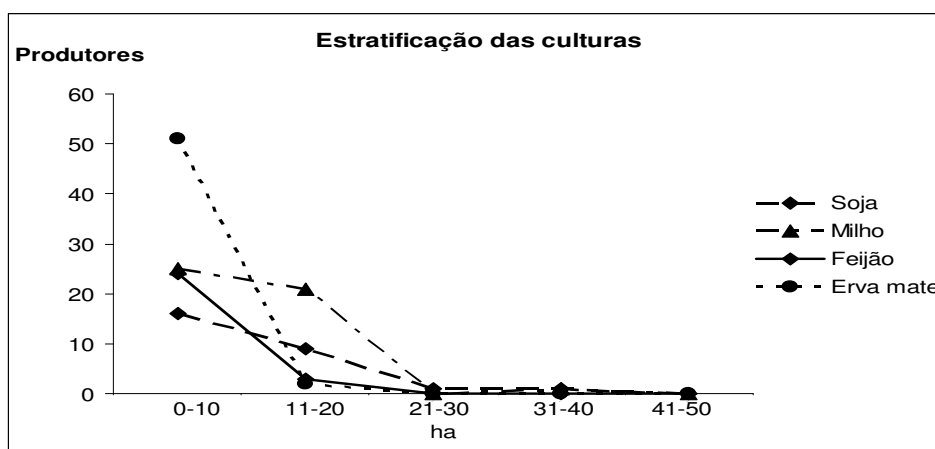


Figura 24 – Estratificação das culturas de soja, milho, feijão e erva mate em Erechim (março 2011).

Tabela 8 – Distribuição das culturas nas propriedades (março 2011)

| Culturas | Distribuição nas propriedades (%) |
|-----------|-----------------------------------|
| Soja | 23,26 |
| Milho | 34,25 |
| Trigo | 11,44 |
| Feijão | 9,47 |
| Erva mate | 21,58 |
| Total | 100,00 |

A mecanização agrícola encontrada nos cultivos temporários anuais não está presente nos ervais. A poda, principal forma de colher a erva mate, é feita de modo manual sendo realizada com a utilização de foice ou facão e ocupação de mão de obra sazonal, isto é, em épocas de safras de erva mate aparecem pequenos grupos de *podadores*, trabalhadores braçais que encaram a tarefa de modo rudimentar.

Estudos feitos pela EMBRAPA (2006), mostraram que produção resultante da poda de formação, realizada no segundo ano amortiza 24,8% do custo total de implantação (ano 1) e manutenção (ano 2) do erval. Em estudos sobre custos, produtividade e renda de sistemas de cultivo da erva mate solteira com mecanização, uso de fertilizantes e boa tecnologia realizados por Montoya (1999) e Rodigheri (1997), a participação da poda de formação e de colheita na amortização da implantação da cultura foi de 3,5% a 4,3%, respectivamente. O melhor intervalo entre colheitas é o de 18 meses, sendo o inverno o período mais adequado.

Na área estudada é comum ocorrer a poda sem muita atenção aos períodos mais adequados a esta prática bem como, é comum a não observância no intervalo das colheitas, na maioria dos casos. Podas após agosto não são recomendadas e nem mesmo a de safrinha (dezembro a fevereiro), quando maiores quantidades de nutrientes seriam exportadas.

Os agricultores da área em estudo parecem desconhecer estas recomendações, visto que há, em muitos casos, um desfacelamento quase que completo das folhas dos ervais durante o período de safras e até mesmo fora deles, uma vez que alguns ervais são utilizados como salvaguardas da liquidez econômica da propriedade. Havendo necessidade de regular as finanças, apela-se a poda a qualquer tempo.

Na quase totalidade das propriedades visitadas são praticadas limpezas dos ervais com capinas freqüentes sem, entretanto, apresentar revolvimento do solo, que segundo Venialgo (1995), tanto na implantação do erval, quanto dos cultivos anuais intercalares, só se justifica quando se faz necessária à recuperação da estrutura do solo. Segundo os agricultores a limpeza do erval é importante: “Ele fica forte, daí não dá broca”.

Embora a presença da erva mate na Região remonta a mais de sessenta anos, o tempo médio de atividade dos agricultores entrevistados com a mesma está em torno de vinte anos. O mesmo período é válido para o tempo de implantação dos ervais no município, fato que indica a devastação dos ervais nativos. No Rio Grande do Sul, os primeiros registros estatísticos oficiais sobre a produção e/ou produtividade da erva mate somente aconteceram nos primeiros anos da década de setenta.

Atualmente, a comercialização da erva mate é feita às ervaterias do próprio município e cuja coleta terceirizada, muitas vezes, se dá às expensas do produtor.

Com relação à atividade bovina, não há grande predomínio do rebanho na maioria das propriedades onde é cultivada a erva mate. E, quando presente, a atividade está voltada à produção leiteira, suficiente, tão somente, para enfrentamento dos gastos domésticos. Diferentemente do que ocorre no Estado, especialmente na fronteira oeste, onde a presença bovina na economia é mais significativa influenciada pelo processo histórico de colonização.

O rendimento médio do erval é de 450-600 arrobas/ha⁻¹ a cada 18 a 24 meses (Tabela 9), muito próximo do indicado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004).

Tabela 9 – Rendimento do erval na visão dos agricultores

| Erva mate (arrobas ha ⁻¹) | Propriedades na classe (%) |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 200-300 | 9,43 |
| 301-400 | 30,18 |
| 401-500 | 41,51 |
| 501-600 | 17,00 |
| 601-700 | 1,88 |
| Total | 100,00 |

De um modo geral, pode-se observar que as famílias apresentaram dificuldade em fornecer dados econômicos de suas atividades, tanto quanto aos aspectos de custos de produção como de retorno econômico. Também, segundo os agricultores, não está sendo possível formar lastro monetário para garantir capital de giro. Praticamente as atividades são para fins de subsistência, uma vez que para os pequenos agricultores, a aplicação dos conhecimentos e opiniões sobre solos, culturas, clima, mercados, pragas e suas interações na decisão do que será mais rentável produzir na propriedade não passa apenas por uma questão de escolha simples, mas tem uma conectividade com a operacionalização das atividades a fim de lograr mínima sustentabilidade econômica da propriedade.

Concluída a caracterização socioeconômica das propriedades, faz-se a seguir, a apresentação dos consensos ou divergências entre o parâmetro bibliográfico e a percepção dos agricultores quanto ao solo ideal para o cultivo da erva mate.

Das inferências feitas pode-se afirmar que muitos agricultores percebem a interação entre determinadas características do solo e as influências recíprocas entre este e a erva mate, podendo-se citar alguns parâmetros que conferem adequabilidade ao cultivo, tais como:

a) A coloração vermelha do solo e com profundidade variando entre 50 a 100cm. 94% dos agricultores indicaram esta condição, e afirmaram: “Onde tiver terra vermelha, é mais forte, mais dá erva mate”.

Na concepção dos agricultores, a profundidade é o indicativo de boa fertilidade, significativa acidez; capaz de manter a umidade desejada pela espécie: “Sendo terra vermelha, é só corrigir um pouco a acidez (mais da metade da acidez) ela vem bem”.

Tomando por base a exigência da erva mate, Resende (1994), Oliveira e Rotta (1985), relataram a ocorrência esparsa de erva mate em solos rasos, preferindo solos medianamente profundos (Cambissolos) a profundos (Latosolos). Bisso e Salet (1998) também concordaram com o tipo de solo adequado ao cultivo da erva mate: Latossolo Vermelho. Prat Kricun et al. (1995) afirmaram a mesma condição em solos argentinos dizendo que a erva mate prefere os solos colorados (vermelhos).

b) Quanto à textura, 96,22% dos agricultores indicaram o nível médio (entre 15 e 35% de argila), como condição ideal ao cultivo da erva mate. O mesmo parâmetro é considerado por Oliveira e Rotta (1985) como o adequado, corroborando com a resposta dos agricultores que afirmaram ainda que a mesma é raramente encontrada em solos arenosos (abaixo de 15% de argila).

c) A condição de *posterno* (evitar sol forte à tarde) indicativo de sombreamento ocasionado por declividade à Oeste, preferencialmente. Afirmam os agricultores: “É melhor pegar sol da manhã do que da tarde”.

Pes et al. (1995), determinaram o comportamento da *Ilex paraguariensis*, em área experimental, com *Pinus sp.*; bracatinga e capoeira indicando que à medida que aumentava o sombreamento nos consórcios, aumentava também a área foliar. Assim, o sombreamento passa a ser relevante especialmente nos primeiros anos de vida do erval, principalmente pela competição por luminosidade, conforme relatou Mazuchowski (2004). Segundo esse autor, os aspectos relevantes de condição ambiental mais adequada à erva mate verificam-se nos sombreamentos a 50% e 70%. As maiores alturas de plantas foram verificadas nas condições crescentes de sombreamento, tendendo a redução pelo aumento da luminosidade ambiental.

Carvalho (2003), indicou que a erva mate é uma planta encontrada em ambientes sombreados, crescendo espontaneamente em sub-bosques de pinhais. Oliveira e Rotta (1985), acrescentaram ainda, a imbuia (*Ocotea porosa*), o cedro (*Cedrela fissilis*), o pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*), a canjarana (*Cabralea canjerana*), o alecrim (*Holocalyx balansae*), o pinho-bravo (*Podocarpus* sp), as mirtáceas, as lauráceas e leguminosas que originam ambientes sombreados favoráveis ao seu desenvolvimento.

Na visão dos agricultores em relação à condição de sombreamento, há coincidência entre os saberes acadêmico e popular, pois afirmam: “Quanto menos sol a planta pegar mais a folha fica verde. Se ficar lustra ela vai dar amarga. Não dá cor com muito sol. A erva fica amarela na cuia. É aconselhável, também, proteger as mudas com sombreamento no lado leste e oeste, no primeiro ano”.

O sombreamento tem conectividade com umidade do solo, condição intrínseca a espécie – envolve uma “terra fresca” com presença de água, por caracterizar o ambiente como suficientemente úmido. A expressão *umidade média* aparece em 73% das respostas dos entrevistados e é coincidente com a afirmação de Oliveira e Rotta (1985) de que a erva mate vegeta preferencialmente em solos úmidos e permeáveis, não ocorrendo em solos hidromórficos, nem em solos que possuem deficiência hídrica.

Carpanazzi et al. (1985), destacaram que entre os fatores físicos mais relevantes ao crescimento da erva mate está à capacidade de retenção de água, e que tanto a falta quanto o excesso desta, são situações desfavoráveis ao desenvolvimento da erva mate. Em determinadas condições, a queda de folhas tem sido creditada ao encharcamento dos solos. A assertiva anterior é referendada por Medrado et al. (2000), quando afirmaram que a cultura não suporta solos compactados ou encharcados. Oliveira e Rotta (1985), reforçaram a afirmação acima e dizem que a erva mate vegeta preferencialmente em solos com umidade mais permeável (características dos solos de regiões em que o clima atuante é o Cfb - temperado sem estação seca), solos ligeiramente úmidos.

A compactação e a umidade se interrelacionam, e, de certa forma, são intrínsecas à condição de profundidade, cuja principal característica está em ser um “solo fofo”, que apresenta “facilidade para se trabalhar a terra” segundo os agricultores, e cuja penetração do arado ou da enxada, e até mesmo da “máquina de plantar milho” não sofre grande resistência à penetração, complementam.

d) Fertilidade - em mais de 40% das respostas a indicação foi média. Nesse sentido, um dos pontos mais comentados pelos agricultores foi à qualidade do solo e respectiva aptidão, o que demonstra o entendimento das características do solo que atendem às

exigências nutricionais da espécie estudada e que estão diretamente ligadas à produtividade do erval. Segundo os agricultores, a vegetação natural que ocorre nas áreas mais planas indica melhor fertilidade, sendo recomendado para o cultivo da espécie. Neste item estão presente as interrelações entre relevo, profundidade e condição de fertilidade mínima exigida pela espécie.

Da Croce (2003) e Oliveira e Rotta (1985), afirmaram que a erva mate é frequente em solos com baixo teor de nutrientes trocáveis, sendo tolerante a solos de baixa fertilidade natural e alto teor de alumínio. Mazuchowski (1991) e Medrado (2004), corroboraram com os autores acima ao afirmar que a espécie vegeta bem em solos com pH baixo.

Ainda com relação à fertilidade, Dedecek (1997), complementou: a espécie ocorre naturalmente em solos profundos, bem drenados, ácidos ou ligeiramente ácidos, argilosos e muito intemperizados.

e) Declividade/relevo – pode-se perceber que complexas associações formam a paisagem na área de estudo. De acordo com 34% dos agricultores a localização ideal do erval apontam declividades entre 0-5%. Enquanto que 66% dos entrevistados consideram que a meia encosta e a várzea (declividades entre 5 – 12%) são os locais indicados para a implantação dos ervais.

As considerações acima se aproximam da afirmação feita por Scherer (1997), de que a declividade da área de cultivo de erva mate não deve ultrapassar 3 a 4%.

A correlação entre os indicadores cor/declividade/umidade, aparece associada à adubação, isso fica evidente na fala dos agricultores:

Terra vermelha com ajuda de adubo (cama de aviário, suíno...). Ter sombra à tarde. Tem que escolher um lugar que não seja muito violento o morro para conservar a adubação, se não quando dá enxurrada leva tudo embora. Aumenta o custo porque tem que adubar mais frequente. Solo vermelho, se não adubar é sofrido para a planta. Se tiver muito pedregulho não produz bem.

f) Estrutura/Compactação – segundo os agricultores a condição ideal é: “terra que se ‘esbruga’ (que se desmancha facilmente quanto manuseada na mão, macia)”, terra solta. Ou inadequada “quando não se desmancha na mão”, isto é, com agregados firmes, de estrutura consistente. Ao se referir a compactação afirmam: “isso é ruim ao cultivo da espécie”. Este indicador pode ser interpretado como: presença de terra seca, dura, que racha, sem cobertura vegetal e como consequência perda de umidade.

Como anteriormente reportado por Venialgo (1995), a condição indicada como adequada quanto à estrutura e a compactação, facilita a infiltração de água no solo o que irá

contribuir com a manutenção do nível de umidade satisfatório para a espécie. Medrado et al. (2000), ao estudarem o solo adequado ao cultivo da erva mate indicam que a espécie não suporta solos compactados, encharcados ou pedregosos, devido a 80% do seu sistema radicular concentrar-se na camada superficial.

g) Matéria orgânica - no relato dos agricultores aparecem considerações como: “Que tenha adubo da natureza e não fique nua para segurar a água. Era mato, porque dá bem, a terra é boa, daí escolhemos aí para plantar erva mate”.

A presença da matéria orgânica é atributo recomendável por Lourenço (1998), indicando o uso do material residual proveniente de capinas ou de roçada das entrelinhas do erval como cobertura morta. O autor, ressaltou, entretanto, que a adição de adubos em erva mate pode ser inócua em solos compactados ou encharcados, com pequena porosidade e aeração. Furtini Neto et al. (2000), colocaram que, a maioria dos solos para plantios florestais apresenta baixa fertilidade natural, que pode ser traduzida em termos de baixos valores de bases (Ca, Mg, K) e de P disponível, baixa capacidade de troca de cátions e, algumas vezes, alta saturação por alumínio. Solos distróficos ou álicos também apresentam baixa reposição natural de nutrientes, através da intemperização de minerais primários.

Atualmente têm aumentado as restrições às aplicações de agroquímicos devido ao dano residual ao ambiente e aos maiores custos. Isso foi demonstrado por Dedecek et al. (2000), quando analisaram perdas de solo por erosão hídrica, em diferentes condições na entrelinha nos ervais, sendo maiores quando se realizou a capina o ano todo ($10,21\text{mg ha}^{-1}$) do que nas parcelas onde o controle das invasoras foi feito com herbicida ($0,28\text{mg ha}^{-1}$).

Com relação às condições climáticas mais adequadas ao desenvolvimento da espécie, a temperatura atmosférica foi indicada como importante. Afirmaram os agricultores:

Deve ser um lugar que não bata muito sol. Ele destrói mais o erval do que o inverno. A sombra é boa porque dá qualidade para a erva. Daí tem que cuidar o lugar para que 25% das folhas têm que ficar na sombra na parte da tarde quando foi podada. O galho velho protege do sol melhor do que o novo. Tem que proteger da geada quando é nova, e evitar que o broto novo também sofra com ela, por isso, cuidar a época da poda.

Vieira et al. (2003), constataram que as diferenças microclimáticas dos sistemas agroflorestais e dos monocultivos pode ser evidenciada pelos valores de temperaturas máximas e mínimas absolutas e pela amplitude de variação desses parâmetros. A radiação solar foi o parâmetro que exerceu maior influência na área foliar e produção de fitomassa da erva mate. Os efeitos microclimáticos influenciaram o crescimento das plantas de erva mate

independente do estágio de desenvolvimento. Da Croce (2003), disse que a erva mate preferencia os tipos climáticos Cfa e Cwa da classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 20 a 23°C e precipitação média anual em torno de 1500mm. Indicou ainda, o inverno como a melhor época para o plantio definitivo, de preferência no final da estação, em virtude de, nesse período, a planta encontrar-se em repouso vegetativo. As condições climáticas apresentadas pelo autor estão presentes na área em estudo.

Com relação às altitudes preferenciais os níveis indicados pelos agricultores variam de 400 a 1000m. Segundo Da Croce (2003), a erva mate vegeta preferencialmente nas altitudes entre 500 a 1500m, parâmetros compatíveis com os encontrados nesse estudo.

Segundo Nicholls e Altieri (2004), muitos agricultores possuem seus próprios indicadores para estimar a qualidade do solo. Por exemplo, alguns reconhecem plantas como indicadoras de solo ácido ou de solo pouco fértil, outros reconhecem minhocas como indicativo de terra “gorda”. Muitos destes indicadores são específicos para cada propriedade e alteram-se de acordo com o conhecimento dos agricultores.

As plantas indicadoras de condições propícias ao cultivo de determinada espécie são pouco exploradas pela ciência convencional, porém esse conhecimento é intrínseco a natureza do agricultor. O convívio diário com o ambiente de trabalho molda sua percepção sobre qualidade do solo agregando mais esse identificador. Eis um exemplo colhido:

Se tem samambaia é bom para plantar erva mate. A terra tem que ser solta, não liguenta aí dá. Na época foi terra de mato derrubado não produtiva para lavoura, cultivava mandioca para aproveitar o espaço. Onde dá mandioca ali também dá erva mate. Usar terra vermelha com algumas árvores no meio para fazer sombra, só que tem que cair as folhas no inverno (tipo uva japão). Com eucalipto junto dá gosto na erva, a indústria não gosta muito. Só não pode plantar eucalipto junto porque dá cheiro na erva.

Com relação ao uso de plantas indicadoras de atributos de solo em sistemas de cultivo de *Ilex paraguariensis*, estudos feitos por Piaia (2009), no Rio Grande do Sul, apontaram correlações significativas com e *Mimosa escabrella* (bracatinga), destacando-se, entretanto, a associação negativa de *Cyperus sp* e *Aristida longiseta* com pH, justificando sua presença em situações de baixo pH. A espécie *Iresine diffusa* apresentou uma associação positiva com manganês, também associada ao baixo pH.

Ainda privilegiando a percepção dos agricultores, a presença de formiga é indicador de prejuízo ao erval segundo estes, pois são expreitadoras do período de brotação, podendo por vezes, avariar significativamente o erval novo.

Junqueira et al. (2001), entretanto, afirmaram que a ocorrência de formigas (*Hymenoptera: Formicidae*) na erva mate deve-se a exploração dos recursos proporcionados por outros insetos (homópteros), bem como nidificam as galerias deixadas pelo cerambicídeo *H. betulinus*.

Quando se perguntou ao produtor porque escolheu este local para a implantação do erval, as respostas, segundo as convergências nomotéticas, mais significativas foram:

Naquela época (de implantação do erval) não tinha trator então plantava erva no plano, agora a gente trocou de lugar e planta na ladeira. “Antigamente era mais recosta não entrava com máquina, daí colocamos erva mate ai. Na época era de mato perto de estrada e por ser solo vermelho colocamos a erva mate ai.

Diante das afirmações de alguns agricultores, pode-se perceber que a implantação do erval não necessitou de uma escolha técnica ou de significativa relevância, não obstante apenas o espaço que no momento servia por ociosidade. Doravante, os estudos técnicos denotam que a escolha do local não fora o mais adequado, ao menos para boa parte dos entrevistados.

Para a pergunta: qual seria o local ideal na opinião dos agricultores, as respostas mais evidenciadas foram:

Tem que ter bastante terra (fundo), senão não vingam a muda depois. Onde tenha um pouco de sombra ajuda e também tem que ter terra vermelha. Não plantar em lugar que tenha ‘lage’ muito perto da terra e nem perto de sangas, pois, o gosto fica forte. Depende também da muda, pois plantei nos morros e não vingou, abandonei. No plano também não desenvolveu. O que sei é que tem que ter terra vermelha. O solo tem que ser profundo por causa da raiz, daí não enrola e as mudas têm que ser de boa qualidade e plantar igual como ela está no viveiro, fazer um ‘x’ onde ela pega sol lá e depois na lavoura plantar do mesmo lado. Se tiver condição de adubar ‘a ouro e fio’ gasto muito, mas daí vem melhor. As terras por aqui são quase todas iguais. Tem que cuidar o ‘posterno’ (sombra na parte da tarde).

Praticamente reafirmaram as ponderações feitas durante o transcorrer das entrevistas. Tão lógico parece, que ao se referir a prática nos ervais, suas respostas são redundantes haja vista o domínio empírico que têm daquilo que fazem há vários anos: cultivar erva mate. Sabem os agricultores quais as condições para melhor desenvolvimento da espécie, entretanto, prendem-se ao fato de que a planta tende a adaptar-se, resultado futuro de não rendimento satisfatório e decepção com o erval.

Com relação ao desenvolvimento do trabalho a campo, cabe ressaltar a colaboração direta da maioria dos agricultores auxiliando na visita às propriedades, o que sobremaneira facilitou a execução do mesmo. Também é importante registrar que os agricultores são

sujeitos importantes nesse processo, e auxiliando na interrelação entre conhecimento científico e o popular.

Neste momento é oportuno resgatar o ponto de vista de Andrews et al. (2002), quando diz que a indicação da adequabilidade de uso para uma determinada cultura sob ponto de vista dos agricultores é um processo de aprendizagem para todos os envolvidos, tanto pesquisadores como agricultores.

7.4 Conclusões

A contribuição dos agricultores na construção desse estudo foi de extrema importância para validação do mesmo. A participação de forma simples e espontânea serviu para estabelecer relações entre a nomenclatura utilizada pelos mesmos e confrontá-la com o descrito no sistema pedológico, possibilitando sistematizar o saber local e relacioná-lo com o conhecimento científico.

Constatou-se que a escolha do local mais adequado para o plantio de erva mate, depende quase que totalmente do produtor, que na maioria dos casos, tem utilizado áreas consideradas impróprias ao cultivo, o que remete a necessidade de acompanhamento técnico constante e imprescindível.

É possível afirmar que os modos de construção do conhecimento sobre solos para erva mate, do técnico e do agricultor, são mais consensuais do que conflitantes.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição dos agricultores na construção desse estudo foi de extrema importância para validação do mesmo. A participação de forma simples e espontânea serviu para estabelecer relações entre a nomenclatura utilizada pelos mesmos e confrontá-la com o descrito no sistema pedológico, possibilitando sistematizar o saber local e relacioná-lo com o conhecimento científico.

Constatou-se que a escolha do local mais adequado para o plantio de erva mate, depende quase que totalmente do produtor, que na maioria dos casos, tem utilizado áreas consideradas impróprias ao cultivo, o que remete a necessidade de acompanhamento técnico constante e imprescindível.

É possível afirmar que os modos de construção do conhecimento sobre solos para erva mate, do técnico e do agricultor, são mais consensuais do que conflitantes.

REFERENCIAS

ALTIERI, M .A. Agroecologia – **Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Editorial Nordan–Comunidad. 1999. p. 325.

ALVES, H. M. R.; LACERDA, M. P. C.; VIEIRA, T. G. C. Caracterização de agroecossistemas cafeeiros em regiões produtoras de Minas Gerais por meio do geoprocessamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília, DF: CBPeD/EMBRAPA Café, 2000.

ALVES, A. G. C., MARQUES. J. G .W. **Etnopedologia**: uma nova disciplina? Tópicos em Ciência do Solo 4: 321-344, 2005.

ANDRADE, H.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; RESENDE, R. J. T. P.; ESTEVES, D. R.; BRASIL, J. P. K.; ROSA, E. R. Diagnóstico ambiental do município de Lavras com base em dados georreferenciados do meio físico: IV principais grupamentos de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA, 1998.

ANDRADE, F. M.; LINO, F. C.; SIMÕES, L. L. **Diagnóstico da cadeia produtiva da (Ilex paraguariensis St. Hil). Erva mate**. 1999 Disponível em <http://www.unicamp/nipe/rbma.html>. Acesso em março de 2011.

ANDRES, J. **Análises temporais e espaciais do uso da terra, por meio de geotecnologias no município de Pirapós-RS**. Dissertação de mestrado. UFSM. Santa Maria. 2006.

ANDREWS, S. S.; MITCHEL, J.P.; MANCINELLI, R.; et al.. On farm assessment of soil quality in California´s Central Valley. **Agronomy Journal**, 94: p. 12-23, 2002.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA ERVA-MARTE 1999. Santa Cruz do Sul: Gazeta Grupo de Comunicações, 1999.

ARAUJO, J.C. **Correlação entre mapas de produtividade de grãos e fotografias aéreas convencionais 35 mm**. 2000. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

ASSAD, M. L. L. Uso do sistema de informação geográfica na determinação da aptidão agrícola das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19. 2000.

ASSAD E. D. e SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura.** EMBRAPA. Brasília, 2002.

BACIC, I. L. Z. **Demand-Driven Land Evaluation. - with case studies in Santa Catarina.** Wageningen University. 2003.

BARRIOS, E., TREJO, M.T. **Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America** Geoderma 111 (2003) 217–231.

BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. dos. Estado nutricional de plantas perenes: avaliação e monitoramento. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 96, dez. 2001.

BERTOLDO, M. A.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; OLIVEIRA, M. L.R.; MARQUES, H. S. Caracterização da cultura cafeeira em relação às classes de solos e declividade utilizando técnicas de geoprocessamento na região de São Sebastião do Paraíso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Belo Horizonte. **Anais... INPE**, 2003.

BIE, S. W.; BECKETT, P. H. T. Comparison of four independent soil surveys by airphoto interpretation Paphos Area (Cyprus). **Photogrammetria**, n. 29, p. 198-202, 1973.

BISSO, F. P.; SALET, R.L. A erva mate não responde a adubação fosfatada? In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 1998, Santa Maria -RS. **Resumos ...** Santa Maria: SBCS-NRS, 1998.

BOEGER, M. R. T. et al.. Efeito das diferentes condições de luz e concentrações de nitrogênio sobre a estrutura foliar de *Ilex paraguariensis* St. Hil. In: CONGRESSO SUL AMERICANO DE ERVAMATE, 3.; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA MATE, 4.,2003, Chapecó. **Anais ...** Chapecó: EPAGRI, 2003. CD-ROM.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – **Código Florestal Brasileiro**, 1965. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/conama/>> Acesso em 26 de maio de 2009.

_____. Ministério da Agricultura. **Levantamento semidetalhado dos solos de áreas do ministério da agricultura no Distrito Federal. RJ.** (Boletim Técnico, n. 8). 1966.

_____. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul.** Recife: 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

_____. Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão das terras do Rio Grande do Sul**. Brasília, 1978.

_____. Lei 6.676 de 19 de dezembro de 1979. In MEDALAR, O. (org.) **Coletânea de Legislação de Direito Ambiental**. 3 ed. São Paulo. RT, 2004. p.606-620.

CAMARGO, M, N.; BENNEMA, J. Delineamento esquemático dos solos do Brasil. Separata de: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 47-54, 1966.

CARLESI, S. E. **Construção Participativa de indicadores de qualidade do solo para avaliação da sustentabilidade de unidades olerícolas no Sul do Uruguai**. Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de doutorado. Florianópolis. 2008.

CARPANAZZI, A.A.; CARDOSO, A.; VALIO, I.F.M.; GRAÇA, M.E.C.; IEDE, E.T.; HIGA, R.C.V. Queda anormal de folhas de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em 1983. . In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10 Silvicultura da erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) **Anais...** (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 15). Curitiba, 1985.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA/Florestas, v. 1. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras). 2003.

CARVALHO, F. A. de; LACERDA, M. P. C. Caracterização da adequação do uso agrícola das terras no Distrito Federal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** INPE, Florianópolis. 2007.

CASALINHO, H. D.; **Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base ecológica – a percepção do agricultor**. Ministério da Educação, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Solos. Pelotas, Junho de 2007, 47 p.

CASALINHO, H. D; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B.; LOPES, A. da S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 195-203, abr-jun, 2007

CEZAR, E.; NANNI, M. R.; CHICATI, M. L. Comparação de três levantamentos de solos independentes por meio de sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** INPE, Florianópolis. 2007.

CHAVES, J.B.P. **Controle de qualidade para indústrias de alimentos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994.

CHIAPPE, M.. **Investigación participativa en el sector agrario**. (2005).Disponível em: <http://www.inia.org.uy/online/files/contenidos/link_13062006112434.pdf> Acesso em Março 2011.

COELHO, G. C.; RACHWAL, M.; SCHNORREBERGER, E.; SCHENKEL, E. P. Efeito do sombreamento sobre a sobrevivência, morfologia e química da erva mate. *In*: CONGRESSO SULAMERICANO DA ERVA MATE, 2.; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA MATE, 3., Encantado, RS. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 396-399.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002** – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em 25 de março de 2011.

CORREIA, J. R. ANJOS, L. H. C. dos.; LIMA, A. C. S; NEVES, D. P, Relações entre o conhecimento de agricultores e de pedólogos sobre solos: estudo de caso em Rio Pardo de Minas (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 31:1045-1057, 2007.

COSTA, S. G. **A erva mate**. Curitiba: Coleção Farol do Saber. 1995, 132p.

COTREL – Cooperativa Triticola Erechim Ltda. Diretoria de Setor Primário/Erechim-RS – Jan/2007.

DAAMEN, M. L. J.; ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R.A.C.; ZULLO Junior, J. Mapeamento da variabilidade espacial da produção da cultura de cana de açúcar por meio de processamento digital de imagens de satélite e análise de componentes principais. *In*: **Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão**, Viçosa, 2, MG, 12 a 14 de junho de 2002.

DA CROCE, D. M Caracterização físico-química de extratos de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, 2002.

DA CROCE, D. M. **3º Congresso Sul-Americano da Erva mate: 1ª Feira do Agronegócio da Erva mate**. Chapecó: Newsprint, 2003.

DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; PEDRON, F.de A.; AZEVEDO, A.C.de. Relação entre as características e o uso das informações de levantamentos de solos de diferentes escalas. **Ciência Rural**, 34:1479-1486. 2004.

De BIASI, M. **Carta de declividade de vertentes**: confecção e utilização. Geomorfologia, São Paulo, IGEO/USP, n. 21, 1970.

_____. A carta clinográfica: métodos de representação e sua confecção. In: **Revista do Departamento de Geografia**. USP. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo-SP. p. 47 - 53. 1992.

DEDECEK, R.A.; PHILIPOVSKY, J.F.; MEDRADO, M.J.S. Produtividade da soja nas entrelinhas da erva mate em diferentes sistemas de preparo do solo e coberturas verdes de inverno. In: II CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE; III REUNIÃO TÉCNICA DA ERVAMATE. **Anais...** Encantado, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

DEDECEK, R. A. Manejo de Solos Florestais. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1997. p. 317–336.

DELARMELINDA, E. A. **Aplicação de Sistemas de Avaliação da Aptidão Agrícola em solos do Estado do Acre**. Dissertação. Universidade Federal do Acre, 2011.

DENT, D; YOUNG, A: **Soil survey and land evaluation**. London, E & FN SPON. 1995.

DESBIEZ, A; MATTHEWS, R.; TRIPATHI, B. **Perceptions and assessment of soil fertility by farmers in the mid-hills of Nepal**. Agriculture, Ecosystems and Environment 103 191–206. 2004.

DEPONTI, C.M., ECKERT, C., AZAMBUJA, J. L. B., Estratégia para construção indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. In: **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v. 3, n. 4, Out/dez/2002, p 44-52.

DIAZ VARGAS, C. **Guia Metodologia de Campesino a Campesino en la Agricultura Sostenible**. PDAAS, Perú, 2001.

DILL, P. R. J.; PAIVA, E. M. D.; PAIVA, J. B. D.; ROCHA, J. S. M. Assoreamento do Reservatório do Vacacaí-Mirim em Santa Maria e a sua relação com a deterioração da Bacia Hidrográfica contribuinte. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 9, p. 56-64, 2004.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de agricultura e produção. **Levantamento semidetalhado dos solos**. Brasília: Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, 1990.

DORAN, J.W.; SAFLEY, M. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In: CAB INTERNATIONAL. **Biological Indicators of Soil Health**, 28 p., 1997.

DUARTE, F. **Seleção, treinamento de julgadores e metodologia para análise sensorial de extrato de erva-mate**. Curitiba, 2000. 71 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: EMBRAPA-SNLCS /SUDESUL / IAPAR, 2 v. (EMBRAPA-SNLCS. **Boletim de Pesquisa**, 27; IAPAR. Boletim Técnico, 16).1984.

_____. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1987. 211 p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos, 1).

_____. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1995.

_____. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro.1997.

_____. **Zoneamento da cultura da seringueira para o estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. EMBRAPA Solos. 2004.

_____. **Florestas**. Sistemas de Produção 1. Colombo. 2005.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2006.

ENGELN, V. W. P. van. The world soils and terrain database. In: SUMNER, M. E. (Ed.). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC, 1999.

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.

FAO – Food and Agriculture Organization - Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural. **Boletín Tierras e aguas de la FAO**. 2004.

FEE - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA Siegfried Emanuel Heuser **Boletim Estatístico**. Porto Alegre - RS. 2007.

FELIPE A. P. e COSTA. L. **Revista La Insignia**. Brasil, dezembro de 2002.

FERNANDES, L. A.; LOPES, P. S. N. Relação entre o conhecimento local, atributos químicos e físico do solo e uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 32:1355-1365, 2008.

FERREIRA FILHO, J.C. **Cultura e preparo da erva mate**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1948. 53 p.

FERREIRA, A. G.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; CUNHA, G. G. Fisiologia de *Ilex paraguariensis* St. Hil. com ênfase na embriologia experimental. *In*: REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA MATE, 1994. Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: FAPERGS, 1994. p.161-172.

FILETO, R. et al.. **Uma arquitetura para sistema de informação sobre solos voltada para o zonemaneto agrícola**. V Congresso Brasileiro de Agroinformática, SBI-AGRO Londrina, 28 a 30 de setembro de 2005.

FLORES, C. A. **O uso da terra e a necessidade de mudanças**. Acessado em: www.infobibos.br em 28/7/2008.

FORMAGGIO, A. R. EPIFANIO, J. C. N, VALERIANO, M. M. e OLIVEIRA, J. B. Características multiespectrais de alguns solos tropicais do Estado de São Paulo. *In*: **Anais...** Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Viçosa-MG: 1995.

FOLTRAN, B. N. **Efeito de diferentes níveis de intensidade luminosa na produção de mudas de erva mate *Ilex paraguariensis***. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

FOSSATI, L. C. **Avaliação do estado nutricional e da produtividade de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba. 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 9a. ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1981.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorescimento com espécies nativas. In: GOLÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF. São Paulo, 2000.

GEILFUS, F. **80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación**. IICA-GTZ, San Salvador, El Salvador. 208p. 1997.

GIASSON, E.; CLARKE, R. T.; JUNIOR, A. V. I.; MERTEN, G. H.; TORNQUIST, C.G. Digital soil mapping using multiple logistic regression on terrain parameters in southern Brazil. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 3, p. 262-268, 2006.

GIASSON, E.; TORNQUIST, C. G; NASCIMENTO, P. C. A carência de mapas de solos no Rio Grande do Sul. **Conselho em Revista**, n. 41, CREA RS. 2008.

GIASSON, E.; SARMENTO, E. C.; WEBER, E.; FLORES, C.A.; HASENACK, H. Decision trees for digital soil mapping on subtropical basaltic steeplands. **Sci. Agric.** n. 68, p. 167-174. 2011.

GLERIANI, J. M. **Concordância da Aptidão Agrícola das Terras do Estado de São Paulo Elaborada nos Anos Setenta com os Dados do Censo Agropecuário do IBGE Ano 95/96**. INPE. São José dos Campos, SP: 2000.

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

GOMES, E.C.B.; LEITE, F.R.B. e CRUZ, M. L. B. Aptidão agrícola das terras através de sistema de informações geográficas. Folha S.B.24-X-A-I-4- Barreira. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7, Curitiba, Maio 1993. **Anais**, v. IV, pp.132-139.

GORTARI, J. El Mercosur y la economía yerbatera. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVAMATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA MATE, 2., Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997.

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”**. São Paulo em Perspectiva, 2001.

HALL, M.; FRANK, E.; HOLMES, G.; PFAHRINGER, B.; REUTEMANN, P.; WITTEN, I.H. The WEKA Data Mining Software: An Update; **SIGKDD Explorations**, v.11, n.1. 2009

HARRINGTON, L.; JONES, P.; WINOGRAD, M. Operacionalización del concepto de sostenibilidad: Un método basado en la productividad total. In J. Berdegú y E. Ramírez. (Eds.), **Operacionalización del concepto de sistemas de producción sostenibles**. RIMISP, Santiago de Chile. pp 11-38, 1995.

HEINRICHS, R.; MALAVOLTA, E. Composição mineral do produto da erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 5, 2001.

HELLIN, J.; BELLON, B.; BADSTUE, L. Reduciendo la brecha entre la realidad de los investigadores y la de los agricultores. In: **LEISA Revista de Agroecología –Investigación participativa y desarrollo**. Lima, Perú. Vol. 22, N° 3, pp. 5-8, diciembre 2006.

HIRSCH, E. Landscape: Between place and space. In: HIRSH, E. e O’HANLON, M., ed. **The anthropology of landscape: Perspectives on place and space**. Oxford, Clarendon Press, 1995. p. 1-30.

IAD - INTERNATIONAL AGRICULTURAL DEVELOPMENT. **Participation, from passive to self mobilisation**. Reading, v. 15, N. 1, p. 7, jan/fev., 1995.

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. **Portaria n.º 118 - N de 12/11/92 - Exploração, beneficiamento e comercialização de *Ilex paraguariensis***.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro, 1975.

_____. **Manual técnico de pedologia**. Manuais técnicos em geociências. 2. ed, Rio de Janeiro. 2005.

_____. **Censo Agropecuário**. 2007.

_____. **Contagem Populacional 2007**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso setembro, 2008.

_____. **Produção Agrícola Municipal**. SEPLAG/DEPLAN – 05/2008.

_____. **Censo Populacional 2010**. Rio de Janeiro. 2010.

IGREJA, A.; BLISKA, F. Análise econômica dos efeitos de substituição de pastagens cultivadas nos estados de São Paulo e da região Sul do Brasil. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 12, n. 23, p. 09-24, nov. 2004.

IPPOLITI R., G. A., COSTA, L. M. da, SCHAEFER, C. E. Análise digital do terreno: ferramenta na identificação de pedofomas em microbacia na região de "Mar de Morros" (MG). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 29, n. 2, p. 269-276, 2005.

JUNQUEIRA, L.; DIEHL, E. HIEHL-FLEIG, E. **Formigas Visitantes de *Ilex Paraguariensis*** (Aquifoliaceae) Laboratório de Genética: Setor de Insetos Sociais, C.C. da Saúde, UNISINOS, 2001.

KARAS, A. C. **Auto ecologia da erva mate**. Curitiba: UFPR, 1982. 120 p.

KASPARY, R. **Efeitos de diferentes graus de sombreamento sobre o desenvolvimento e trocas gasosas de plantas jovens de erva mate (*Ilex paraguariensis*)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1985.

KAUL, P.F.T. **Introdução Geografia do Brasil**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1990.

KELLER, E. A. **Environmental geology**. 7 ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.

KLAMT, E.; DALMOLIN, R. S. D., GONÇALVES, C.N. Proposta de normas e critérios para execução de levantamentos semidetalhados de solos e para avaliação da aptidão agrícola das terras. Pelotas. NBR-SBCS, 2000. **Boletim Técnico n. 5**.

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALTARDY, S.G. **The Physiological Ecology of Woody Plants**. San Diego. Acad. Press. 1991.

LAGACHERIE, P.; McBRATNEY, A. Spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for digital soil mapping. In: Lagacherie, P.; Mcbratney, A.; Voltz, M. (Ed.). **Digital soil mapping: an introductory perspective**. Amsterdam: Elsevier, 2007, p. 3-22.

LATHROP, R.G.Jr.; ABER, J.D, BOGNAR, J.A. Spatial variability of digital soil maps and its impact on regional ecosystem modeling. **Ecological Modelling**, 82:1-10. 1995.

LEITE, F. R. B. Aptidão Agrícola das Terras da Folha SB.24-Y-A-IIIi-2- Parambu Utilizando Sistemas de Informações Geográficas VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, **Anais...** INPE, p. 27-32.

LEPREVOST, A. Química e tecnologia da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim técnico n. 53**. Curitiba: TECPAR, 1987. 53 p.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI Jr., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4a aproximação, 2a. impressão revisada. Campinas: SBCS, 1991. 175p.

LEPSCH, I. F. **Conservação dos solos**. Caderno de textos. São Paulo, 2002.

LIETH, H, Purpose of phenology book. In: Phenology and seasonalith modeling, *Perquirêre-Revista Eletrônica da Pesquisa* – Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão (NIPE) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) Perquirêre. Edição 5, Ano 5, jun 2008.

LIMA, A.A.C.; OLIVEIRA, F.N.S.; AQUINO, A.R.L. de. **Solos e aptidão agrícola das terras do Estado do Tocantins**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2000. 27p. (EMBRAPA Agroindústria Tropical. Documentos, 31).

LOBO FERREIRA, J. M. **Indicadores de qualidade do solo e de sustentabilidade em cafeeiros arborizados**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. Florianópolis. 2005.

LOURENÇO, R. S. Adubação da erva mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA MATE, **Anais...** EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Documento , 33) Curitiba, 1998.

LOVATTO, P. B; ETGES, V. E.; KARNOPP, É. A natureza na percepção dos agricultores familiares do município de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil: algumas perspectivas para o Desenvolvimento Regional Sustentável. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 1, p. 225 - 249, jan./abr. 2008

MACCARI JUNIOR, A.; SANTOS, A. P. R. Parâmetros tecnológicos para a utilização industrial da erva mate. In: MACCARI JÚNIOR, A.; MAZUCHUWSKI, J. Z. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva mate**. Cerne, Lavras, v. 14, n. 3, jul./set. 2008.

MACHADO, M. L. **Caracterização de agroecossistemas cafeeiros da Zona da Mata de Minas Gerais, usando sensoriamento remoto e sistemas de informação geográficas**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e Aplicações**. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. p. 201.

MALLMANN, A J **Controle da broca da erva mate através da galinha-d'Angola**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v.2, n.3, jul./set.2001.

MANCIO, D. **Percepção ambiental e construção de conhecimento de solo em assentamento de reforma agrária**. Dissertação de mestrado. Universidade de Viçosa. 2008.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Solos. 2002.

MARQUES, J.Q. de A. **Manual brasileiro para levantamentos conservacionistas**. Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, 2ª aproximação. Rio de Janeiro, 1958.

_____. et al.. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra**. Escritório Técnico de Agricultura Brasil- Estados Unidos, 3ª Aproximação. Rio de Janeiro, 1971.

MARQUES, H. S. **Uso de geotecnologia no estudo de relações entre solos, orientação de vertentes e o comportamento espectral de áreas cafeiras em Machado, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.

MARQUES, F. G., DANIELA, L. A. Disponibilidade Hídrica e Aptidão Agrícola das Terras da Região do Semi-Árido Brasileiro Como Subsídios para a Gestão dos Recursos Hídricos. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** Porto Alegre. 2005.

MARTINS, J.; BICUDO, M.A.V. **A pesquisa qualitativa: fundamentos e recursos básicos**. São Paulo: Moraes/ EDUC, 1989.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. O estado da arte sobre indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas. Versão preliminar. Seminário Internacional sobre Potencialidades e Limites do Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** UFSM. Santa Maria, RS. 1999.

MASS, P. J. M.; WESTRA, L. Y. TH. **Neotropical plant families**. 2. ed. Germany: Koeltz Scientific Books: 1998.

MAZZAFERA, P. **Mineral nutrition and caffeine content in coffee leaves**. *Bragantia*, v. 58, n. 2, p. 387-391, 1999.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Curitiba: EMATER-Pr, 1991. 104 p.

_____. Alternativas para o incremento da produtividade de ervais nativos. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA MATE, Encantado, RS. **Anais...** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Encantado. 2000.

_____. **Influência de níveis de sombreamento e de nitrogênio na produção de massa foliar da erva mate. *Ilex paraguariensis* St. Hil.** 2004. Dissertação. Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2004.

McBRATNEY, A.B.; HART, G.A. e McGARRY, D. The use of region partitioning to improve the representation of geostatistically mapped soil attributes. **J. Soil Sci.**, 3:513-533, 1991.

McBRATNEY, A.B.; MENDONCA SANTOS, M.L.; MINASNY, B. **On digital soil mapping**. *Geoderma*, 117:3-52, 2003.

MEDRADO, M.J.S. LOURENÇO, R.S; RODIGHERI, H.R, DEDECEK, R.A, PHILIPPOVSKY, J.F e CORREA, G. **Implantação de ervais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000.

MEDRADO, M. J. **Trabalhos no cultivo de plantas industriais – erva – mate: produção**. Curitiba: SENAR-PR, 2004.

MEDRADO, M. J. S.; RODIGHERI, H. R.; STURION, J. A.; DEDECEK, R. A. **Cultivo da erva mate**. EMBRAPA Florestas. Colombo: 2005.

MENDONÇA-SANTOS, M. L.; SANTOS, H. G. D. The state of the art of Brazilian soil mapping and prospects for digital soil mapping In: LAGACHERIE, P.; MCBRATNEY, A.; VOLTZ, M. (Ed.). **Digital soil mapping: an introductory perspective**. Amsterdam: Elsevier, 2007, p. 39-54.

MIGUEL, P. **Caracterização pedológica, uso da terra e modelagem da perda de solo em áreas de encosta do rebordo do planalto do RS**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2010.

MILANI E. J. **Evolução Tectôno-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu Relacionamento com a Geodinâmica Fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental**. Porto Alegre – RS. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2 v., 1997. 255 p.

MIRANDA, L.H.F.; IPPOLITI, G.A.; OLIVEIRA, C.M.L.; FERNANDES FILHO, E.I. e ABRAHÃO, W.A.P. SIGUBÁ. **Sistema de Informação Geográfica do Município de Ubá**. Prefeitura Municipal de Ubá, 1999.

MONTOYA V. **Caracterizacion y evaluacion economica del sistema agroflorestal yerba mate em el sur de Brasil: un enfoque financeiro, de optimizacion y de risco**. Montecillo: Colegio de Posgraduados, Institucion de Ensenanza e Investigacion en ciencias agrícolas, Instituto de Socioeconomia Estadística e Informática, Especialidad en Economia. 1999, 140p. Tesis Doctor en Ciencias.

MOORE, I.D.; GESSLER, P.E.; NIELSEN, G.A. e PETERSON, G.A. Soil attribute prediction using terrain analysis. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 57:443-452, 1993.

MORAWICKI, R.O.; SCHMALKO, M.E.; KANZIG, R.G. *Chlorophyll stability in yerba maté leaves in controlled atmospheres*. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 42, n. 1, p. 85-90, 1999.

MORELLATO, P. C.; TALORA, D. C. *Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil*. **Rev. bras. Bot.** v. 23 n. 1. São Paulo, mar. 2000.

MOSELE, S. H.; DOSSA, D.; MONTOYA, L. J.; *O sistema agroflorestal da erva-mate no município de Áurea, RS*. In: **Congresso Sul-Americano da Erva-Mate 2º**, 2000, Encantado, RS. Porto Alegre, RS. Evangraf, 2000, v. 01, p. 219 - 223

MOSELE, S.H; PEDROZO, E. A. **Caracterização de seis cadeias produtivas ervaterias específicas e da cadeia de suprimentos da erva mate na Região Alto Uruguai Rio-grandense**. Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

MOURA, V.; SIMIÃO, S. A. Sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG) na caracterização da viabilidade agrícola no município de Acorizal-MT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu. INPE, 2001.

MOURA, L. C. **A ocupação espaço-temporal dos cafezais no município de Machado no sul de Minas Gerais: a relação entre a aptidão agrícola da terra e seu uso na atividade cafeeira**. 2007. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2007.

NEIWERH, P. C.; MACCARI JUNIOR, A.; REISSMANN, C. B.; RIBEIRO, M. M. Digestão via seca de dois morfotipos de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) submetidos a diferentes normalidades de HCl na solubilização das cinzas. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 3. **Resumos expandidos** Chapecó-SC, 2003.

NELSON, D.W. e SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L; HELMKE, P.A. e LOEPPERT, R.H. eds. **Methods of soil analysis: chemical methods**. Part 3. Madison, American Society of America, 1996. p. 961-1010.

NICHOLLS, C.I.; ALTIERI, M. A. **Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café**. Universidad de California, Berkeley. 2004.

NRCS. NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. **Plants Profile: *Ilex paraguariensis* A. St. Hill.** 2005 Disponível em: <<http://plants.usda.gov/>> Acesso em: 25 março, 2011.

OLAYA, V. **A gentle introduction to SAGA GIS**. The SAGA user group, Gottingen, Germany, 2004. 208p.

OLIVA, E. V. **Composição química e produtividade de procedências e progênes de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em Latossolo Vermelho Distrófico no município de Ivaí-PR**. 2007. Dissertação de mestrado. UFPR. Curitiba. 2007.

OLIVEIRA, E. E. S. de; ROCHA, C. G. S. **Percepções da Problemática Ambiental pelos Agricultores Familiares do Sudoeste Paraense, município de Pacajá.** V Encontro Nacional da Anppas 4 a 7 de outubro de 2010. Florianópolis - SC – Brasil. 2010.

OLIVEIRA FILHO, P. C. de; GOMES, G. S.; DISPERATTI, A. A. O geoprocessamento como suporte ao manejo sustentável da erva mate (*Ilex paraguariensis* ST.-HIL.) em ambiente natural. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008.

OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, C. J. C. Avaliação do cumprimento da reserva legal no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 1, n. 2, abr./jun. 2003.

OLIVEIRA, Y. M. M. de, ROTTA, E. Área de distribuição natural da erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) In: Seminário Sobre Atualidades e Perspectivas Florestais,. **Anais...** EMBRAPA, CNPF. Documento 15. Curitiba, 1985.

ORTIZ, S.A. Aspectos legais da vida-de-prateleira de produtos alimentícios. **Boletim ITAL**, v. 19, n. 1, p. 33-87, 1982.

OSAKI, F. **Microbacias – práticas em conservação de solo.** Curitiba (s.n), 1994.

PARANÁ. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate.** Curitiba: Ed. do autor, 2000. Série PADCT III, n. 1. 160 p.

PEDRON, F. A; DALMOLIN, R. D. S., A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine - RS. **Ciência Rural**, v. 36, n.1, p.105-112, 2006.

PENTEADO, S. R. C.; IEDE, E. T.; LEITE, M. S. P. Pragas da erva mate: perspectivas de controle. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE. REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA MATE. **Anais...** Ed. UFRGS, Porto Alegre, 2000.

PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental: proposta metodológica.** 2002. Tese de Doutorado. UNICAMP. 2002.

PEREIRA, J. R.; OLIVEIRA, A. A. DE; D'ÁVILA, C. A. R.; SUASSUNA, C. M.; GAIA, M. C. de M.. . **Plano de Desenvolvimento do Assentamento Colônia dos Ciganos.** UNB/UFV. 2003.

PEREIRA, L. C.; SILVEIRA, M. A.; LOMBARDI NETO, F. **Agroecologia e aptidão agrícola das terras**: as bases científicas para uma agricultura sustentável. EMBRAPA. Jaguariúna. 2006.

PES, L.; HOPPE, J. M.; STORCK, L. Comportamento da erva mate *Ilex paraguariensis* St. Hil. em consórcio silvicultural. **Ciência Florestal**. v. 5, n. 19 p. 19-32. 1995.

PETERSEN, P.. Diagnóstico Ambiental Rápido Participativo: levantando informações e mobilizando a comunidade para um manejo sustentável das terras. **Cadernos de Agroecologia**. Rio de Janeiro, AS-PTA, p. 22-28. 1996.

PETERSEN, P.; TARDIN, J. M.; MAROCHI, F. 2001. **Del manejo extractivo al regenerativo, el caso de los bosques de araucaria en el Paraná**. Lima, Peru. LEISA, v. 16/3, 4 p. Disponível em: <<http://www.leisa-al.org.pe/antiores/163/08.html>> Acesso em: 19/07/2009.

PIAIA, A. S. B. V. F. Plantas indicadoras em sistemas de cultivo de erva mate e bracatinga. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4, n. 2, 2009.

PINTRO, J.C. **Efeitos dos diferentes níveis de disponibilidade hídrica no solo sobre o desenvolvimento e trocas de CO² de plantas jovens de erva-mate**. Porto Alegre: UFRGS, 1986. 68 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986.

POELKING, E.L. **Aptidão, evolução e conflitos de uso das terras no município de Itaara, RS**. 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2007.

PRAT KRICUN, S.D.; BELINGHERI, L.D. Recolección de especies silvestres y cultivadas del género *Ilex*. In: **Erva mate. Biología e cultura no Cone Sul**. Editora da Universidade (UFRGS), Porto Alegre, 1995.

RACHWAL, M.F.G. et al. Influência da luminosidade sobre a produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) aos quatro anos e quatro meses de idade sobre Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico em São Mateus do Sul, PR: In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, Curitiba. **Resumos...**, Curitiba, 1998. p. 445.

RACHWALL, M. F. G.; CURCIO, G. R.; DEDECEK, R. A.; NIETSCH, K.; S FILHO, F. E.; VOGEL, R. C. Influência da luminosidade sobre os teores de macronutrientes e tanino em folhas de erva mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 2.; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVAMATE, 3., Encantado, RS. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 417-420.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3ª.ed.: EMBRAPA-CNPS, Rio de Janeiro, 1995.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras do Brasil: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA – SOLOS, 1999.

RAMBO, B. **A Fisionomia do Alto Uruguay – uma viagem de estudos**. Separata do Relatório do Ginásio Ancheita. 1936.

_____. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Selbach, 2. ed. rev., 1956. (Jesuítas no Sul do Brasil, 6).

RAMISCH, J. J. **Criação de conhecimento dinâmico para a gestão integrada da fertilidade do solo no ocidente do Quênia**. Coordination Kawanda Agricultural. Research Institute P.O. Box 6247 Kampala, Uganda Destaques CIAT na África. Nº 32. Junho de 2006

REGINATTO, F.H.; ATHAYDE, M.I.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E.P. Methyxanthines accumulation in *Ilex* species – caffeine and theobromine in erva-mate (*Ilex paraguariensis*) and other *Ilex* species. **Journal Brazilian Chemical Society**, v. 10, n. 6, p. 443-446, 1999.

REICHERT, J. M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: **Ciencia e Ambiente**, Nº 27. pp. 33-48. Julho/Dez. 2003.

REISSMANN, C. B., O. DÜNISCH e M.R. BOEGER. Beziehung zwischen ernährungsbiologischen (Fe, Mn, Ca) und strukturellen Merkmalen ausgewählter Morphotypen der Mate-Pflanze (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: R.F. Hüttl, Boden, **Wald und Wasser**: 146–171. Shaker Verlag, Aachen. 2003.

REITZ, P. R. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Conselho Nacional de Pesquisas, p. 27-34, 1967.

REITZ, R. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. SUDESUL, 1988.

RESENDE, M. **Pedologia**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Solos, Viçosa. 1994.

RESENDE, R. J. T. P. de. **Caracterização do meio físico de áreas cafeeiras do sul de Minas Gerais por meio do SPRING**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2000.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. e CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Universidade Federal de Viçosa/NEPUT, Viçosa, 2002.

RIBEIRO FILHO, M. R., SIQUEIRA, J. O.; CURI, N., SIMÃO, J. B. P. Fracionamento e biodisponibilidade de metais pesados em solo contaminado, incubado com materiais orgânicos e inorgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 495-507, 2001.

RIBEIRO, S. S & BARBOSA, W. A. **Saberes Agroecológicos**: Entrelaçando o popular e o científico. Ação Ambiental (Agroecologia). 2006.

RIBEIRO, M. S.; WERLANG, M. K. Modelado do relevo e potencial de fragilidade à erosão no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, UFSM, 32 (2): 121 - 140, 2010.

RIO GRANDE DO SUL. **Código Florestal Estadual**. Lei nº 9.519/ 1992.

_____. SEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul). Departamento de Florestas e áreas Protegidas - DFAP. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS. 2001.

_____. SEC - Secretaria de Educação e Cultura. **Boletim censitário**. Centro de Documentação. 2008.

RODIGHERI, H. R. Rentabilidade Econômica Comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva mate eucalipto e pinus e as culturas de feijão, milho, soja e trigo. **Circular Técnica 26**. EMBRAPA Florestas. 1997. 36p.

RÖMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 71-85.

ROMIG, D. E.; GARLYND, M. J.; HARRIS R. F. AND MCSWEENEY, K. "How farmers assess soil health and quality." **Journal of Soil and Water Conservation**. **50**. N3 (May-June 1995).

ROSA, J. A.; PORTO, R. O. **Caracterização e evolução recente da região Norte do Rio Grande do Sul**: subsídios para o seu planejamento estratégico. Relatório parcial do diagnóstico em curso com vistas ao planejamento estratégico da Região Norte, promovido pela Agência de Desenvolvimento do Alto Uruguai, sob o patrocínio do SEBRAE/RS. Janeiro de 2006.

RUCKER, N.G.A. A cor no controle de qualidade em erva-mate. In: 2º CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 2000, Encantado. **Anais...** Encantado-RS: Organizadores, 2000, p. 97-98.

RUSCHEL, A .R. **Avaliação e Valoração das Espécies Madeiráveis da Floresta Estacional Decidual do Alto Uruguai**. 2000. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Departamento de Fitotecnia, 116p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2000.

SALVADOR, A. et al. Uso de imagens multiespectrais para a identificação de zonas de manejo para a aplicação em taxas variáveis na produção de algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Esalq/USP, 2004.

SANCHEZ, P.A.; AHAMED, S. CARRÉ, F. ; HARTEMINK, A. E. ; HEMPEL, J. *Digital soil map of the world*. **Science**, v. 325, p. 680-681, 2009. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/content/325/5941/680>>. Acesso em: 10 maio. 2011.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. e ANJOS, L.H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5. ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SCHELBAUER, C.; PEREIRA, M. L.; GARCIA, K. A.; VENTURI, M. Teste e difusão de sistemas agroecológicos de melhoramento do solo. **Extensio. Revista Eletrônica**. UFSC. 2007.

SCHERER, R.A. **Early selection of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) in Argentina**. Bonn: Universit of Bonn, 1997. Tese.

SCULL, P; FRANKLIN, J; CHADWICK, O. A; *The application of classification tree analysis to soil type prediction in a desert landscape. Ecological Modelling*, v. 181, n. 1, p 1-15, 2005.

SILVA, A J. P, LOPES, R. da C., VASCONCELOS, R. B. C. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil 55 CPRM – Serviço Geológico do Brasil**. Brasília, 2003.

SILVA, C A.; DALMOLIN, R. S. D. Retração Espaço Temporal da Vegetação na Microrregião Geográfica de Erechim. 1964-2004. VII Reunião Sul-Brasileira de Ciência de Solo. “Ciência do Solo no RS e SC: onde estamos e para onde vamos” 19 a 21 de Novembro de 2008 - UFSM. **Anais...** Santa Maria, RS. 2008.

SILVA, E. B.; NOGUEIRA, R. E.; UBERTI, A. A. A. Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras como Subsídio ao Assentamento de Famílias Rurais, utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 34: 1977-1990, 2010.

SILVA, G. J. O Novo rural brasileiro. **Revista Nova economia**, Belo horizonte. 7(1):43-81 (maio de 1997).

SILVA, M. T. G. **Utilização de geotecnologias no levantamento e adequação do uso dos solos na Bacia do Rio João Leite-Goiânia**. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003.

SILVA, N. R.; COMIN, J. J. Avaliação dos agricultores sobre a qualidade do solo: uma visão etnopedológica. VIII Congresso Latinoamericano de Sociologia Rural, **Anais...** Porto de Galinhas, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre, 2004.

SOARES, S.E. *Ácidos fenólicos como antioxidantes*. **Revista de Nutrição**, v.15, n.1, p. 71-81, 2002.

SPANEVERELLO, R. M. **A dinâmica sucessória na agricultura familiar**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2008.

STOCKING, M., MURNOGHAN, N. **Handbook for field assesment of land degradation**. Earthscan publications Ltd. USA, Sterling, VA. 169 p, 2001.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS – UFRGS, 2008.

TEIXEIRA, P.C. **Tempo de dividir**. 2005. Disponível em: <<http://www.sinpro-rs.org.br>>. Acesso em: 10/04/ 2011.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; BARBETTA, P.A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987.

TEN CATEN, A.; DALMOLIN, R.S.D.; PEDRON, F. de A.; MENDONÇA-SANTOS, M de L. Regressões logísticas múltiplas: fatores que influenciam sua aplicação na predição de classes de solos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 35:53-62, 2011. (a).

TEN CATEN, A.; DALMOLIN, R.S.D.; SILVA, C. A. - Árvores de Decisão Aplicadas ao Mapeamento Digital De Solos Em Erechim (RS). XXXIII Congresso Brasileiro de Solos. **Anais...** Uberlândia. MG. 2011 (b).

TONIAL, T. M. **Dinâmica da Paisagem na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul**. 2003. Tese de Doutorado. UFSCar. 2003.

VALDUGA, A. E. FREITAS, R. J. S. de; REISSMANN, C. B.; NAKASHIMA, T **Caracterização química da folha de *Ilex Paraguariensis Sant Hilare* e de algumas espécies utilizadas na adulteração do mate**. B. Ceppa. v. 15. Curitiba. 1997.

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

VALERIANO, M. M. **Topodata: guia para utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008.

VAN DER DRIESSCHE, R. Nutrient Storage, retranslocation and relation ship of stress to nutrition. In: NUTRITION OF PLANTATION FOREST, 1984, Londres. **Anais...** Londres: Academic Press/Bowen, 1984. p. 181-209.

VENIALGO, C.A. Labranza. In: CURSO DE CAPACITACION EN PRODUCCION de YERBA MATE, INTA. Estacion Experimental Agropecuaria Cerro Azul, 1995.

VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul.** Tese de Doutorado. UFPel. Pelotas. 2008.

VETTORAZZI, C.A. *et al.* Videografia aérea como fonte de dados para a tomada de decisões em agricultura. In: BALASTREIRE, L.A. (Ed.). **O Estado da arte da agricultura de precisão no Brasil.** Piracicaba: 2000.

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

WAHBA, G. *Spline models for Observational data.* In: CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics. Philadelphia: **Soc. Ind. Appl. Maths.**, v. 59, 1990, 169p.

WENDLING, I. **Propagação Vegetativa da erva mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilarie** Estado da arte e tendências futuras. Colombo: EMBRAPA Florestas. CNPF, 2004. 46p. (Documentos n.91).

WILSON, J. P. e GALLANT, J. C. Digital terrain analysis. In: **ed. Terrain analysis: principles and applications.** New York: Wiley e Sons, 2000, p. 1-27.

XAVIER DA SILVA; ZAIDAN, R. (Org.). **Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004.

YEOMANS, J.C. e BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Commun. In: **Soil Science. Plant Analysis.** 19:1467-1476, 1988.

ZARTH, P. A. **Do arcaico ao moderno: o Rio Grande do Sul agrário no século XIX.** Ijuí: Editora Unijuí, 2002.

ANEXOS

Anexo A – Roteiro de entrevista aplicado aos agricultores

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo

1) Caracterização socioeconômica

Produtor: _____ Idade: _____ Escolaridade: _____

Localização da propriedade: _____

Tamanho(ha): _____

Localização do erval:

Várzea Meia Encosta Topo de morro Outras _____

Por escolheu este local para implantação do erval. Qual o ideal?

Tempo de atividade com erva mate: _____

Tempo de implantação do erval: _____

Quais as culturas que predominam na propriedade?

soja _____ % milho _____ % trigo _____ %

feijão _____ % erva mate _____ % Outras _____ %

Recebe assistência técnica para o erval? sim não

Quem oferece? Emater Sindicato Rural Secretaria Munic Agric

Outras _____

Recebe assistência técnica para outras culturas? sim não

Quem oferece? Emater Sindicato Rural Secretaria Munic Agric

Outras _____

Qual o rendimento financeiro:

.do erval? R\$ _____

.da propriedade. R\$ _____

2) Na sua opinião quais as características que deve ter o solo para o plantio de erva mate (*Ilex paraguariensis*) quanto à?

Profundidade:

0 -50cm 50–100cm + 100cm Outras_____

Umidade do solo:

Pouca Média Muita Outras_____

Cor:

Vermelho Amarelo Cinza/Escuro Outras_____

Textura:

Arenosa Média Argilosa Outras_____

Quantidade de Cascalhos/Pedregulhos:

Muito Médio Pouco Sem nenhum Outras_____

Fertilidade:

Muito Boa Boa Fraca/pobre Outras_____

Altitude: _____ metros

Declividade (Sombreamento/Insolação):

0 – 5% 5 – 12% 12 – 30% 30 -45% +45% _____

Considerações Complementares

Anexo B – Matriz ideográfica indicando as unidades significativas colhidas nas entrevistas

| Parâmetro bibliográfico | Consenso | Divergências | Condição local |
|---|--|--|---|
| Exigências Nutricionais Baixa Fertilidade | Boa fertilidade | Muito boa | Boa fertilidade, necessitando correção em algumas áreas |
| Profundidade Solos profundos a medianamente profundos | De 0 a 100cm | +100cm | 0-080cm (média) |
| Sombreamento Vegeta preferencialmente em locais com sombra, tolerando, porém, o Sol na fase adulta | Ervais sombreados preferencialmente na parte da tarde “posterno”. Consortiar com árvores caducifólias | Utilização de eucalipto com extrato para sombra | Ervais sombreados, consorciados com milho e/ou soja. |
| Umidade Solos úmidos e permeáveis | Boa umidade | - | Solos ligeiramente úmidos |
| Pedregulhos/Cascalhos Tolera pequena quantidade de cascalhos | Pouco a nenhum | - | Presença restrita a pequenas áreas |
| Tipo de solo Latossolo/Cambissolo Álicos, distróficos Solos profundos; bem drenados; ácidos ou ligeiramente ácidos; argilosos, argilo-silicosos ou sílico-argilosos, ou parcialmente arenosos | Solos profundos, bem drenados | Solo arenoso | Latossolo Vermelho Neossolo Litólico Neossolo Litólico + Cambissolo Háplico Nitossolo Vermelho + Cambissolo Háplico Nitossolo Vermelho + Chernossolo fase altitude baixa Nitossolo Vermelho + Chernossolo fase altitude elevada Gleissolo Háplico |
| Altitude (m) 500-1500 | 500-1000 | <500 | 784 (coordenada central do município) |
| Clima Cfa Cwa | Clima Subtropical | | Subtropical Cfa/Cfb |
| Declividade (%) 3 – 4 | 0 – 5 | +12 | 0 – 45 |
| Temperatura atmosférica °C (média anual) 20 – 23 | 20 – 23 | - | 17 – 24 |
| Textura (15 a 35% de argila) | Média | - | Média |
| Baixa CTC | Tolera acidez | - | Solos álicos |