

**Pelotas, RS  
2007**

### **Autores**

**Noel Gomes da Cunha**

Eng. Agrôn., M.Sc.,  
Pesquisador

Embrapa Clima Temperado.  
Cx. Postal 403, 96001-970  
Pelotas, RS

**Ruy José da Costa Silveira**

Eng. Agrôn. Dr., Prof. Adj.  
do Depto. de Solos  
UFPeI-FAEM,  
Cx. Postal 345, 96001-970  
Pelotas, RS.

**Carlos Roberto Soares  
Severo**

Eng. Agrôn. M.Sc. Prof.  
Subst. do Depto. de Solos  
UFPeI-FAEM,  
Cx. Postal 345, 96001-970  
Pelotas, RS.

## **Estudo de Solos do Município de Tiradentes do Sul - RS**

### **Resumo**

O município de Tiradentes do Sul, situado no noroeste do Planalto do RS, faz parte da atual autodenominada região Celeiro, que engloba vários municípios da antiga região do Alto Uruguai. As terras locais, situadas sobre derrames fissurais de rochas basálticas de natureza alcalina, que foram estratificadas ao longo de sucessivos eventos, são produtos de alta meteorização desses basaltos e total remoção dos resíduos antigos laterizados. Localmente, houve rápida e intensa dissecação da borda de um planalto imenso, a partir da individualização da bacia hidrográfica do rio Uruguai, desde o período Terciário. Pela natureza homogênea e alcalina das rochas básicas e a ampla extensão regional, verifica-se um modelamento local, nas formas de relevo, muito semelhante ao da região circunvizinha do Alto Uruguai, onde o rio Uruguai e seus afluentes lajeados Grande e São Francisco, dissecam o que resta dessa estrutura rochosa, áspera e íngreme nessa parte do planalto.

As formas íngremes e agudas acentuadas atuais do relevo iniciaram o seu modelamento a partir de um planalto, através dos processos erosivos naturais. Por se situarem próximo ao rio Uruguai (alta carga hidráulica), foram se individualizando rapidamente em espigões esqueléticos (rochosos), que se estreitaram pelo alto fluxo erosivo das fortes correntes de água (alta carga hidráulica). As depressões de drenagem, que se sucedem entre espigões, formam inicialmente ravinas profundas, com vales íngremes, profundos e estreitos. Com o tempo, a remoção constante dos restos rochosos dos vales passou por um gradativo aplainamento e alargamento dos vales e dessas

Fotos: Roger Garcia Mendes



**Solos muito férteis, cascalhentos, pedregosos e rochosos, com pequenas superfícies abauladas homogêneas, restos de mata dispersos nas bordas das rochas e lajeados, são o suporte de uma próspera agricultura familiar.**

superfícies expostas. Os vales representam uma drenagem atual, que está sendo sulcada pelos processos erosivos aluviais, formando drenos naturais de escoamento muito rápido. As encostas possuem altos declives (>45%) que se abrandam, no tempo, nas superfícies mais antigas que restam dos espigões. As formas brandas de relevo, que formaram um planalto e posteriormente se assemelharam às coxilhas em climas passados, já estão extintas. Já não restam pequenas mesetas e espigões lisos, estreitos e aplainados nos topos, como no restante dos municípios vizinhos. Os solos profundos e intemperizados que ocorrem nas regiões próximas já foram removidos.

A vegetação composta inicialmente por uma floresta denominada pelo IBGE (1986) como Floresta Estacional Decidual Submontana, está sendo removida no município. Nas pequenas propriedades (totalidade), a vegetação está sendo estirpada gradativamente, restando ainda agrupamentos, e, ocasionalmente, pequenas áreas isoladas nos vales de drenagem. As culturas, principalmente de soja e milho no verão, trigo e azevém no inverno, cobrem quase integralmente a paisagem em sucessivos cultivos.

Os solos foram antes denominados de Brunizém Avermelhado e Solos Litólicos por Costa Lemos, em Brasil (1973) e IBGE (1986). Atualmente, por apresentarem processos intensivos de corrosão e desagregação das superfícies, constituindo solos rasos e muito férteis nas bordas dissecadas, denominam-se de Neossolos Litólicos Eutróficos fragmentários e típicos e Cambissolos Háplicos Ta Eutroféricos chernossólicos e fragmentários Embrapa (2006). Constatam-se, apenas nos pequenos, vales superfícies residuais ainda existentes, com ocasionais sedimentos de solos mais antigos, como os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos e solos pouco evoluídos como os Chernossolos Háplicos Férricos saprolíticos e Cambissolos Húmicos e Háplicos.

Quanto ao uso agrícola, o sistema de classificação (capacidade de uso das terras), que se propunha inicialmente a uma ordenação do controle da degradação das terras, para uma agricultura desenvolvida (mecanizada), nesta agricultura familiar típica, estabelecida (modelo local), tem a finalidade de caracterizar a potencialidade agrícola local (alta fertilidade dos solos), além de acentuar as limitações ao uso (alta suscetibilidade a erosão

e solos rasos e pedregosos). No caso as poucas terras mais aplainadas e com solos muito férteis e profundos estão situadas nos vales em pequenas dimensões segmentadas classe IIse (57,95 Km<sup>2</sup> - 23,63%). Outras terras que podem ser aproveitadas ocasionalmente em pequenas lavouras (50%) estão nos espigões degradados (P<sub>2</sub>). São terras da classe IVse (85,00 Km<sup>2</sup> - 34,66%) que se inserem na classe VIse sem que se possa estabelecer limites entre elas. Os espigões (P<sub>1</sub>) de nível superior, muito rochosos, comportariam sistemas de silvicultura, ou cultivos perenes (frutíferas em geral). São terras da classe VIIse-1 (37,17 km<sup>2</sup> - 15,16%). As terras das encostas íngremes também estão nesta classe VIIse-2 (65,12 km<sup>2</sup> - 26,55%).

Os processos de degradação pela erosão provocada e sustentabilidade desta agricultura, baseada hoje principalmente na produção de cultivos anuais, muito produtiva devido à alta fertilidade dos solos e dependente da adição de produtos químicos, para controle de pragas e doenças das plantas, estão abertos para a pesquisa de novas tecnologias.

## Introdução

Até onde registra a história, a região em que se insere o município de Tiradentes do Sul teve atividades na economia que começaram no século XVIII, com a exploração da erva-mate entre índios Kaingangs e Guaranis. Os mesmos Kaingangs transitaram o produto por picadas na mata, até o lado oposto do rio Uruguai, na Argentina. A implantação de uma agricultura de subsistência veio por volta de 1939, com o povoamento esparso por imigrantes alemães, italianos e poloneses, que ocuparam as terras, onde se estabeleceram em pequenas roças, com cultivos de trigo e milho, destinados à criação de aves, suínos e a produção de leite. Posteriormente, os cultivos da soja, trigo e milho, em maior escala, cresceram progressivamente. A evolução drástica e intensificada, já na década de 70, das atividades do uso da terra, trouxe, gradativamente além das variações econômicas positivas, próprias das rendas dessas culturas, uma contribuição de aspectos negativos, como infestações de doenças (trigo) e saturação do mercado dos seus produtos (suínos). No geral, houve um crescimento

econômico regional, pelas novas atividades relativas à intensidade do uso da terra, mas o surgimento acentuado dos processos erosivos e a tendência atual da monocultura da soja têm tornado as economias regional e local instáveis.

Nos municípios próximos ao rio Uruguai, na borda da região Celeiro, o processo erosivo natural há milhares de anos vem removendo as superfícies aplainadas do planalto antigo com solos profundos, deixando um relevo áspero, rochoso e muito íngreme. Estes municípios não comportam uma agricultura desenvolvida de produção de grãos ao nível empresarial. Os agricultores estão ajustados a um processo natural local em uma agricultura familiar de pequenas propriedades, onde o modelo produtivo das áreas aplainadas vizinhas tende a ser copiado.

A erosão nas terras muito íngremes, que chegou regionalmente a níveis acentuados, foi atenuada, em parte, no início, pelos meios de controle usuais, próprios da época, até ser melhor controlada, pelos métodos de plantio direto, no final da década de 80. Entretanto, como se tratam de áreas íngremes, o processo erosivo ainda estará sempre ativo com a erradicação da floresta, embora as pequenas dimensões das áreas de plantio facilitem o controle atual da erosão.

A erradicação sucessiva de invasoras com uso de produtos químicos dessecantes nas culturas, sem se preocupar com os resíduos desses produtos, é questionamento para uma nova geração, já que esta que combateu com bravura uma floresta, está absorvendo essas facilidades atuais. A sociedade atual deve buscar outras soluções para conviver com restos de uma floresta, onde a incrementação de cultivos perenes é uma necessidade prioritária. A longo prazo, outros rumos econômicos podem ser criados. O imediatismo da dinâmica econômica moderna imposta a esta região tem de ser reavaliado pela população que sabe que seus recursos de terras, apesar dos solos muito férteis, são limitados pela suscetibilidade à erosão.

O estudo dos solos do município de Tiradentes do Sul, ao nível de reconhecimento, faz parte das proposições da Embrapa Clima Temperado para fomentar o desenvolvimento regional, além de, também, responder ao questionamento dos

produtores rurais e de seus órgãos representativos que, ao atravessarem ciclos contínuos com culturas ou atividades agrícolas que gradativamente deixam de ser rentáveis, procuram novos parâmetros para a diversificação com outras culturas, como se verifica atualmente com a cultura da soja.

Este estudo pretende fornecer um conhecimento regional das paisagens fisiográficas locais e suas relações com os solos e seu uso potencial, definidos dentro das taxonomias usuais e passadas que, pelo uso regional, ainda são marcantes.

## Revisão bibliográfica

### Aspectos locais

A constituição da Sociedade do Noroeste Colonial teve seu início a partir de 1801 quando Portugal, definitivamente tomou posse do território das Missões. Os primeiros a se apossaram das terras no município de Três Passos eram portugueses provenientes da Revolução Federalista de 1803, instalando-se na região como fugitivos e, principalmente índios deslocados de suas terras. Para povoar e garantir a posse de territórios no caso de uma invasão pela República da Argentina foi criada no ano de 1879 a Colônia Militar do Alto Uruguai.

A expansão colonial na região de Três Passos começou a tomar forma a partir da primeira década do século XX, com a chegada dos imigrantes alemães oriundos de diversas cidades do Rio Grande do Sul. Esse movimento migratório foi intensificado na década de 40, reflexo da II Guerra Mundial, onde os colonizadores vieram de vários países da Europa, tais como: Alemanha, Itália, Polônia, Ucrânia. Na época, as terras eram adquiridas diretamente do governo, através da Inspetoria de Terras.

Com o aumento da imigração, em busca de novas terras, logo a mata nativa foi cedendo espaço para a formação de lavouras de subsistência, onde predominava o cultivo de milho, batata, fumo, feijão e mandioca. A partir de 1950, com início da exportação, começou a produção de soja e também aumentou a suinocultura (TIRADENTES DO SUL, 1996).

No ano de 1946, foi dado o primeiro nome da localidade, sendo este chamado de Canafístula, o qual não foi do agrado dos moradores. Mais adiante, sugerido por Pedro Ervino Renz, primeiro serrador, o nome de Tiradentes, homenagem cívica ao mártir da independência. A emancipação do município de Tiradentes do Sul se deu no dia 20 de março de 1992, agregando uma área de 233,2 Km<sup>2</sup>.

Atualmente as famílias vivem principalmente da agricultura. Quase todos os colonos são proprietários de terras, com áreas que variam entre 10 a 15 hectares. Conforme o Censo Agropecuário de 1995-1996 há 1203 propriedades com menos de que 10 ha (58%); 875 com mais de 10 ha (48%) e menos do que 100 ha. Somente 3 propriedades possuem mais do que 100 ha. Pode-se observar que há uma agricultura no geral pouco tecnificada e mais participativa (Fig. 1 a 8). Características semelhantes às definidas como agricultura familiar típica. Pelas formas íngremes dominantes no relevo e pelas limitações à mecanização, as terras poderiam ser adquiridas por um valor mais baixo do que as terras mais aplainadas da região vizinha do Planalto.

Esperança do Sul (2000) acentua que o clima, como em toda a região Celeiro, é subtropical. A exceção ocorre somente no vale do rio Uruguai, onde o clima é tropical, sem a formação de geadas e com densos nevoeiros. A temperatura média é de 23°C na cidade, que situa-se no topo do planalto, e 25° C no interior dos vales. A máxima alcança 38°C no planalto e 40°C nos vales. A mínima chega a 0°C no alto e 4°C no vales.

Entretanto, dados menos generalizados (Tabela 1) conforme Wrege<sup>1</sup> (2005), registram para essa região medidas desde 1931 a 1960.

O município de Tiradentes do Sul, situado no noroeste do Planalto RS, faz parte da atual autodenominada região Celeiro, que engloba vários municípios da antiga região do Alto Uruguai. Situadas sobre derrames fissurais de rocha basáltica de origem alcalina, as terras locais, são produtos de processos erosivos naturais muito antigos, que modelaram a superfície em um relevo íngreme, com grandes declives, diferente das regiões circunvizinhas muito aplainadas.

Tiradentes do Sul limita-se ao norte com a República da Argentina e o município de Esperança do Sul, ao leste com o município de Três Passos, ao sul com o município de Criciumal e a oeste, novamente, com a Argentina. A hidrografia é formada pelos rios Uruguai, lajeado Grande e lajeado São Francisco, que recebem ás águas oriundas de sangas e lajeados menores. Durante muito tempo, o rio Uruguai além de marco natural de fronteira serviu como via de acesso para colonizadores, madeireiros e autoridades, além de prover os moradores locais com os produtos da pesca.

Conforme Oliveira (2000), o cultivo da erva mate teve papel importante na economia e na história do município. Foi comercializado inicialmente pelas tribos indígenas. A erva-mate era levada através de picadas na mata, até a margem oposta do rio Uruguai. Posteriormente a suinocultura foi introduzida e áreas foram desmatadas para o cultivo de milho. A colonização que acelerou o processo de desmatamento tem nos cultivos anuais, próprios para subsistência, o sustento de outras atividades. No ramo industrial, o município conta com atividades de serrarias e olarias. Os produtos agrícolas como trigo e milho são beneficiados em moinhos. No setor dos lácteos, o município conta com uma indústria de fabricação de queijos, resfriamento e pasteurização de leite.

**Tabela 1.** Dados climatológicos de temperatura e precipitação.

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
Temp.mínima média °C	18	18	17	13	11	9	9	10	11	12	14	16	13
Temp. máxima média °C	29	29	28	23	21	19	18	19	20	23	26	28	24
Temp.média °C	23	23	21	18	15	13	12	14	15	17	20	22	18
Precipitação (mm)	162	121	121	136	119	95	116	118	137	161	180	188	1653

Fonte: Embrapa Clima Temperado, 1989.

<sup>1</sup> Comunicação pessoal do Eng. Agrôn. Marcus Oliveira Wrege, da Embrapa Clima Temperado.

Segundo IBGE (2003), a produção agrícola no município está baseada na produção de soja, milho, trigo, mandioca e fumo. Outras culturas como feijão, cana-de-açúcar e batata-inglesa têm papel importante na agricultura municipal (Tabela 2).

A suinocultura foi em um passado próximo (1950 a 1980) a grande mola econômica, levando os municípios da região Ceileiro a terem prestígio nacional pela criação de porcos de raças aprimoradas. Mas, com o desenvolvimento da cultura da soja, a suposta peste suína e a substituição da banha suína pelo óleo de soja e outros óleos vegetais, houve uma redução na produção e uma decadência no setor (ESPERANÇA DO SUL, 2000).

**Tabela 2.** As principais culturas, área, produção, rendimento médio no município de Tiradentes do Sul, no ano de 2003.

Cultura	Área (ha)	Produção (t)	Rendimento médio (Kg/ha)
soja	12.000	25.200	2.100
milho	6.500	19.500	3.000
trigo	2.300	3.105	1.350
mandioca	200	2.400	12.000
fumo	200	360	1.080
feijão	50	32	640
cana-de-açúcar	60	1.380	23.000
batata	50	170	3.400

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal (2003).

Na pecuária, a bovinocultura de leite veio substituir em grande parte a suinocultura, como forma mensal de renda. Conforme IBGE (2003), o rebanho leiteiro atual chega a 7.670 vacas ordenhadas, com produção de 14.632 litros de leite por dia (Tabela 3). A criação de bovinos tem grande importância para a agricultura em geral, atuando como forma de tração, já que o uso de máquinas é muito limitado e também como meio de transporte para a população rural.

**Tabela 3.** Principais rebanhos em quantidade de animais.

Rebanho	nº de animais
bovinos	19.532
suínos	10.302
eqüinos	108
coelhos	300
vacas ordenhadas	7.670
ovinos	116
caprinos	58

Fonte: IBGE, produção pecuária municipal (2003).



**Fig. 1.** Resteva de milho na meia encosta de espigões degradados (P<sub>2</sub>). Cultura de soja na parte superior da encosta. Cultivo de milho, em fase inicial, junto à estrada.



**Fig. 2.** Áreas totalmente utilizadas na exploração da terra que contam com energia e água canalizadas para as propriedades.



**Fig. 3.** Início de vales com cultivos generalizados entre árvores em espigões em degradação.



**Fig. 4.** Cultivo de soja no topo de espigões degradados com solos rasos, cascalhentos e pedregosos.



**Fig. 5.** Cultivo de soja em fundo de vale aplanado e vegetação de capoeira nas bordas da serra e do rio Uruguai.



**Fig. 6.** Borda do rio Uruguai no período de verão (seca).



**Fig. 7.** Cultivo sucessivos de milho (duas safras) em topo de espigão degradado com solos rasos, cascalhentos e pedregosos.



**Fig. 8.** As atividades da agricultura familiar local continuam semelhantes desde os tempos iniciais, na região.

## Aspectos de vegetação

A vegetação atual que cobre o município é praticamente toda de uma sucessão de culturas regionais de inverno (trigo e aveia) e verão (soja, principalmente, milho e poucos outros cultivos). Praticamente a terra tem uso contínuo nas duas estações. Ou está cultivada ou está sendo preparada para novas culturas. O controle da nova vegetação dita de invasoras de pequeno porte, que tenta se restabelecer, é feito com herbicidas e capinas.

Para Rambo (1994), a vegetação do Planalto a partir do município de Ijuí em direção ao norte começa com a intensificação da floresta. Inicialmente com a ocorrência de campos esparsos entre “capões” de mata de composição semelhante à floresta. Acentua a hipótese de que a mata estava progressivamente se estabelecendo nas savanas. Não considera os efeitos da presença do homem e suas ações agrícolas passadas sobre o estabelecimento dessas savanas.

Localmente, restam fragmentos isolados de uma mata nativa exuberante preservada apenas em pequenas áreas, nos fundos dos vales íngremes. Normalmente, a maior parte das raras árvores nativas, de grande porte e de boa qualidade, são encontradas esparsas nos vales, onde os agricultores construíram as suas casas em função da disponibilidade de água local.

IBGE (1986) considera que, ainda no início do século passado, a área originalmente fazia parte da Floresta Estacional Decidual Submontana. Na verdade, em relação à floresta só restam fragmentos esparsos deixados pelos imigrantes responsáveis iniciais da degradação do sistema florestal. Atualmente há o domínio de arbustos de espécies mais resistentes a esse intensivo desmatamento para se estabelecer áreas para culturas. Nos vales dos rios, IBGE (1986) considera que os restos da Floresta Estacional Decidual Submontana sejam contínuos.

O intenso desmatamento da floresta se efetivou com o uso progressivo das terras para a implementação de cultivos de subsistência,

pastagens e serrarias. A ocupação agrícola foi intensa na época inicial da colonização. Está adaptada principalmente às dificuldades impostas pelo relevo das terras e pela reduzida área disponível. Atualmente, a quase totalidade das áreas, é ocupada por culturas anuais. Entretanto, há raras culturas ocasionais. A erva-mate (em extinção) e citros podem ocorrer apenas nos arredores das moradias.

IBGE (1986), analisando o contexto climático local, descreve que durante o ano há dois períodos térmicos distintos: um, com temperatura média, das médias, superior a 20°C, durante os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (verão), e outro, com temperatura média, das médias, inferior a 15°C, nos meses de junho, julho e agosto (inverno). Não foram observados períodos de déficit hídrico.

O mesmo órgão de pesquisa descreve a estrutura da Floresta Estacional Decidual Submontana, como representada por dois estratos arbóreos distintos: um, emergente, aberto e decíduo, com altura variando entre 25 a 30 metros, e outro, dominado e contínuo, de altura não superior a 20 metros, formado principalmente por espécies perenifoliadas, além de um estrato de arvoretas. Comenta que a fisionomia decidual desta floresta era determinada pelo estrato emergente, dominado por leguminosas caducifólias, onde se destacavam a *Apuleia leiocarpa* (grápia) e a *Parapiptadenia rigida* (angico). Acentua que há uma diversificada florística, com aspectos distintos, em função de pequenas variações ambientais, determinadas por parâmetros litológicos, geomorfológicos, edáficos e climáticos.

Os elementos arbóreos que constituem o estrato emergente da Floresta Estacional Decidual são de origem tropical, apresentando, portanto, dois períodos fisiológicos distintos: um higrófito, de alta transpiração, quando com folhas, e outro, xerófito, sem transpiração, quando sem folhas. O caráter de estacionamento, pelos efeitos do clima, para esta região florestal, é determinado pelo período de baixas temperaturas que, fisiologicamente, exerce sobre as plantas o mesmo efeito da seca (IBGE, 1986).

Para o citado órgão de pesquisa, as variações nos gradientes ecológicos fundamentais, permitiram a individualização da formação Submontana, limitada às condições altimétricas entre 30 e 400 metros. Esta formação, Submontana ocupava formas de relevo que variam de suavemente ondulado a dissecado (superfícies muito rugosas).

De acordo com a mesma fonte, na sua estrutura, esta formação florestal caracteriza-se localmente por apresentar um estrato arbóreo emergente, onde predominam *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Myrocarpus frondosus* (cabriúva), *Cordia trichotoma* (louro), *Cedrela fissilis* (cedro), *Cabralea canjerana* (canjerana), *Peltophorum dubium* (canafístula) e *Phytolacca dioica* (umbu); outro estrato dominado constituído por: *Patagonula americana* (guajuvira), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Eugenia rostrifolia* (batinga), *Ocotea puberula* (canela-guaicá), *Balfourodendron riedelianum* (guatambú) e *Pachystroma longifolium* (mata-olho); ainda um estrato de arvoretas formados por: *Actinostemon concolor* (laranjeira do mato), *Sorocea bonplandii* (cincho) e *Trichilia clausenii* (catinguá); além da regeneração de espécies dos estratos superiores.

Nos possíveis contatos desta floresta com a estepe Gramíneo Lenhosa, IBGE (1986) cita como espécie dominante *Aristida pallens* (barba-de-bode). Algumas como *Ateleia glazioviana* (timbó), ainda ocorrem nas bordas das estradas e campos poucos cultivados. Além disso, nas áreas de drenagem, é encontrada em meio a capões *Bambusa trinii* (taquaruçu), *Erythrina crista-galli* (corticeira) e algumas espécies de *Alsophila* sp. (xaxim).

## Aspectos geológicos

A caracterização do embasamento geológico regional do Planalto tem sido, de certa forma, aceita de maneira muito generalizada como um domínio de basalto. Entretanto, há necessidade de uma diferenciação nestas variações rochosas locais (Fig. 9 a 14).

Conforme Holz (1999), até o período Jurássico, parte do RS era coberto por um deserto arenoso aplainado, proveniente de depósitos fluviais anteriores.

O mesmo autor acentua que o Planalto e a Serra Gaúcha, com seus quase mil metros de altura, existem graças ao vulcanismo de fissuras que está relacionado à fragmentação do supercontinente Pangéia, que começou a ocorrer há 190 milhões de anos. Estudos geomorfológicos mais precisos identificam um intervalo da ordem de 10 milhões de anos para o evento da Bacia do Paraná, com idades entre 138 e 128 Ma (ROISENBERG e VIERO, 2000). Descrevendo o evento, Holz (1999) acentua que o vulcanismo produziu lava em quantidade suficiente para cobrir praticamente todo o deserto. Os primeiros pulsos de lava eram fracos e duravam pouco tempo. Eram limitados e geograficamente localizados em apenas algumas áreas descontínuas. Logo o vento os recobriu de areia. Mas, com o passar do tempo, os pulsos vulcânicos ficaram mais freqüentes e fortes. A lava brotava em corridas sucessivas, não deixando tempo para a areia eólica cobrir a rocha formada. Assim, a paisagem do Estado foi novamente modificada, e o grande mar de areia desapareceu sob uma seqüência muito espessa de rochas basálticas.

Acentua ainda que demoraria algumas centenas de anos para resfriar a planície e transformar o último resquício de lava em basalto. A paisagem sul do Planalto Sul-Rio-Grandense se transformou em uma imensa área relativamente plana, totalmente constituída de basalto, nu, sem cobertura de solo nem vegetação. Com o decorrer do tempo, gradativamente os processos de erosão e intemperismo criaram uma camada de solo na superfície rochosa recém formada. Rios e lagos se instalaram novamente e transformaram o Planalto.

Para o autor, ainda no Jurássico, após ou concomitante com o intenso vulcanismo de fissuras, que terminou com a existência do deserto, iniciou-se a fragmentação. Segundo Leinz e Amaral (1975), as lavas vulcânicas possuem velocidade de acordo com as formas, texturas e estruturas, que dependem da viscosidade. As quantidades e as condições topográficas também exercem influência no que diz respeito ao modelamento superficial do terreno. As lavas viscosas, via de regra, são aquelas ricas em sílica, de composição química semelhante à das rochas graníticas, e são denominadas lavas ácidas. Este tipo forma derrames curtos, espessos, raras vezes bifurcados, como consequência da alta viscosidade. A frente e os flancos dos derrames

são abruptos. Em casos de viscosidade muito elevada, não se derramam e sim formam-se cúpulas de represamento, e até extrusões quase sólidas. Consolidam-se rapidamente e não há tempo suficiente para a formação de cristais, que exigem a ordenação e agrupamentos dos átomos. Forma-se, então, o vidro vulcânico, amorfo. A cor é preta, podendo, às vezes, ser avermelhada ou leitosa. Esta, se deve à difusão de bolhas microscópicas de gases, enquanto que a cor vermelha é conseqüente da oxidação do ferro. Quando as condições de pressão e de viscosidade são favoráveis, há expansão dos gases contidos na lava. Forma-se uma verdadeira espuma que, ao se consolidar, dá origem a pedra-pomes. Nos vidros, tais gases se encontram dissolvidos.

As lavas fluídas, por sua vez, são normalmente de constituição básica, ou seja, são pobres em sílica, tendo a composição química análoga à das rochas basálticas. Possuem grande mobilidade e durante o derramamento ajustam-se às irregularidades do terreno. Sendo grande o declive, a corrida é fina e estreita. O mecanismo do movimento é análogo a um líquido. Sendo mais rápido no centro da corrente, diminuindo nas bordas. A consolidação se dá tanto pela irradiação térmica da lava para a atmosfera, como pela condução do substrato. A lava torna-se coberta por uma crosta sólida, cujo aspecto se modifica constantemente, graças ao movimento do derrame. A superfície apresenta-se com aspectos variáveis, dependendo do grau de viscosidade e da quantidade de gases contidos. Assim, o derrame pode tomar o aspecto de lava em blocos ou lava em corda.

Na lava, em blocos, a superfície é áspera, fendilhada, resultando no aspecto geral, em fragmentos agudos e lascas. As vesículas de gases no seu interior são raras, e quando presentes são grandes e de formas irregulares. A cor é freqüentemente avermelhada, graças à oxidação provocada pelo ar que percola facilmente pelas fendas da lava. O resfriamento é relativamente rápido e a quantidade de gases é grande, sendo estes os fatores que determinam o tipo de lava. O escape dos gases ou a concentração em grandes bolhas influem também no aspecto morfológico deste tipo de lava. A frente constitui-se num amontoado de blocos em movimento.



**Fig. 9.** Focos localizados de rochas vulcânicas silicosas espessas e em pequenas áreas.



**Fig. 10.** Afloramentos de basalto de natureza alcalina nos topos das elevações resistentes ao dissecamento regional.



**Fig. 11.** Basalto alcalino em decomposição nos topos dos espigões. São lâminas intercaladas entre si, intensas longitudinalmente.



**Fig. 12.** Rochas vulcânicas de natureza ácida com aspecto vítreo que sofreram resfriamento rápido. Ocupam os topos dos espigões. São espessas, com grandes volumes localizados.



**Fig. 13.** Rochas vulcânicas estratificadas de natureza alcalina depositadas em épocas distintas sobre uma deposição mais silicosa (cinzenta clara).



**Fig. 14.** Rochas vulcânicas de natureza não determinada, de cor cinzenta em curtos derrames com resíduos muito altos de cálcio e magnésio (Tabelas 5 e 6).

**Tabela 4.** Informações do perfil TS- Basalto claro.

a) Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico fragmentário; Soil Taxonomy – Mollic Udarent. b) Localização: Tiradentes do Sul. c) Geologia regional: rocha vulcânica cinzenta. d) Material de origem: estrato rochoso cinzento claro. e) Geomorfologia: espigão rochoso. f) Situação do perfil: topo do espigão. g) Declividade: -%. h) Erosão: -. i) Relevos: forte ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: não determinada. m) Rochosidade: 50%. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A <sub>1</sub>	0-15	
c <sub>1</sub>	15-30	
C <sub>2</sub>	30-50	Não descrito
C <sub>3</sub>	50-100	
D	100-110	

**Tabela 5.** Resultados das análises do perfil TS- Basalto claro.

Fatores	Horizontes				
	A <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	D
Espessura (cm)	0-15	15-30	30-50	50-100	100-110
C. orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	22,80	11,30	5,80	5,80	4,90
M. O. (%)	3,93	1,95	0,99	0,99	0,84
P (mg kg <sup>-1</sup> )	3,50	1,70	1,40	12,00	53,50
pH (H <sub>2</sub> O)	6,25	6,30	6,01	6,51	6,57
pH (KCl)	4,61	4,15	3,92	4,22	4,23
Ca (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	17,10	21,30	24,50	23,90	28,80
Mg	4,90	5,80	6,60	6,80	7,50
K	0,38	0,15	0,24	0,29	0,43
Na	0,04	0,04	0,03	0,07	0,09
S	22,42	27,29	31,37	31,06	36,82
Al	0,00	0,30	0,70	0,20	0,30
H + Al	1,50	1,60	1,70	1,30	0,90
T	23,92	28,89	33,07	32,36	37,72
T(arg.)	-	-	-	-	-
V (%)	94	94	95	96	98
Sat. Al	-	-	-	-	-
Fe (total)	-	-	-	-	-
Calhaus (g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Cascalho	99	99	115	17	137
Areia grossa	131	205	435	270	488
Areia fina	262	339	300	364	329
Silte	515	400	249	325	171
Argila	92	56	16	41	12
Argila natural	31	35	15	29	7
Agregação (%)	66	38	6	29	42
Silte/argila	5,60	7,14	15,56	7,92	14,25
Textura	SiL	L	LS	LS	LS

SiL – franco-siltoso; L – franco; LS – areia-franca.

## Metodologia

O estudo em nível de reconhecimento delinea cartograficamente, por meio de fotos aéreas verticais, na escala 1:60.000, do ano de 1965, unidades de relevo onde são determinados solos, classes de capacidade de uso, aptidão agrícola das terras, principais estradas de rodagem, redes hidrográficas e açudes.

Para a classificação taxonômica foram usados o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006) e o Sistema de Classificação Americano Soil Taxonomy (USA, 1996).

As terras foram classificadas utilizando-se o sistema denominado capacidade de uso das terras (LEPSCH ET. AL., 1991 e ESTADOS UNIDOS, 1951), que se baseia nos fatores limitantes à sua utilização e seu relacionamento com a intensidade de uso. Este sistema foi elaborado, primordialmente, para atender ao planejamento de práticas de conservação do solo, prevendo oito classes de capacidade de uso, convencionadas pelos algarismos romanos de I a VIII. As classes I, II e III são próprias para culturas anuais, porém os riscos de degradação ou grau de limitação ao uso aumentam da classe I à III; a classe IV somente deve ser utilizada ocasionalmente para culturas anuais, mesmo assim com sérios problemas de conservação.

As classes V, VI e VII são inadequadas para culturas anuais, mas próprias para culturas permanentes (pastagem ou reflorestamento), nas quais os problemas de conservação aumentam da classe V à VII. A classe V é restrita a terras planas inundáveis e a classe VIII é imprópria para qualquer tipo de cultivo (anual, pastagem ou reflorestamento). Para determinar a capacidade de uso das terras, consideram-se os fatores que possam ser limitantes à produtividade das culturas ao longo do tempo. Os fatores são identificados pela letra minúscula "e" (limitação por suscetibilidade à erosão), "s" (limitação relativa ao solo), "d" (limitação devida ao excesso de água) e "c" (limitação climática). Esses símbolos gerais são considerados subclasses e têm por objetivo evidenciar as principais limitações.

Neste trabalho, não se considera a subclasse clima como variável para a classificação, entretanto a deficiência de água está diretamente relacionada a esse fator. As glebas de terras de mesma classe e subclasse, quando necessitam tratamentos diferenciados principalmente pela constituição dos solos, são denominadas de unidades de produção. Na verdade, essa classificação foi feita para dar condições à implementação efetiva de sistemas de controle à erosão, que no início do século passado estava destruindo os solos na América do Norte. Aqui no país tem sido usada para fomentar uma idéia de potencialidade agrícola das terras. Esse conceito generalizado parece próprio, pois à medida que a erosão acelerada passou a ser quase debelada por práticas conservacionistas de plantio direto, essa diferença de risco imediato, que diferenciava uma classe da outra, parece ter se tornado menor.

Em virtude disso, cultivar a terra suscetível à erosão acelerada é possível, mas o conjunto de dificuldades e os efeitos inerentes dos tratamentos culturais ainda são os mesmos; portanto, as diferenças e graus de dificuldades entre classes ainda existem. Situar essas diferenças e dificuldades e corrigi-las dentro de uma ordem que efetivamente represente os fatores econômicos, parece um caminho para uma nova taxonomia.

Está sendo usado o sistema de aptidão agrícola das terras (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995), que se diferencia do anterior por procurar atender, embora subjetivamente, a uma relação custo/benefício favorável. No caso, não foram considerados fatores econômicos. Atende-se a uma realidade compatível com a média das possibilidades dos agricultores, numa tendência econômica a longo prazo, sem perder de vista o nível tecnológico adotado. O sistema consta de seis grupos de aptidão agrícola de terras. São eles os grupos 1, 2, 3 (cultivos anuais), 4 (pastagens cultivadas), 5 (pastagem natural e silvicultura) e 6 (inapto ao uso agrícola praticamente inexistente no município). Além disso, o sistema considera três tipos de níveis de manejo: A (primitivo, sem tecnologia), B (intermediário, com alguma tecnologia) e C (alto nível tecnológico). Para cada tipo de manejo (A, B ou C), a aptidão da terra pode ser "boa" (representada pela letra maiúscula do respectivo manejo), "regular" (letra minúscula), "restrita" (letra minúscula entre parênteses) e "inapta" (ausência de letras).

Para determinar a aptidão agrícola, consideram-se os seguintes fatores limitantes: fertilidade natural, excesso de água, falta de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Cada um destes fatores é avaliado quanto à intensidade ou grau da limitação, podendo ser nula (N), ligeira (L), moderada (M), forte (F) e muito forte (MF). O grau de limitação mais acentuado define a classe de aptidão em cada nível de manejo. A avaliação do grau de limitação é baseada na experiência dos executores e em dados regionais. Os materiais cartográficos básicos à disposição para o levantamento foram aerofotos na escala de 1:60.000, cartas do Serviço Geográfico do Exército na escala 1:50.000, e programas de computador Idrisi, CartaLinx e CorelDraw.

Os mapas anexados no final do texto indicam a descrição geral da área, solos (classificação taxonômica), formas de relevo, capacidade de uso das terras, bacias hidrográficas e aptidão agrícola das terras.

A seqüência de atividades desenvolvidas foi:

- a) fotointerpretação preliminar para delineamento de superfícies homogêneas, sob o ponto de vista de tonalidade fotográfica e relevo;
- b) percurso da área para analisar a relação entre as superfícies homogêneas delineadas, material de origem, vegetação, características, distribuição dos solos e coleta de perfis de solos;
- c) confecção da legenda preliminar com as formas de relevo das diferentes superfícies;
- d) novo percurso da área, para certificar-se dos pontos onde havia dúvidas sobre a geologia e solos;
- e) interpretação das análises químicas para caracterização das unidades;
- f) classificação dos solos nos diferentes sistemas taxonômicos e em dois sistemas interpretativos;
- g) confecção dos mapas e relatório descritivo.

As análises químicas necessárias, com exceção do carbono orgânico, foram realizadas de acordo com os métodos descritos no Manual de Métodos de Análises de Solo Embrapa (BRASIL, 1979):

- pH em água e pH em KCl;
- $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , extraídos com KCl 1 M e determinados por espectrofotometria de absorção atômica;

- $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , extraídos com HCl 0,05 M +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025 M e determinados por fotometria de chama;
- P, extraído com HCl 0,05 M +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025 M e determinado pelo espectrofotômetro;
- $\text{H}^+$  +  $\text{Al}^{3+}$ , extraídos com  $\text{Ca}(\text{OAc})_2$  1 M pH 7,0 e titulados com NaOH 0,0606 M e fenolftaleína como indicador;
- $\text{Al}^{3++}$ , extraído com KCl 1M e titulado com NaOH 0,025 M e azul-bromotimol como indicador;
- A determinação do carbono orgânico no solo, descrita por Tedesco et al. (1995), é baseada no método de Walkley e Black, descrito por Alisson (1965). É caracterizada pela oxidação com dicromato de potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1,25 M) em meio ácido. A determinação do C orgânico, envolve a conversão de todas as formas de C para o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) por combustão úmida. O calor é obtido a partir da diluição do ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado) em água deionizada, pelo aquecimento externo. A titulação é feita por sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$  0,25M). A cor da solução, no início varia de laranja-amarelado a verde-escuro, mudando para cinza turbido antes do ponto final de viragem e então, muda abruptamente para um vermelho tijolo, no ponto final da titulação.
- Ferro total extraído com solução de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e determinado de acordo com o método descrito no Manual de Métodos de Análises de Solo da Embrapa (BRASIL, 1979). Em razão dos resultados dos óxidos de ferro não terem ainda sido obtidos, os autores, para efeito de classificação consideraram os resultados obtidos em levantamentos anteriores (BRASIL, 1973 e IBGE, 1986), além de resultados obtidos em levantamentos recentes nos municípios adjacentes.
- Análise granulométrica determinada por dispersão em água com agente químico (NaOH) e agitação mecânica de alta rotação, sedimentação e determinação de argila pelo método da pipeta, com areia grossa e areia fina, separadas por peneiramento, e silte calculado por diferença, não sendo empregado pré-tratamento para eliminação da matéria orgânica. O teor de argila natural foi determinado apenas com dispersão em água.

Os solos foram descritos conforme se inserem nas unidades de formas de relevo, (espigões rochosos, espigões degradados, serras (vales íngremes) e vales aplainados) aqui diferenciadas nas fotos aéreas, mais especificamente por seus aspectos geomorfológicos, padrões de drenagem, vegetação, etc. Assume-se que os solos estão

distribuídos neste contexto como apenas mais um dos componentes. Além disso, as formas de relevo se relacionam intimamente com o uso agrícola das terras, objetivo preponderante neste trabalho. Os perfis foram coletados em cortes de estradas. As estradas municipais dão acesso a todas as propriedades onde a constatação dos solos foi feita sem restrições.

Os resultados analíticos e a qualificação das características dos solos estão inseridas nas descrições morfológicas das unidades de relevo. Além disto, foram utilizadas terminologias semelhantes que comparam solos regionais.

## Resultados

O município de Tiradentes do Sul, situado na parte noroeste do Planalto, região do Alto Uruguai, é composto por um espigão central que se direciona perpendicularmente ao rio Uruguai. No seu percurso emite transversalmente apêndices e com direções transversais aos drenos naturais que são cavados pelo processo erosivo natural. A sua altitude atinge, nas partes mais altas, 450 metros.

Como um todo, o município é resultado de um processo erosivo de dissecação muito forte, que está corroendo, progressivamente, um planalto antigo muito amplo, que se situava normalmente nas cotas acima de 500 m. Localmente o processo erosivo que está modificando o planalto regional se intensificou desde o estabelecimento do rio Uruguai. Em detalhes, este planalto ainda está composto, na parte mais elevada, por pequenas chapadas que se segmentam em um conjunto de espigões secundários estreitos, aplainados e lisos, que, progressivamente, pouco a pouco se distanciam entre si formando vales profundos. As suas extremidades próximas ao rio Uruguai, já mais erodidas, são rugosas nos topos e apresentam desagregação das rochas nos ápices. Os espigões degradados lembram tentáculos de um polvo, em direção ao rio Uruguai, presos a um corpo único estreito que se distanciam entre si das chapadas restantes.

### Espigão (P<sub>1</sub>)

Esta unidade de relevo compreende as superfícies estreitas e ásperas de nível superior, isoladas, raramente segmentadas longitudinalmente, que

constituem, no topo, um arcabouço de relevo com aspecto suave ondulado. São restos rochosos de antigo planalto em que os processos erosivos removeram intensamente, além das camadas laterizadas superficiais do solo, quase todo o complexo rochoso deixando apenas um filete elevado, testemunha de um planalto anterior. Secciona-se longitudinalmente as duas bacias hidrográficas do município. A partir do espigão estão sendo criados vales profundos até o nivelamento com o rio Uruguai. Os espigões (P<sub>1</sub>) constituem-se em segmentos elevados perpendiculares ao dreno principal, que é o rio Uruguai. Cristas similares são apêndices do eixo principal com direções perpendiculares aos dois afluentes do rio Uruguai que estabelecem os limites do município. Os solos estabelecidos são recentes. Não há Latossolos nem Nitossolos (solos antigos) como nas regiões vizinhas. Os solos que ocorreram posteriormente estão situados onde os resíduos recentes das rochas estão pouco erodidos. Estes solos atuais, muito recentes são constituídos e removidos sem se tornarem evoluídos integralmente em seus resíduos mineralógicos. A drenagem superficial, ao lado, construiu vales profundos e encravados como nos municípios vizinhos, com ravinas de encostas verticais isolando pouco a pouco esses espigões antigos. São vales inicialmente muito estreitos, verticalmente retilíneos e muito semelhantes. Camadas estratificadas mais endurecidas de basalto, em alternância com material menos resistente, fizeram com que se constituíssem formas de relevo que se removem sem se aplainarem. São predominantes na formação geral. Como consequência desse modelamento erosivo constante e uniforme, as superfícies planas e estreitas dos topos dos espigões, somente ocasionalmente em pequenas dimensões, estão aplainadas. No geral, os solos são rasos e pouco evoluídos com muitas rochas a poucos centímetros da superfície.

As alternâncias rochosas, nesse filete de topos superiores, dão uma conotação esquelética ao modelamento que hoje expõe apenas restos de resíduos finos entre cascalhos rochosos, que formam pequenas superfícies homogêneas, onde ainda se estabeleceram pequenas roças.

No processo de remoção de um relevo suave ondulado, criando-se uma superfície pouco convexa do espigão, há conservação de camadas

superficiais de resíduos antigos que ocorrem alternadamente nas encostas dos vales menos depressivas. Nestes locais há solos mais espessos, pouco profundos, sem serem denominados litólicos (lépticos), como no geral. Como consequência as características são próprias de solos que conservam resíduos mais intemperizados, mas ainda responsáveis pela manutenção de atributos “chernozênicos” com cores pouco mais avermelhadas, como nas pequenas superfícies mais conservadas. Os resultados analíticos permitem constatar que as tendências gerais são de predominarem solos com saturação de bases muito altas, desde as camadas mais superficiais. Isso ocorre também nas áreas de pequenas superfícies com maiores espessuras de resíduos. Certamente se relacionam também com o maior poder de retenção do complexo de troca dos resíduos da floresta anterior e da pouca intemperização das argilas. Este fator parece contrariar a drenagem interna vigente, em que a água percolada, ao atingir a superfície do basalto, fluindo pela parte inferior do solo em direção às bordas dos drenos naturais, deveria empobrecer mais intensamente essas camadas internas.

Nesta unidade de relevo são encontradas predominantemente variações de Neossolos Litólicos com grandes grupos dos Eutróficos e Chernossólicos. Estes solos são definidos nos subgrupos como chernossólicos e fragmentários em função de características muito próximas do A chernozêmico e dos altos teores de cascalhos da parte inferior (horizonte C) (Fig. 15 a 18).

O solo de maior ocorrência descrito TS-1 (Tabelas 6 e 7) situa-se nas superfícies mais rasas seguido de outros poucos mais profundos. Este solo possui um horizonte A1, de 20 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande, muito friável, matéria orgânica de 2,77%, acidez com pH de 7,28, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 15,46  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 15,46  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 93%.

A camada inferior possui horizonte A2, de 30 cm de espessura, cor bruno-escuro (7,5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande, matéria orgânica de 2,75%, acidez em pH de 6,82, alumínio trocável de

0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 16,13  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions 17,83  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 90%.

A camada posterior possui horizonte C, de 10 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3), estrutura de fragmentos de basalto em desagregação, matéria orgânica de 0,55%, acidez com pH de 6,72, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 13,97  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 14,37  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 97%.

Este solo caracteriza um horizonte muito próximo do A chernozêmico, sem satisfazer o critério de cor, sobre cascalhos em desagregação que o define como Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico fragmentário.

Os solos, um pouco mais profundos, que ocorrem associados e desenvolvem horizonte Bi (incipiente), entre as rochas em desagregação, estão situados como Cambissolos Hápticos. Não satisfazem a condição de horizonte A chernozêmico no critério de cor que está mais avermelhado. Essa condição (que está no limite) os levaria aos Chernossolos. Uma menor percentagem que com horizontes pouco mais escuros (chernozênicos) apresentam horizontes incipientes (Bi). Estão situados como Chernossolos Hápticos, ou seja, um conceito muito generalizado onde abrigam muitos solos distintos. Deveriam constituir uma subordem Vermelho muito particular.

Esse aspecto (Bi incipiente) aparentemente caracteriza uma ingerência pouco didática da ordem dos Chernossolos nos Cambissolos. Se a todas as ordens forem incluídos os solos incipientes a ordem dos Cambissolos deixaria de existir. Deveria ser um princípio geral a presença de horizontes Bi (incipientes) somente para Cambissolos. A procedência dos Chernossolos está embasada nos Brunizéns que eram definidos como horizontes Bt ou Btca. O critério de horizonte A chernozêmico era uma consequência apenas.

O perfil TS-6 (Tabelas 8 e 9), caracteriza os solos mais profundos que ocorrem nos espigões (P<sub>1</sub>) mais elevados e rochosos. Este solo possui um horizonte A1, de 20 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande,

muito friável, matéria orgânica de 5,24%, acidez com pH de 5,84, alumínio trocável de 0,10  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 11,44  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 13,94  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 82%.

A camada inferior possui horizonte Abi, de 30 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande, matéria orgânica de 3,06%, acidez em pH de 6,03, alumínio trocável de 0,10  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 11,30  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions 13,40  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 84%.

A camada posterior possui horizonte BC1, de 25 cm de espessura, cor vermelho-amarelado (5 YR 4/6), forte estrutura granular pequena a grande, matéria orgânica de 2,12%, acidez com pH de 6,16, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 13,29  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 15,09  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 88%.

A camada inferior possui horizonte BC2, de 25 cm de espessura, cor vermelho-amarelado (5 YR 4/6), forte estrutura granular pequena a grande, matéria orgânica de 1,58%, acidez com pH de 6,30, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 14,18  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 15,88  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 89%.

No caso, optou-se pela denominação provisória de Cambissolo Háplico Ta Eutroférico chernossólico. Quanto ao uso agrícola, essas terras que comportam uma agricultura familiar típica, muito atuante, por ser auto-sustentável no seu conceito econômico, estão sendo erodidas com o uso em cultivos anuais. As pequenas dimensões das lavouras, condicionadas pelas rochas, alguma vegetação e declives, além de dificultar o uso, têm controlado parcialmente a erosão. Não há emendas nos sulcos erodidos que transportam a água pela encosta como há nas grandes lavouras onde o processo erosivo se multiplica.

Estas terras comportam cultivos perenes e silvicultura em uma agricultura empresarial tecnificada (Classe VIIse-1 de capacidade de uso das terras). Entretanto, a situação vigente e que

tende a se perpetuar, é uma agricultura já estabelecida onde cultivos perenes pouco a pouco irão sendo introduzidos, além dos cultivos anuais necessários à sobrevivência das famílias.

No sistema de Ramalho Filho e Beeck (1995) de aptidão agrícola das terras essas glebas seriam classificadas como pertencentes à classe A(b), ou seja, “boa” a pequenos produtores por serem muito férteis (produzem boas colheitas sem adição suplementar de nutrientes) e, “restrita” a médios produtores pelas dificuldades impostas ao uso em lavouras mais amplas (pedras, rochas e declives). No geral, essas terras não devem responder a uma adubação de correção para colheitas de uma agricultura familiar.



**Fig. 15. NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico fragmentário** de ocorrência comum nos topos dos espigões degradados.



**Fig. 16. NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico fragmentário** pouco profundo com muito cascalho e acúmulo de umidade na parte inferior da encosta (basalto alcalino).



**Fig. 17. NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário** de muito baixa espessura condicionado pelos efeitos erosivos de cultivos sucessivos.



**Fig. 18. NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário** em rocha basáltica de natureza mais ácida. Solos com cobertura de pastagem cultivada para controle da erosão laminar já desenvolvida.

**Tabela 6.** Informações do perfil TS-1 da unidade P<sub>1</sub>.

a) Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico fragmentário; Soil Taxonomy – Mollic Udarent b) Localização: coordenadas = E = 0786140, N = 6968490 m, altitude = 360 m. c) Geologia regional: basalto alcalino em deposições alternadas horizontais. d) Material de origem: basalto alcalino. e) Geomorfologia: espigão estreito de nível superior. f) Situação do perfil: topo de espigão. g) Declividade: 10 % no topo. h) Erosão: processos erosivos diversificados e intensos. i) Relevo: topo do espigão suave ondulado, no geral escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 10%. m) Rochosidade: 20 a 30%. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: capoeira com restos de mata nativa. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A1	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a grande, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; transição gradual a difusa.
A2	20-50	Bruno-escuro (7,5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a grande, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; transição gradual a difusa.
C	50-60	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3) úmido; fragmentos de basalto em desagregação com muitas raízes separando os fragmentos rochosos.

**Tabela 7.** Resultados das análises do perfil TS-1 da unidade P<sub>1</sub>.

Fatores		Horizontes			Fatores		Horizontes		
		A1	A2	C			A1	A2	C
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-60	T(arg.)	"	73	124	88
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	16,10	16,00	3,20	V	%	93	90	97
M. O.	%	2,77	2,75	0,55	Sat. Al	"			
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	14,8	7,80	5,10	Fe (total)	"	-	-	-
pH (H <sub>2</sub> O)	-	7,28	6,82	6,72	Calhaus	(g kg <sup>-1</sup> )	71	584	745
pH (KCl)	-	6,04	5,66	5,38	Cascalho	"	327	125	130
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	12,60	13,80	11,60	Areia grossa	"	179	123	171
Mg	"	2,60	2,40	2,20	Areia fina	"	222	265	328
K	"	0,20	0,09	0,11	Silte	"	371	469	337
Na	"	0,06	0,04	0,05	Argila	"	228	143	164
S	"	15,42	16,13	13,97	Argila natural	"	42	38	60
Al	"	0,00	0,00	0,00	Agregação	%	82	73	63
H+Al	"	1,10	1,70	1,40	Silte/argila	-	1,63	3,28	2,05
T	"	16,56	17,83	14,37	Textura	-	SCL	L	L

SLC – franco-argilo-arenoso; L – franco.

**Tabela 8.** Informações do perfil TS-6 da unidade P<sub>1</sub>.

(hz)	(cm)	(solo)
A1	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a grande, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; transição gradual a difusa.
ABi	20-50	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a grande, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; transição gradual a difusa.
BiC1	50-75	Vermelho-amarelado (5 YR 4/6) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a grande, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; transição gradual a difusa.
BiC2	75-100	Vermelho-amarelado (5 YR 4/6) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a grande, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; transição gradual a difusa.

**Tabela 9.** Resultados das análises do perfil TS-6 da unidade P<sub>1</sub>.

		Horizontes			
Fatores		A1	ABi	BiC1	BiC2
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-75	75-100
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	30,40	17,80	12,30	9,20
M. O.	%	5,24	3,06	2,12	1,58
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	4,10	4,30	4,90	5,30
pH (H <sub>2</sub> O)	-	5,84	6,03	6,16	6,30
pH (KCl)	-	4,52	4,74	4,85	4,92
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	8,00	8,40	8,90	8,90
Mg	"	3,30	2,80	4,30	5,20
K	"	0,09	0,06	0,05	0,03
Na	"	0,05	0,04	0,04	0,05
S	"	11,44	11,30	13,29	14,18
Al	"	0,10	0,10	0,00	0,00
H + Al	"	2,50	2,10	1,80	1,70
T	"	13,94	13,40	15,09	15,88
T(arg.)	"	53	37	38	45
V	%	82	84	88	89
Sat. Al	"				
Fe (total)	"				
Calhaus	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	341
Cascalho	"	135	187	74	43
Areia grossa	"	101	137	125	152
Areia fina	"	178	126	157	143
Silte	"	463	377	327	348
Argila	"	258	360	391	357
Argila natural	"	76	112	128	117
Agregação	%	71	67	67	67
Silte/argila	-	1,79	1,05	0,84	0,97
Textura	-	L - CL	CL	CL	CL

L – franco; CL – franco-argiloso.

## Espigões degradados (P<sub>2</sub>)

Esta unidade compreende as pequenas superfícies elevadas que compunham o antigo espigão principal. Algumas estão ainda quase no mesmo nível ou pouco abaixo do nível superior do espigão principal, pouco conservadas, que se segmentaram a partir do nível rochoso mais antigo (P<sub>1</sub>). São as pontas finas dos espigões (P<sub>1</sub>) que, segmentadas e com basalto mais alcalino, se aplainaram baixando de nível altimétrico e compondo superfícies menos ásperas ou até mesmo lisas. Estão em um processo contínuo de desagregação entre si. Muitas já se segmentaram ao acaso provenientes de espigões mais submetidos à erosão e estão mais aplainadas (gastas). Outras estão, ainda em fase desta inicial destruição, formando um relevo bastante ondulado, em progressivo desgaste erosivo nas bordas dos restos do planalto. Alguns espigões fragmentados já constituem superfícies aplainadas isoladas do eixo inicial em nível altimétrico inferior. O processo erosivo atinge desde os topos dos segmentos, abaixando o nível e tornando a superfície estreita com a remoção dos resíduos ou somente aplainando as superfícies e conseqüentemente formando solos mais profundos e menos rochosos. As bordas dos segmentos aplainados são curvas com os solos tornando-se gradativamente mais profundos à medida que as encostas se tornam menos íngremes.

Os solos rasos e as áreas rochosas ocorrem por exposição de rochas basálticas mais duras (ácidas). Estes espigões erodidos e segmentados situam-se nos extremos dos que estão mais conservados e unidos, compondo níveis altimétricos intermediários (abaixo dos 340 metros). Teoricamente, teriam seu início nos topos desgastados onde as camadas de basalto mais duras (silicosas) já teriam sido eliminadas pela erosão. São superfícies em desagregação que irão constituir os vales menos íngremes e mais aplainados quando os declives se atenuarem.

As superfícies mais recentes aplainadas comportam solos ainda profundos com características de Chernossolos (Fig. 19 a 21), muitas vezes sem cumprirem as condições de cores escuras para o horizonte A chernozêmico como o perfil TS-7 (Tabelas 10 e 11), que possui um horizonte A1, de 20 cm de espessura, cor

bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, muito friável, matéria orgânica de 3,51%, acidez com pH de 5,86, alumínio trocável de 0,00 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup>, soma de bases trocáveis de 14,09 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca catiônica de 16,69 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup> e saturação de bases trocáveis 84%.

A camada seguinte possui horizonte A2, de 30 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 2,13%, acidez em pH de 5,84, alumínio trocável de 0,10 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup>, soma de bases trocáveis de 12,63 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca catiônica de 15,03 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup> e saturação de bases trocáveis 84%.

A camada inferior possui horizonte BiC, de 60 cm de espessura, cor vermelho-amarelado (5 YR 4/6), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande, matéria orgânica de 1,77%, acidez com pH de 5,85, alumínio trocável de 0,10 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup>, soma de bases trocáveis de 12,67 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca catiônica de 14,77 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup> e saturação por bases trocáveis de 86%.

Este solo situa-se como Cambissolo Háplico Ta Eutrófico chernossólico fragmentário (Fig. 22), entretanto, forma um conjunto de solos incipientes que se alternam entre superfícies mais conservadas. No geral, há uma predominância de Cambissolos Húmicos e Háplicos entre os Neossolos Litólicos Húmicos, Chernossólicos e Eutróficos que são muito cascalhentos.

No geral, nos Cambissolos a subordem Háplico é dominante no contexto atual pelo uso da terra que tende a eliminar os horizontes escuros. Com isso, parece que a generalização desses solos férteis e vermelhos como "Háplicos" é um aspecto da taxonomia atual que deve ser transitório, para essa área ampla do Planalto Sul-Rio-Grandense.

Nessas áreas alguns solos mais recentes, pouco profundos, com horizonte A que não cumprem as condições de A chernozêmico devido à cor mais avermelhada, situam-se na condição de Cambissolo Húmico. Entretanto, a proposição

taxionômica atual não considera a possibilidade de horizontes húmicos serem formados em condições de alta saturação de bases (horizontes húmicos seriam próprios de condições de má ou excessiva drenagem, ou frio concomitante).

Nas superfícies mais conservadas situam-se solos mais profundos. O perfil TS-2 (Tabelas 12 e 13), situado na parte central de um espigão aplainado, possui um horizonte A1, de 20 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, muito friável, matéria orgânica de 3,65%, acidez com pH de 6,27, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 9,97  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 11,97  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 83%.

A camada seguinte possui horizonte Bt1, de 30 cm de espessura, cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/6), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 3,17%, acidez em pH de 6,70, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 8,05  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 9,05  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 89%.

A camada posterior possui horizonte Bt2, de 50 cm de espessura, cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/6), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 2,41%, acidez com pH de 5,86, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 6,30  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 7,80  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 81%.

A camada inferior possui horizonte Bt3, de 10 cm de espessura, cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/4), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,58%, acidez com pH de 5,95, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 6,92  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 8,32  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 83%.

A camada posterior possui horizonte Bt2, de 50 cm de espessura, cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/6), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 2,41%, acidez com pH de 5,86, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 6,30  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 7,80  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 81%.

A camada inferior possui horizonte Bt3, de 10 cm de espessura, cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/4), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,58%, acidez com pH de 5,95, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 6,92  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 8,32  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 83%.

São superfícies aplainadas e conservadas. São contínuas somente em pequenas distâncias (<100m). Constituem solos pouco profundos e profundos que expõem Nitossolos Vermelhos Eutroférricos chernossólicos onde o intemperismo somente tem fragmentado parcialmente as argilas sem expor o alumínio trocável e remover significativamente as bases trocáveis, como geralmente ocorre nas superfícies antigas.

Quanto ao uso agrícola esses espigões são contraditórios. Há superfícies conservadas aplainadas (topo conservado) com encostas íngremes. Nessas condições há pequenas lavouras, mas que devem ter uso com cultivos perenes nas bordas das encostas. Seriam próprios a cultivos esporádicos anuais com um intenso controle a erosão próprios da classe IVse de capacidade de uso das terras. No sistema de aptidão agrícola das terras seriam da classe Ab(c), ou seja, muito "boa" para pequenos produtores, "regular" para médios produtores e "restrita" a uma agricultura mais tecnificada. Todas as terras, no geral, são muito férteis sendo que o fósforo deve ser incorporado para grandes colheitas, apenas. Para atividades agrícolas comuns de uma agricultura familiar os níveis de nutrientes são satisfatórios. Dispensam corretivos.



**Fig. 19. CHERNOSSOLO HÁPLICO Férrico cambissólico desenvolvido no centro de espigões degradados em fase de aplainamento que ocorre em associação com NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico..**



**Fig. 20. Superfície residual recente com CHERNOSSOLO HÁPLICO Férrico saprolítico desenvolvida em espigão em aplainamento.**



**Fig. 21. CHERNOSSOLO HÁPLICO Férrico típico desenvolvido em superfícies mais antigas aplainadas dos espigões degradados.**



**Fig. 22. CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico chernossólico fragmentário desenvolvido em superfícies de encosta em espigões degradados em fase de aplainamento.**

**Tabela 10.** Informações do perfil TS-7 da unidade P<sub>2</sub>.

a) Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico chernossólico fragmentário; Soil Taxonomy – Mollic Lithic Haplumbrept. b) Localização: coordenadas = E = 0782375, N = 6969185 m, altitude = 297 m. c) Geologia regional: basalto alcalino em deposições alternadas horizontais. d) Material de origem: basalto alcalino. e) Geomorfologia: espigões aplainados. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: 10 a 20 %. h) Erosão: fraca. i) Relevo: ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: 5%. m) Rochosidade: 5%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A1	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso; granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; raízes abundantes e finas; transição gradual e plana.
A2	20-50	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso; granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; raízes abundantes e finas; transição gradual e plana.
BiC	50-110	Vermelho-amarelado (5 YR 4/6) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a grande, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; transição gradual a difusa.

**Tabela 11.** Resultados das análises do perfil TS-7 da unidade P<sub>2</sub>.

Fatores		Horizontes		
		A1	A2	BiC
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-110
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	20,40	12,40	10,30
M. O.	%	3,51	2,13	1,77
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	8,80	6,20	5,90
pH (H <sub>2</sub> O)	-	5,86	5,84	5,85
pH (KCl)	-	4,55	4,48	4,44
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	10,30	10,30	10,10
Mg	"	3,60	2,20	2,40
K	"	0,13	0,07	0,08
Na	"	0,06	0,06	0,09
S	"	14,09	12,63	12,67
Al	"	0,00	0,10	0,10
H + Al	"	2,60	2,40	2,10
T	"	16,69	15,03	14,77
T(arg.)	"	160	129	87
V	%	84	84	86
Sat. Al	"			
Fe (total)	"			
Calhaus	(g kg <sup>-1</sup> )	-	105	519
Cascalho	"	150	183	160
Areia grossa	"	181	196	214
Areia fina	"	320	360	345
Silte	"	395	328	271
Argila	"	104	116	170
Argila natural	"	53	58	64
Agregação	%	49	50	62
Silte/argila	-	3,80	2,83	1,59
Textura	-	L	L	L - CL

L – franco; CL – franco-argiloso.

**Tabela 12.** Informações do perfil TS-2 da unidade P<sub>2</sub>.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Oxíc Argiudoll b) Localização: coordenadas = E = 0779869, N = 6976903 m, altitude = 270 m. c) Geologia regional: basalto alcalino em deposições alternadas horizontais. d) Material de origem: basalto alcalino. e) Geomorfologia: espigões em degradação. f) Situação do perfil: centro do topo e espigão. g) Declividade: 10 a 20 %. h) Erosão: em processo ativo após desmatamento. i) Relevo: topos aplainados de espigões fragmentados. j) Suscetibilidade à erosão: forte. l) Pedregosidade: 5%. m) Rochosidade: 5%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: roças recentes. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	
A1	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso; granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; raízes abundantes e finas; transição gradual e plana.
ABt1	20-50	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido; argiloso; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; poucas películas de argila; transição difusa e plana.
Bt2	50-100	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido; argiloso; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; poucas películas de argila; transição difusa e plana.
Bt3	100-110	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/4) úmido; argiloso; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; poucas películas de argila; transição difusa e plana.

**Tabela 13.** Resultados das análises do perfil TS-2 da unidade P<sub>2</sub>.

Fatores		Horizontes				Fatores		Horizontes			
		A1	ABt1	Bt2	Bt3			A1	ABt1	Bt2	Bt3
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-100	100-110	T(arg.)	"	20	12	10	11
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	21,20	18,40	14,00	9,20	V	%	83	89	81	83
M. O.	%	3,65	3,17	2,41	1,58	Sat. Al	"				
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	7,20	6,20	5,30	7,50	Fe (total)	"				
pH (H <sub>2</sub> O)	-	6,27	6,70	5,86	5,95	Calhaus	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-
pH (KCl)	-	4,97	5,49	4,92	4,96	Cascalho	"	10	0	1	14
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	7,20	6,10	5,20	5,60	Areia grossa	"	15	12	16	20
Mg	"	2,20	1,80	1,00	1,20	Areia fina	"	9	5	5	8
K	"	0,54	0,12	0,07	0,09	Silte	"	398	220	178	238
Na	"	0,03	0,03	0,03	0,03	Argila	"	578	763	801	734
S	"	9,97	8,05	6,30	6,92	Argila natural	"	120	10	12	6
Al	"	0,00	0,00	0,00	0,00	Agregação	%	79	99	99	99
H + Al	"	2,00	1,00	1,50	1,40	Silte/argila	-	0,69	0,29	0,22	0,32
T	"	11,97	9,05	7,80	8,32	Textura	-	C	Cp	Cp	Cp

C – argila; Cp – argila pesada.

## Serra (Sr)

A unidade é constituída por superfícies íngremes, de relevo com aspectos de serra, fortemente escarpadas, que se alternam entre restos de espigões de planalto em completa desagregação, e vales estreitos com seus sulcos fortemente encravados. As superfícies íngremes são formadas por encostas na borda dos platôs, que se distanciam entre si inicialmente pelos processos erosivos. São vales onde os processos de desgaste, pela maior carga hidráulica da água em movimento estão mais ativos. Não há sedimentação coloidal nos vales. Nas encostas há solos colúviais, alguns pouco profundos e outros, a maior parte, rasos, formados em rochas vulcânicas moles, que se misturam nas bordas rochosas com cascalhos, calhaus, pedras e rochas endurecidas de basalto.

Os declives são muito altos (>45%) e variáveis, podendo, poucos, formarem bordas mais aplainadas. São formas de relevo que compõem a rede de drenagem próximas do rio Uruguai, onde aumenta a carga hidráulica dos drenos naturais. Há poucas e estreitas superfícies aplainadas no fundo dos vales que são menos dissecados. Os produtos finos (argilosos) dos processos erosivos acelerados são removidos. Os restos de estratos rochosos com resíduos mais antigos permanecem ao longo dos percursos dos vales.

Devido às deposições de camadas de rochas basálticas serem estratificadas e com grau de dureza diferenciado, inicialmente os processos erosivos criam contrastes como degraus na superfície da encosta, a medida que o vale está sendo aberto, separando espigões e rompendo o planalto. Criam-se encostas ásperas e rochosas, alternadas com outras mais lisas.

Saltos bruscos nas corredeiras dos vales são efeitos das altas cargas hidráulicas alternadas e da grande estratificação dos seios de basaltos distintos formando forte processo erosivo. As camadas mais endurecidas do basalto silicoso vitrificado são mais duradouras nas superfícies dos "lajeados" formando pequenos saltos. A partir da borda das encostas dos drenos naturais, já há efetivação da construção de solos pouco intemperizados e pouco profundos. Alguns situam-se como Neossolos Litólicos Eutróficos fragmentários (Fig. 23 a 26) como o perfil TS-4

(Tabelas 14 e 15), com um horizonte A1, de 20 cm de espessura, cor vermelho-amarelado (5 YR 4/6), textura franco-argilosa, forte estrutura granular e blocos subangulares pequenos a médios, muito friável, matéria orgânica 0,84%, acidez com pH de 6,39, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 9,31  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 11,21  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 83%.

A camada seguinte possui horizonte AB, de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/4), textura franco-argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica 0,36%, acidez em pH de 6,42, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 8,74  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 10,34  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 84%.

A camada inferior possui horizonte C, de 20 cm de espessura, possui cor vermelho (2,5 YR 4/6), textura franco-argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 0,48%, acidez com pH de 6,40, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 8,98  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 10,48  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 86%.

Outros, menos erodidos possuem mais argilas e silte nas camadas residuais entre os calhaus.

O perfil TS-5 (tabelas 16 e 17) possui um horizonte A1, de 20 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a médios, muito friável, matéria orgânica 2,41%, acidez com pH de 6,35, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 12,11  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 13,91  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 87%.

A camada seguinte possui horizonte AB, de 30 cm de espessura, possui cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4), textura franco-argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica 2,17%, acidez em pH de 6,24, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 9,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 10,90  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 83%.

A camada inferior possui horizonte BC, de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/4 e 3/2), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,60%, acidez com pH de 6,16, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 9,41  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 11,11  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 85%.

Este solo situa-se como Argissolo Vermelho Eutroférico cambissólico. Junto ao mesmo e em maior extensão ocorrem Cambissolos Háplicos Tb Eutroféricos lépticos (Fig. 27). Solos com argilas de atividade baixa são comuns nesses solos rasos onde as deposições coluviais antigas são muito transitórias e já deveriam ter sido transportadas para as planícies. Os Chernossolos Háplicos (Bi) estão situados esparsamente entre os solos onde ainda há vegetação de mata e as deposições são mais estáveis.

Quanto ao uso agrícola essas terras são próprias a cultivos perenes, silvicultura ou cultivos de frutas individualizados até mesmo tropicais devido às condições climáticas. Outras atividades podem ser organizadas com uma preparação prévia de contenção da erosão. Estão sendo muito erodidas pelas culturas anuais que mantêm o sustento das famílias. Pertencem à classe VIIse-2, conforme o sistema de capacidade de uso das terras. São terras "boa" para pequenos produtores devido à alta fertilidade. Produzem boas colheitas sem fertilizantes, classe 4P no sistema de Ramalho Filho e Beek (1995) que propõe a uso com pastagens cultivadas ou cultivos perenes.



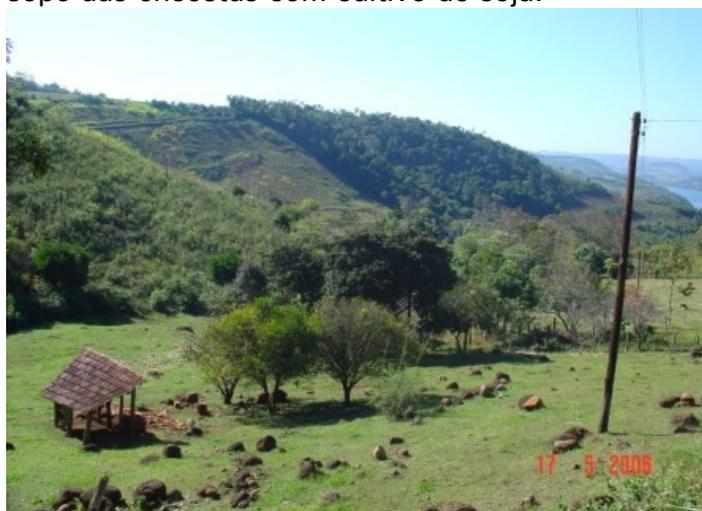
**Fig. 23.** NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário em encosta de serra com plantio de pastagem para contenção da erosão.



**Fig. 24.** Encosta de vale com característica de serra (altos declives) com mata e com baixos declives em uso com cultivos alternados de soja e milho.



**Fig. 25.** NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário sobre rocha de basalto alcalino no sopé das encostas com cultivo de soja.



**Fig. 26.** Característica típica do relevo nos limites do Brasil com a Argentina na borda do rio Uruguai com cultivos ocasionais e intermitentes onde o relevo permite.



**Fig. 27.** CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutroférico léptico de ocorrência nas encostas pouco íngremes das áreas com aspectos de serras.

**Tabela 14.** Informações do perfil TS-4 da unidade Sr.

a) Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário; Soil Taxonomy – Mollic Udarent b) Localização: coordenadas = E = 0780301, N = 6978156 m, altitude = 240 m. c) Geologia regional: estratos diferenciados de basalto. d) Material de origem: basalto alcalino. e) Geomorfologia: serras rochosas. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: 30%. h) Erosão: laminar intensa. i) Relevo: forte ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 20%. m) Rochosidade: 30%. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	
A1	0-20	Vermelho-amarelado (5 YR 4/6) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular e blocos subangulares pequenos a médios, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes e finas; transição gradual e ondulada.
AB	20-50	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; blocos subangulares pequenos a médios, fraca; lig. pegajoso, lig. plástico, lig. duro, friável; raízes abundantes e finas; transição gradual e plana.
C	50-70	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; blocos subangulares médios, fraca; rocha em desagregação.

**Tabela 15.** Resultados das análises do perfil TS-4 da unidade Sr.

Fatores		Horizontes		
		A1	AB	C
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-70
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	4,90	2,10	2,80
M. O.	%	0,84	0,36	0,48
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	6,20	6,50	8,00
pH (H <sub>2</sub> O)	-	6,39	6,42	6,40
pH (KCl)	-	4,92	4,87	4,98
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	7,70	7,70	7,70
Mg	"	1,20	0,90	1,10
K	"	0,36	0,09	0,10
Na	"	0,05	0,05	0,08
S	"	9,31	8,74	8,98
Al	"	0,00	0,00	0,00
H + Al	"	1,90	1,60	1,50
T	"	11,21	10,34	10,48
T(arg.)	"	51	32	37
V	%	83	84	86
Sat. Al	"			
Fe (total)	"			
Calhaus	(g kg <sup>-1</sup> )	68	59	370
Cascalho	"	263	145	266
Areia grossa	"	114	105	200
Areia fina	"	288	193	226
Silte	"	378	377	293
Argila	"	220	325	281
Argila natural	"	63	106	72
Agregação	%	71	68	74
Silte/argila	-	1,72	1,16	1,04
Textura	-	L	CL	L

L – franco; CL – franco-argiloso.

**Tabela 16.** Informações do perfil TS-5 da unidade Sr.

a) Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Eutroférico cambissólico; Soil Taxonomy – Mollic Rhodudalfs; b) Localização: coordenadas = E = 0787898, N = 6972547 m, altitude = 170 m. c) Geologia regional: estratos diferenciados de basalto. d) Material de origem: basalto alcalino. e) Geomorfologia: serras rochosas. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: 45 a 60 %. h) Erosão: forte. i) Relevo: escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 20%. m) Rochosidade: 30%. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	
A1	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a média, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes; transição gradual e plana.
Bt <sub>1</sub>	20-50	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a média, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes; transição gradual e plana.
Bt <sub>2</sub>	50-60	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/4 e 3/2) úmido; argiloso, cascalhento; blocos subangulares médios, fraca; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável.

**Tabela 17.** Resultados das análises do perfil TS-5 da unidade Sr.

Fatores	Horizontes			Fatores	Horizontes			
	A1	ABi	BiC		A1	ABi	BiC	
Espessura (cm)	0-20	20-50	50-60	T(arg.)	"	47	19	18
C. orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	14,00	12,60	9,30	V	%	87	83	85
M. O. (%)	2,41	2,17	1,60	Sat. Al	"	-	-	-
P (mg kg <sup>-1</sup> )	9,30	6,40	6,50	Fe (total)	"	-	-	-
pH (H <sub>2</sub> O)	6,35	6,24	6,16	Calhaus (g kg <sup>-1</sup> )	"	-	-	-
pH (KCl)	4,93	4,97	5,03	Cascalho	"	122	22	30
Ca (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	9,00	7,30	7,70	Areia grossa	"	92	75	84
Mg	3,00	1,60	1,60	Areia fina	"	244	8	8
K	0,05	0,04	0,05	Silte	"	369	355	290
Na	0,06	0,06	0,06	Argila	"	295	562	618
S	12,11	9,00	9,41	Argila natural	"	96	105	19
Al	0,00	0,00	0,00	Agregação	%	67	81	97
H + Al	1,80	1,90	1,70	Silte/argila	-	1,25	0,63	0,47
T	13,91	10,90	11,11	Textura	-	CL	C	Cp

CL – franco-argiloso; C – argiloso; Cp – argila pesada.

### Vales depressivos (Va)

Os vales depressivos são as terras planas ou aplainadas de fundos de vales e de encostas suaves. Foram gastas pelo processo erosivo mais antigo deixando bordas com baixos declives. Estão situadas entre as pequenas chapadas em desagregação e já parcialmente decompostas (P<sub>2</sub>) e espigões esqueléticos (P<sub>1</sub>) de nível superior. Podem ser detectadas em dimensões suficientes amplas (< 10 ha). São superfícies diferenciadas dos vales íngremes estreitos que possuem escarpas que se assemelham as serras (Sr). Algumas áreas formam um relevo quase plano no fundo desses vales largos, muito profundos de encostas com altos e baixos declives (> 25%) entre os espigões. Nas partes planas, são áreas sedimentares que perdem esse caráter em alguns locais onde a rocha mais dura pode aflorar. Sedimentos coluviais cobrem as rochas nas encostas com menos declives (< 10%). Nas encostas, a rochosidade e pedregosidade ocorrem alternadas com superfícies coluviais cobrindo essas exposições. Os processos erosivos naturais são menores e há sedimentação deste período holocênico predominantemente na formação dos solos. Alguns solos estão sendo expostos com menor tempo de intemperização e construídos com sedimentos não intemperizados provenientes das encostas vizinhas. Outros, estão sendo construídos por sedimentos transportados pelas águas dos lajeados ou sangas que descem dos vales ou encostas, já em aplainamento. São vales em que as bordas já estão lisas e as superfícies apresentam curvaturas lisas, sem rochosidade exposta na maior parte.

Todos os vales são muito antigos em que o alargamento é uma função direta do tempo sobre as outras variáveis. Entretanto, seguem um comportamento semelhante na evolução das suas formas onde o principal agente do modelamento do processo erosivo é a própria constituição geológica uniforme. Mudanças na constituição das camadas dos basaltos, principalmente as variações de deposições básicas para ácidas, parecem ter somente pequenas alternâncias na constituição dos vales. Podem constituir superfícies mais rugosas sem deposições sedimentares como áreas de remoção dos sedimentos das cheias. O processo erosivo natural é lento na formação das curvaturas das bordas dos vales. As superfícies lisas desmatadas não apresentam processos erosivos provocados criando deslizamentos de qualquer dimensão. O aumento progressivo da carga hidráulica que atua com muito maior vigor, onde as superfícies não se estabilizaram, contribui em parte na diferenciação dimensional entre estes vales.

No geral, são vales depressivos profundos em virtude da grande diferenciação altimétrica entre o planalto no local (450m) e o vale do rio Uruguai (100 a 150m). Inicialmente foram muito estreitos. As bordas curvilíneas diferenciam os aplainados dos estreitos mais recentes. As variações de altitudes nas encostas e os cortes na base do relevo não incidem a mais do que 70 m entre as máximas e mínimas, no geral. Estão limitadas no seu aprofundamento gradativo pelas cotas do rio Uruguai.

Nas encostas que margeiam os vales estreitos os cortes são quase retilíneos, com declives muito altos no encontro com o espigão no início da drenagem natural. O aprofundamento dos vales é proporcional as cargas hidráulicas. Com isso, a retração das encostas, torna-se lenta na evolução das superfícies e pouca rochosidade é exposta. Atualmente, há pouca contenção de sedimentos no fundo dos vales, à medida que os lajeados (pequenos riachos) se aproximam do rio Uruguai. São deposições recentes, muito aplainadas, que comportam uma agricultura diferenciada. Em tais deposições planas, os solos são pouco profundos, mas se tornam mais espessos à medida que os vales se alargam. No fundo desses vales, há algumas encostas de menores declives, com pequenas deposições de sedimentos coluviais.

A tendência natural de todo o processo erosivo é destruir os espigões e aplainar os vales. Nesse processo destrutivo a meteorização das encostas não tem tempo suficiente para uniformizar todos os parâmetros, em termos das variações químicas e físicas dos solos como houve em tempos antigos nos solos do planalto. Cada perfil torna-se produto de adições ou remoções suplementares.

No geral, são superfícies mais recentes, sedimentares aluviais e coluviais, que abrigam na maioria solos incipientes desde Neossolos e Cambissolos (estes com maior ocorrência) até Chernossolos e Nitossolos. A presença de um horizonte A chernozêmico e ou um horizonte Bi incipiente condicionam ocorrências de Cambissolos ou Chernossolos.

Nessa parte plana, o perfil TS-8 (Tabelas 18 e 19), evidencia um Chernossolo Háplico Férrico cambissólico (Fig. 28 a 30) com horizonte incipiente (Bi) entre os solos mais rasos. Este solo possui um horizonte A1, de 20 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, muito friável, matéria orgânica de 4,41%, acidez com pH de 5,82, alumínio trocável de 0,10  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 11,05  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 13,85  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 80%.

A camada inferior horizonte A2, de 30 cm de espessura, possui cor bruno-avermelhado-escuro

(5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 2,62%, acidez em pH de 5,68, alumínio trocável de 0,10  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 9,55  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 12,35  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 77%.

A camada posterior horizonte Bt1, de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/6), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,58%, acidez com pH de 5,84, alumínio trocável de 0,10  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 9,06  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 11,96  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 76%.

A camada seguinte horizonte Bt2, de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/6), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 7,98%, acidez com pH de 5,78, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 8,66  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 11,06  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 78%.

A camada inferior horizonte Bt3, de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/4), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,46%, acidez com pH de 6,79, alumínio trocável de 0,00  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 12,66  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 14,66  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 80%.

Particularmente, os solos de sedimentos coluviais e aluviais situados nas pequenas planícies do fundo dos vales são compostas por argilas já intemperizadas. São casos ocasionais de Nitossolos Vermelhos Eutroférricos chernossólicos. São ocorrências de deposições sedimentares coluviais que constituem solos profundos como o perfil TS-3. Este solo, possui um horizonte A1, de 20 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena a grande, muito friável, matéria orgânica de 2,58%, acidez com pH de 5,65, alumínio trocável de 0,10  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 7,55  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 9,95  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 76%.

A camada inferior possui horizonte ABt1, de 30 cm de espessura, possui cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4), textura franco-argilosa, estrutura granular pequena a grande, forte, matéria orgânica de 1,52%, acidez em pH de 5,18, alumínio trocável de 0,40  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 5,09  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 7,59  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 67%.

A camada posterior possui horizonte Bt2, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/6), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,15%, acidez com pH de 5,19, alumínio trocável de 0,10  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 4,38  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 6,08  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 72%.

A camada inferior horizonte Bt3, de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/4), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,12%, acidez com pH de 5,20, alumínio trocável de 0,10  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 4,48  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 6,28  $\text{cmol}_c \text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 71%.



**Fig. 28.** CHERNOSSOLO HÁPLICO Férrico típico em superfícies residuais mais espessas em vales mais amplos.

Quanto ao uso agrícola, esses vales possuem as terras melhores para atividades agrícolas, entretanto, são poucas em relação à área total. As formas de uso geralmente estão direcionadas a cultivos anuais e forragem para o gado de leite. São terras da classe Ilse de capacidade de uso das terras e classe ABC de aptidão agrícola, ou seja, “boa” para pequenos produtores e “regular” para uma agricultura desenvolvida por apresentar pequenas glebas segmentadas.

São terras onde se situa a maior parte dos agricultores, mantendo atividades agrícolas mais intensivas.



**Fig. 29.** CHERNOSSOLO HÁPLICO Férrico saprolítico que ocorrem nos vales em superfícies residuais.



**Fig. 30.** CHERNOSSOLO HÁPLICO Férrico típico em superfícies residuais antigas nos vales com ocorrência simultaneamente NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos chernossólicos.

**Tabela 18.** Informações do perfil TS-8 da unidade Va.

a) Classificação: CHERNOSSOLO HÁPLICO Férrico cambissólico; Soil Taxonomy – Mollic Haplumbrep; b) Localização: coordenadas = E = 0779869, N = 6976903 m, altitude = 270 m. c) Geologia regional: basalto alcalino em deposições alternadas horizontais. d) Material de origem: basalto alcalino. e) Geomorfologia: espigões em degradação. f) Situação do perfil: centro do topo e espigão. g) Declividade: 10 a 20 %. h) Erosão: em processo ativo após desmatamento. i) Relevo: topos aplainados de espigões fragmentados. j) Suscetibilidade à erosão: forte. l) Pedregosidade: 5%. m) Rochosidade: 5%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: roças recentes. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A1	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3) úmido; franco-argiloso; granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; raízes abundantes e finas; transição gradual e plana.
A2	20-50	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3) úmido; franco-argiloso; granular pequena a grande e blocos subangulares pequenos e médios, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; raízes abundantes e finas; transição gradual e plana.
Bt1	50-70	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido; argiloso; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; poucas películas de argila; transição difusa e plana.
Bt2	70-100	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido; argiloso; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; poucas películas de argila; transição difusa e plana.
Bt3	100-110	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/4) úmido; argiloso; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; poucas películas de argila; transição difusa e plana.

**Tabela 19.** Resultados das análises do perfil TS-8 da unidade Va.

Fatores		Horizontes				
		A1	A2	Bt1	Bt2	Bt3
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-70	70-100	100-110
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	25,60	15,20	9,20	11,50	8,50
M. O.	%	4,41	2,62	1,58	1,98	1,46
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	7,50	4,90	4,80	5,60	8,30
pH (H <sub>2</sub> O)	-	5,82	5,68	5,84	5,78	6,79
pH (KCl)	-	4,52	4,46	4,50	4,57	4,74
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	8,30	7,90	7,80	7,40	9,30
Mg	"	2,50	1,50	1,10	1,10	3,20
K	"	0,21	0,11	0,11	0,09	0,06
Na	"	0,04	0,04	0,05	0,07	0,10
S	"	11,05	9,55	9,06	8,66	12,66
Al	"	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00
H + Al	"	2,80	2,80	2,90	2,40	2,00
T	"	13,85	12,35	11,96	11,06	14,66
T(arg.)	"	36	37	42	45	50
V	%	80	77	76	78	80
Sat. Al	"					
Fe (total)	"					
Calhaus	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Cascalho	"	43	125	163	263	240
Areia grossa	"	59	130	131	107	125
Areia fina	"	129	135	162	197	208
Silte	"	428	406	427	450	375
Argila	"	384	329	280	246	292
Argila natural	"	104	76	87	90	128
Agregação	%	73	77	69	63	56
Silte/argila	-	1,11	1,23	1,53	1,83	1,28
Textura	-	CL	CL	CL	L	CL

L – franco; CL – franco-argiloso.

**Tabela 20.** Informações do perfil TS-3 da unidade Va.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Oxic Argiudoll b) Localização: coordenadas = E= 0780306, N= 6981707 m, altitude = 160 m. c) Geologia regional: basalto alcalino em deposições alternadas horizontais. d) Material de origem: basalto alcalino. e) Geomorfologia: fundo de vales aplainados entre espigões. f) Situação do perfil: centro de vale aplainado. g) Declividade: 2%. h) Erosão: não há. i) Relevo: plano. j) Suscetibilidade à erosão: nula. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: campestre e soja. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A1	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a grande, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; transição gradual a difusa.
ABt1	20-50	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4) úmido; franco-argiloso, muito cascalhento; granular pequena a grande, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; transição gradual a difusa
Bt2	50-100	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido; argiloso; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; raízes abundantes entre fragmentos rochosos; poucas películas de argila; transição difusa e plana.
Bt3	100-110	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/4) úmido; argiloso; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; poucas películas de argila; transição difusa e plana.

**Tabela 21.** Resultados das análises do perfil TS-3 da unidade Va.

Fatores		Horizontes			
		A1	ABt1	Bt2	Bt3
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-100	100-110
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	15,00	8,80	6,70	6,50
M. O.	%	2,58	1,52	1,15	1,12
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	3,80	3,20	4,30	4,10
pH (H <sub>2</sub> O)	-	5,65	5,18	5,19	5,20
pH (KCl)	-	4,52	4,06	4,53	4,64
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	5,60	4,20	3,90	3,60
Mg	"	1,80	0,80	0,40	0,80
K	"	0,12	0,06	0,05	0,05
Na	"	0,03	0,03	0,03	0,03
S	"	7,55	5,09	4,38	4,48
Al	"	0,10	0,40	0,10	0,10
H + Al	"	2,40	2,50	1,70	1,80
T	"	9,95	7,59	6,08	6,28
T(arg.)	"	23	15	9	9
V	%	76	67	72	71
Sat. Al	"				
Fe (total)	"				
Calhaus	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-
Cascalho	"	7	7	7	16
Areia grossa	"	61	54	43	48
Areia fina	"	161	172	106	9
Silte	"	346	283	171	222
Argila	"	432	491	680	721
Argila natural	"	88	122	11	10
Agregação	%	80	75	98	99
Silte/argila	-	0,80	0,58	0,25	0,31
Textura	-	C	C	Cp	Cp

C – argila; Cp – argila pesada.

## Discussão

### Formas de relevo e solos

O município de Tiradentes do Sul está situado na região do Alto Uruguai, sobre rochas efusivas básicas. Estes derrames, intermitentes e sucessivos de rochas de natureza alcalina, supõem-se que tenham constituído, pela natureza fluida do magma, um imenso platô que evoluiu no tempo, sendo laterizado superficialmente, desde os períodos Terciário e Quaternário, em sucessivos eventos climáticos. Dos climas passados, ainda restam os efeitos nos resíduos das rochas que se constituíram em uma meteorização intensa, criando, na superfície, uma camada muito espessa, de natureza argilo-oxídica ferruginosa, onde a velocidade de remoção pelos processos erosivos naturais, era menor do que a decomposição rochosa, como nos municípios vizinhos.

Localmente, o planalto, sofreu uma dissecação intensa. Hoje, decompõe-se e fragmenta-se pela ação erosiva do fluxo de água que flui para os afluentes do rio Uruguai, principalmente e os lajeados Grande e São Francisco, com altos gradientes hidráulicos. A dissecação inicia-se nas leves depressões, que foram drenos das antigas chapadas com cotas máximas atuais de 400 metros, e aumenta na medida em que as sangas e riachos vão acumulando maiores volumes de água, até chegarem ao rio Uruguai. Deve-se considerar que no passado os gradientes hidráulicos foram maiores, já que as cotas do planalto restante próximo estão acima de 550 metros.

Nesse conjunto de formas de relevo antigas, que se modelaram de forma acelerada a partir do final do Terciário, quando provavelmente se estabeleceu uma nova drenagem regional através do rio Uruguai, em climas úmidos e quentes, as formas planas e levemente onduladas que compunham o planalto, com suaves depressões de drenagem, tomaram formas que contrastam abruptamente com a superfície restante, à medida que se intensificou o processo erosivo. Localmente, nem as formas do planalto antigo nem as superfícies levemente remodeladas existem.

Verifica-se, pelas formas restantes do espigão central ( $P_1$ ), que compõe aparentemente um arcabouço esquelético fóssil, que, regionalmente, os níveis altimétricos superiores de chapadas, com solos profundos, foram modelados e removidos por climas passados úmidos pelas águas de drenagem suficientemente erosivas, para aprofundar os drenos naturais e remover os resíduos superficiais dos solos. Isso ainda está acontecendo no clima atual. Pela persistência ainda dos platôs, inicialmente laterizados nas regiões vizinhas, acredita-se que os processos climáticos mais antigos eram muito pouco erosivos. As chapadas vizinhas, onde se iniciam as vias de drenagem, ainda conservam grandes espessuras de solos que já não são mais encontrados em Tiradentes do Sul.

Nos climas anteriores ao período Quaternário, o planalto se ajustou a um sistema de drenos sem valas abertas, com baixos declives nas encostas. Tal modelamento de relevo ainda se conservou em poucas nascentes das bacias hidrográficas do planalto. Normalmente, verifica-se neste sistema que a água é drenada, inicialmente, desde os platôs ou chapadas, para as pequenas depressões, que estão inseridas gradativamente no relevo. Este transporte interno lento da água que pouco transportava partículas e pouco lixiviava os solos, constituindo formações de horizontes texturais com pequenos gradientes, não existe em Tiradentes do Sul, pois essas superfícies já foram removidas inicialmente.

As formas de depressões, entre os espigões do planalto restante ( $P_1$  e  $P_2$ ), são fortes ravinas sulcadas ( $S_r$ ) que, algumas, ainda ultrapassam a 50 metros de profundidade em relação aos topos das chapadas rochosas. Geralmente são, no início antes dos sulcos profundos, côncavas, com formas ainda aplainadas. As partes úmidas depressivas, com a parte inferior muito argilosa e, inicialmente, baixos declives, contêm significativamente a velocidade de escoamento superficial. O processo de transporte da água, freado parcialmente pela vegetação, raramente retém umidade significativa (hidromorfismo visível no solo) nessas cabeceiras de drenos. Entretanto, são as partes mais úmidas nas formas de relevo locais. Após essa borda restante iniciam-se as ravinas.

Na drenagem atual local (modelada inicialmente em climas passados, mas atualmente em sintonia com o clima atual), pouca água, que penetra no solo

raso e muito permeável, é retida na superfície. Há alta permeabilidade do solo condicionando uma grande condição de percolação (cascalho no horizonte BC e C). Os excessos de água rapidamente fluem, para as depressões, através das curtas encostas. Esse sistema rápido de transporte de água possivelmente seja responsável pelo estabelecimento e redução da espessura dos horizontes superficiais (A), nas regiões mais dissecadas. É de se esperar que o fluxo interno atualmente seja maior do que foi com a floresta. A agricultura atual e a vegetação de gramíneas pouco retêm e consomem essa água transitória.

Nesse período holocênico, está sendo gradativamente aberto um modelamento de cortes retilíneos e profundos a jusante das depressões antigas, pela intensificação das chuvas em períodos de climas com altas precipitações. Devido ao aumento do gradiente hidráulico local criou-se quase que totalmente solos incipientes como os Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos (horizontes A que não cumprem as condições de chernozêmico nem de húmico) com transições difusas e espessas entre os horizontes A e C, nas unidades de relevo dissecadas em geral, onde a água está sendo pouco retida no sistema.

A destruição do modelo antigo de drenagem que se estabeleceu no planalto na região do Alto Uruguai pelo aumento de carga hidráulica das águas de drenagem parece ter pouca relação com camadas individualizadas de basalto de maior fragilidade aos processos de meteorização. É de se pensar que a recente eliminação da floresta irá contribuir, ao longo do tempo, na aceleração dos processos erosivos naturais e na formatação do novo relevo, iniciando-se na redução da espessura do solo e na aceleração da segmentação das pequenas chapadas de espigões degradados ( $P_2$ ).

Regionalmente, considerando-se o macrorelevo, observa-se que um platô, que se modelava lentamente, está sendo sulcado rapidamente (em termos relativos). Com isso, há a troca de formas de relevo a partir do rio Uruguai, para as cabeceiras das sub-bacias. A intensa evolução do relevo local, para formas dissecadas homogêneas que pouco apresentam efeitos erosivos diferenciados, está relacionada a uma associação direta com a rocha matriz muito uniforme na

sua disposição, pouco diversificada na sua constituição e relativamente frágil na sua resistência ao intemperismo. Atualmente, no clima presente a água, acelerada superficialmente, porque não há solos profundos para absorvê-la, vai para os drenos e torna-se responsável pela construção dos vales e espigões em uma dinâmica diferenciada do planalto. As variações climáticas do Quaternário (alternados ciclos de precipitação e deposições sedimentares) são consideradas, como iniciadoras desse modelamento atual como na tendência futura de criação de planícies nos fundos de vales e aplainamento nos topos dos espigões degradados ( $P_2$ ).

Para a região, IBGE (1986) concorda com essa proposição, pois caracteriza o relevo local como composto por uma dissecação homogênea fluvial, sem nenhum controle pelas estruturas rochosas. Descreve o relevo com formas de colinas rasas denominadas regionalmente de coxilhas. Não se refere às pequenas variações dos basaltos como componentes de variações de relevo para as formas mais íngremes.

Nesse clima quaternário as pequenas chapadas locais foram se individualizando. Constituíram-se durante o processo de dissecação, em espigões degradados ( $P_2$ ) segmentados e aplainados superficialmente. Foram adquirindo formas superficiais abauladas e sofrendo um progressivo formato superficial ondulado, aparentemente aplainado, com as superfícies e bordas tendendo a serem lisas. A segmentação entre as pequenas unidades de novas chapadas é inicialmente abrupta no seu contato com os vales. Com o tempo essas depressões tornaram-se suaves nas suas formas ásperas e rochosas. No relevo mais antigo de alguns espigões degradados ( $P_2$ ), de encostas lisas e de baixos declives constantes, próprio de uma homogeneidade sucessiva, se observam os contrastes com as formas próprias de um novo relevo que se constitui. É um relevo completamente distinto daqueles modernos de coxilhas de rochas graníticas cristalinas da região sudeste, onde o metamorfismo e a variação na composição das rochas são componentes locais de alterações das formas do relevo. Nas rochas graníticas as novas formas de relevo pouco se repetem integralmente nas superfícies devido à variação da composição e do diferenciado grau de metamorfismo dessas rochas.

Cada unidade do relevo moderno resulta em um modelo diferenciado embora semelhante em seus macros aspectos.

Raras partes do relevo local inicialmente configuram vales côncavos. São formas menos depressivas do que as colinas cristalinas e ao contrário destas, raramente são contempladas com nascentes de água. A maioria é abastecida com volumes de água transitórios das chapadas que são retidos na bacia por resíduos da vegetação que obstruem, parcialmente, a passagem da água, na parte estreita do dreno natural. Somente em raros locais ocorrem fontes de água provenientes das diaclases do basalto as quais, ocasionalmente, podem apresentar grande vazão.

À medida que o processo erosivo é ocasionado por cargas hidráulicas mais acentuadas, já com o sistema de drenagem se aprofundando nos vales, se observa que, gradativamente, a configuração do relevo se torna mais rochoso, íngreme e áspero. As formas aplainadas dos topos se tornam alongadas, muito estreitas, e nas encostas maiores são mais acentuados seus declives. Longitudinalmente a declividade nos topos permanece abaixo de 10% nesse estreito corredor. Esta forma de relevo, denominada de espigão, com aspecto geral ondulado, pouco se assemelha aos desníveis altimétricos e o aspecto roliço e estreito dos topos das coxilhas da Serra do Sudeste do RS de rochas graníticas onde longitudinalmente, a suavidade e lisura dos topos são mantidas.

Ao se aprofundarem os cortes erosivos, separando os espigões degradados ( $P_2$ ), do espigão principal ( $P_1$ ) as encostas laterais passam por aplainamentos sucessivos que vão desde escarpadas até roliças, quando os espigões antigos, já lisos, mais se assemelham a unidades de coxilhas da região Sul. Entretanto, é de se evidenciar que esse relevo é muito mais moderno do que o formado em rochas graníticas da região Sul.

As formas gradativas e íngremes dos declives das encostas e de drenos naturais, através do tempo, têm condicionado a que se denominem as formas mais escarpadas em "serras". Essa conotação de formas de relevo, entretanto, é apenas para aplicação regional, para caracterizar os maiores

declives locais (>45%). Nesse caso, nem todas as encostas possuem bordas ásperas e rochosas. Muitas, as mais antigas, já suavizaram os contrastes bruscos e rochosos através dos aplainamentos por processos erosivos naturais. A esses vales com encostas, onde as bordas já se suavizam nos ângulos agudos, têm-se denominado de vales depressivos (Va), em função principalmente da ocorrência de áreas sedimentares aplainadas, largas e amplas no fundo desses vales.

Os solos foram inicialmente determinados por Costa Lemos, em Brasil (1973), com uma abrangência muito ampla nesse Planalto, em virtude, principalmente, da similaridade rochosa dos basaltos que, de certa forma, causam uma homogeneidade muito grande em detalhes, nas fotos aéreas, sem que, necessariamente, alguns aspectos mais específicos possam ser diferenciados.

Nas áreas mais dissecadas, ou seja, nos espigões ( $P_1$ ), encostas e vales, Costa Lemos em Brasil (1973) situou os solos que lá ocorrem como pertencentes as unidades Ciríaco e Charrua que seriam Solos Litólicos e Brunizém Avermelhado. Conforme Embrapa (2006) Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico e Chernossolo Argilúvico Férrico típico (STRECK, 2002).

Em estudos posteriores, IBGE (1986) caracteriza, a ampla região de Planalto, como de uma associação de solos denominada unidade LDR1, composta por Latossolo Roxo distrófico A moderado e proeminente, textura muito argilosa e relevo suave ondulado. Terra Roxa estruturada eutrófica e distrófica, A moderado.

Nas áreas dissecadas, IBGE (1986) encontrou uma associação de solos, unidade CE, composta por Cambissolo eutrófico e distrófico Ta e Tb A chernozêmico, textura argilosa, fase pedregosa, com Solos Litólicos eutrófico A chernozêmico, textura média e argilosa fase pedregosa, substrato basalto, relevo forte ondulado e montanhoso e Terra Roxa Estruturada, eutrófica e distrófica, A chernozêmico, textura muito argilosa, fase pedregosa e não pedregosa, relevo forte ondulado.

Os resultados da literatura e alguns obtidos nos município da borda do rio Uruguai, caracterizavam os solos rasos dos espigões esqueléticos ( $P_1$ )

restantes como superficialmente constituídos por horizontes superficiais A chernozêmicos. Estão sendo definidos com atributos de muito fortemente estruturados, sobre um horizonte C ou BiC vermelho-escuro, com estrutura moderada, em blocos subangulares e granular, que se desagregam em partículas menores muito porosas.

Na realidade, os horizontes A chernozêmicos são componentes de uma constituição integrada de solo-vegetação que deixaram localmente de existir há algum tempo. Hoje o uso da terra e os fatores erosivos expõem um solo onde à camada superficial (A) nem sempre pode ser avaliada corretamente na sua cor. Há sempre uma adição superficial dos óxidos de ferro, abundantes nesses solos, que com a lavra, já estão compondo a superfície do solo. Muitas vezes essas cores estão sendo registradas como componentes naturais da cor superficial. Em áreas de floresta (raras) ainda se percebe que as cores escuras ainda estão preservadas como integrante dos horizontes chernozêmicos (A) em uma paisagem superficial que se avermelha com o tempo pelo uso da terra.

Ao se caracterizar esses solos, nas suas terras integralmente usadas, a denominação de horizontes A escapa da taxonomia atual (EMBRAPA, 2006), pois têm alta saturação de bases (> 65%) o que elimina a possibilidade de serem incluídos como húmicos ou proeminentes. A medida que os critérios da taxonomia são estabelecidos para situar solos mais pobres, não cabe caracteriza-los como pertencentes a esses grupos. Com isso, esses solos com horizonte Bi deixam de ser Chernossolos e vão compor a ordem dos Cambissolos e a subordem dos Háplicos que é muito generalizada. Esse aspecto parece irrelevante. Dentro da taxonomia atual tem um alcance maior, pois envolve direções diversas que se caracterizam, muito antagônicas. Os Cambissolos Háplicos aos quais se ajustariam, não possuem grandes grupos com atributos marcantes que os assemelhem diretamente aos Chernossolos. Foram concebidos para agruparem solos desde muito orgânicos com médios e baixos teores de bases trocáveis além disso, compõem uma diversificação muito ampla.

Onde os solos são mais profundos nas superfícies mais estáveis os resultados obtidos, analisados de forma generalizada, da parte coloidal, apresentam um baixo grau de intemperização. Conclui-se, pelos valores do complexo de troca das argilas,

que há uma dominância de compostos ferruginosos e orgânicos envolvendo, a partir das superfícies, as argilas caulíníticas e compostos oxídicos e há poucas argilas com maior poder de retenção de cátions, na direção da parte inferior do solo. Esse material originário, rico em cálcio e magnésio, produz solos férteis com altos teores desses elementos sem, entretanto, saturarem o complexo de troca (não há formação de horizontes cálcicos nem carbonáticos).

Nessa unidade de relevo (P<sub>1</sub>) predominam a congregação de fatores de menor meteorização do que remoção de compostos solubilizados e argilas nesses solos muito rasos e cascalhentos. Esse aspecto caracteriza as ordens, subordens e grandes grupos, dos Neossolos Litólicos Eutróficos e Chernossólicos. Nos Cambissolos Háplicos se situam os solos com horizontes BiC ainda muito cascalhentos que predominam em todas as unidades de relevo da região dentro da taxionomia usada. Os Háplicos estão sendo caracterizados pela presença de horizontes A moderados devido a exclusão de outros horizontes A. A dominância de altos teores de bases trocáveis e com altos teores de ferro saturando parcialmente o complexo de troca disponível caracteriza todos esses solos como Eutróficos e Eutroféricos. Onde há alguma estabilidade nas superfícies nessas formas dissecadas de relevo a conjugação destes processos parciais de intemperização e mobilização de partículas e elementos, induz a existência de solos com horizonte Bi (incipientes) que podem ser incluídos ocasionalmente como Chernossolos Háplicos. Trata-se de uma conceituação um tanto conflitante entre duas ordens. Parece ser mais lógico optar-se pela ordem dos Cambissolos e subordem Vermelho o que não propõe a nova taxonomia.

Nas regiões vizinhas, nas pequenas chapadas de espigões degradados (P<sub>2</sub>) restantes, em superfícies conservadas, com exposições mais antigas e contribuição de restos mineralizados da floresta anterior, há maior ocorrência de solos mais argilosos com transições texturais graduais. São Cambissolos Háplicos, Ta Eutroféricos. Nessas áreas há ocorrência de Chernossolos Háplicos (Bi incipiente sem presença marcante de iluviação). Poderiam situar-se como Chernossolos Vermelhos Féricos cambissólicos (não consta na nova taxonomia). Onde há horizonte Bt (saturação de bases alta e baixa capacidade de troca das argilas) com tendência de formarem horizontes níticos

tem-se denominado esses solos de Nitossolos que se apresentam ocasionalmente. A tendência natural, devido aos climas passados úmidos (erosivos), seria que tais solos fossem removidos, já que não se observam superfícies antigas, onde essencialmente esses solos se apresentavam profundos e evoluídos como na região vizinha. Nas formas de relevo em desagregação atuais os Cambissolos estão muito generalizados nas superfícies modernas locais. Apresentam horizonte A com atributos de chernozênicos ou húmicos (incompletos). Geralmente apresenta saturação de bases alta e o complexo argiloso com alta capacidade de troca de cátions. Cabe encontrar uma terminologia taxonomica para os grandes grupos e subgrupos expressarem a alta fertilidade superficial, baseada em compostos orgânicos, sobre resíduos oxídicos ferruginosos.

Nos vales (Sr) entre espigões, perfis predominantemente rasos, situados em desagregação, apresentam, em todos os horizontes, o caráter geral essencialmente eutrófico, sobre um baixo grau de intemperização, na parte inferior. Esses solos são Neossolos Litólicos Eutróficos típicos e fragmentários. Alguns mais profundos, perfis sem horizontes A chernozêmico e húmico, com horizonte Bi incipiente, estão sendo denominados de Cambissolos Háplicos. Outros solos com resíduos antigos depositados nas encostas como sedimentos coluviais caracterizam horizontes texturais Bt são de ocorrência ocasionais.

Alguns perfis menos intemperizados de exposição em encostas mais recentes são denominados de Eutróficos chernossólicos ou saprolíticos. A denominação mais apropriada, para este grande grupo, deveria ser Eutroférico. A taxonomia atual generaliza muito desses grandes grupos que deveriam ser mais específicos devido a sua formação rochosa.

Nos vales depressivos largos (Va), as superfícies aplainadas com solos rasos e pouco profundos é pouco comum. Esses solos recentes são muito férteis. Há ocorrências concomitante de Cambissolos e Neossolos Litólicos. Alguns perfis se apresentam mais desenvolvidos (maior diferenciação textural entre os horizontes A e B) e argilas de atividade baixa. Estão sendo caracterizados, quando encontrados como Nitossolo Vermelho Eutroférico chernossólico.

A maior ocorrência, entretanto, no fundo desses vales são Chernossolos Háplicos Férricos saprolíticos e cambissólicos onde as cores escuras do horizonte A pouco satisfazem a taxonomia, mas servem para agrupar os antigos Brunizéns Avermelhados de Costa Lemos (BRASIL, 1973).

Os solos mais rasos, encontrados nas bordas das encostas, pouco menos intemperizados, têm sido denominados de Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos, que seriam transições entre as unidades Ciríaco e Charrua (Tabela 22) conforme propõe Costa Lemos, em Brasil (1973).

**Tabela 22.** Formas de relevo, solos, aptidão agrícola, capacidade de uso das terras e áreas (km<sup>2</sup>) do município de Tiradentes do Sul.

Formas de relevo	Solos					ÁREA	
	Legenda	Classes				km <sup>2</sup>	%
		Ordem	Subordem	Grande-grupo	Subgrupo		
<b>Espigão</b>							
P <sub>1</sub>	RLe <sub>1</sub>	NEOSSOLO LITÓLICO fragmentário	Eutrófico chernossólico			37,17	15,16
		CAMBISSOLO HÁPLICO	Ta Eutroférico chernossólico				
<b>Espigões degradados</b>							
P <sub>2</sub>	CXve	CAMBISSOLO HÁPLICO fragmentário	Ta Eutrófico chernossólico			85,00	34,66
		NITOSSOLO VERMELHO	Eutroférico chernossólico				
<b>Serra</b>							
Sr	RLe <sub>2</sub>	NEOSSOLO LITÓLICO ARGISSOLO VERMELHO	Eutrófico fragmentário Eutroférico cambissólico			65,12	26,55
<b>Vales depressivos</b>							
Va	CXef	CAMBISSOLO HÁPLICO	Tb Eutroférico chernossólico			57,95	23,63
		CHERNOSSOLO HÁPLICO	Férrico cambissólico				

## Uso da terra

A forma como as terras têm sido usadas, ao longo do tempo, tem marcado historicamente as gerações. No RS, a pecuária não deixou marcas nos solos, pois os cultivos que a acompanhavam eram insignificantes e localizados apenas para a subsistência, onde a carne era quase somente o alimento básico. No município de Tiradentes do Sul, os períodos críticos e marcantes na estrutura econômica e social foi o desmatamento inicial da floresta para o estabelecimento de uma agricultura de sobrevivência, hoje denominada de agricultura familiar. O modelo de pecuária extensiva foi substituído abruptamente pelos colonos por variações e inter-relacionamentos com culturas de sobrevivência. A pecuária familiar e suas interações com outras atividades agrícolas parece ser o novo modelo que restou para essas propriedades que se fragmentaram com o tempo e hoje já não comportam seus filhos. A moderna colonização, ou seja, a reforma agrária atual, mais assistida pelo governo, que se parece à antiga colonização da terra em pequenas propriedades, onde a agricultura se torna a fonte básica de subsistência, traz os problemas conseqüentes do uso intensivo da terra: a erosão e a perda gradativa da fertilidade das terras. Estes dois fatores, que eram comuns em todo o País, por quase meio século, envolveram, nas áreas agrícolas, uma grande fonte de recursos, no que se refere à pesquisa e na adição de insumos necessários à correção dos solos.

Na região, as pesquisas, até 1990, tinham como prioridade a contenção dos processos erosivos e a correção dos solos com respeito à reposição de nutrientes (fósforo) e controle da acidez (calcário). Nesse período, muito se estudou sobre os atributos desses solos regionais. Muitos parâmetros físicos e químicos foram determinados, principalmente os que avaliaram as variações entre o solo sem tratamento e o submetido ao uso agrícola contínuo.

A partir da década de 90, as pesquisas continuaram na região periférica, onde as grandes chapadas produzem grãos para exportação. Foram estudadas degradações físicas condicionadas pelo uso. Foram além, expandiram-se na procura de manejos adequados para a nova dinâmica de

plantio direto, que controlava cerca de 90% da erosão, mas não se apresentava como um manejo definitivo. Nesses platôs da vizinhança deve-se acentuar que o controle quase efetivo do processo erosivo, por técnicas de plantio direto, trouxe uma tranquilidade aos agricultores e aos que buscavam soluções, ou seja, a pesquisa aliada a um sistema de apoio de órgãos de extensão muito atuantes. As técnicas, agora em vigor, estão de certa forma estabilizando as atividades no campo, mesmo com uma degradação física pouco aparente das terras. O aspecto socioeconômico que situou as lavouras até as áreas de alto risco contribuiu para um aumento de produção, que está no limite possível, pela expansão das áreas agrícolas. O controle dos efeitos erosivos ainda vigentes, que é uma busca contínua da pesquisa, atualmente está muito relacionado às coberturas vegetais nos intervalos entre as culturas produtoras de grãos. O manejo, com culturas de cobertura, objetiva, além de servir de adições de resíduos orgânicos, que subsidiam as culturas posteriores, recuperar parte das estruturas e porosidade do solo e obter a redução do adensamento das camadas inferiores do solo, através de sistemas radiculares profundos (FONTANELI ET. AL., 1997).

Entretanto, esses municípios com relevo dissecado da borda do rio Uruguai possuem terras que não são próprias para cultivos anuais, na sua maior parte. São altamente suscetíveis a erosão.

O solo, por sua baixa espessura e alta capacidade de disponibilizar nutrientes, certamente não irá apresentar sintomas de mudanças produtivas para a geração atual, salvo a degradação erosiva que, desde o início do uso agrícola, já pôde ser constatada.

A agricultura local do futuro não se prenderá somente na variabilidade do que plantar, como atualmente está ocorrendo. A água de baixo custo, disponível nos lajeados, deverá ter uso incrementado, sempre que possível, entretanto ainda não há pequenas barragens. Sua relação com o solo deverá ser melhor estudada, já que a deficiência atual nas culturas de verão é marcante, com perdas já previsíveis pelo produtor. Associações de plantas e manejo de culturas anuais entre plantas perenes, em relação às posições do relevo, certamente deverão ser analisadas para novas espécies, quando as

modificações da economia e de mercado e o maior consumo de alimentos tornarem viáveis as culturas perenes.

Para um planejamento de fatores, que irão controlar os meios para um desenvolvimento agrícola organizado da sociedade, têm sido propostas ordenações na qualidade das terras em geral. Em locais de um Brasil já desenvolvido, no sistema agrícola, a classificação de capacidade de uso das terras deixou de ser somente um caminho para o uso posterior, e atua mais como uma indicação da potencialidade de onde e como as terras estão sendo usadas.

Assim, constata-se que em Tiradentes do Sul o campo agrícola potencialmente pode ser definido inicialmente pela qualidade das terras, usando-se como referência os aspectos limitantes propostos pelo sistema de capacidade de uso das terras para as formas de relevo e solos descritos. As limitações das terras em geral em suas variabilidades propostas pelo sistema de classificação seriam referentes à suscetibilidade à erosão, deficiência de drenagem, fatores adversos do solo e do clima.

No local, as limitações são referentes aos solos (rasos e cascalhentos) e à alta suscetibilidade à erosão, apenas. Os fatores climáticos e sua relação com a água disponível precisam ser melhor estudados.

As limitações encontradas nas formas de relevo propostas (Tabela 25) levam a se concluir pelas classes de uso das terras conforme as Tabelas 23 e 24.

No caso regional, ao se separar as classes, propõe-se que as terras mais favoráveis a uma agricultura desenvolvida de produção de grãos estejam situadas nas formas de relevo das terras baixas aplainadas de alguns vales (Va). Espigões degradados ainda conservam pequenas superfícies aplainadas que podem produzir ocasionalmente de forma localizada cultivos anuais esparsos. Essas terras, entretanto, estariam como um todo mais sujeitas a serem erodidas, pelo uso indevido, do que as partes aplainadas, se não cultivadas pelo sistema que utiliza o plantio direto e outros métodos usuais de controle a erosão pois, só podem ser cultivadas com segurança em pequenas chapadas restantes no topos desse espigões.

A suscetibilidade à erosão nessas terras altas, embora maior, é um fator de risco administrável. As áreas possíveis de cultivos anuais deveriam ter um controle preventivo com pastos perenes nas bordas. Principalmente, em locais de declives maiores. Esse aspecto já está sendo ocasionalmente considerado pelos agricultores.

Com objetivo de caracterizar as terras, em municípios onde há agricultores de distintas classes sociais e as tecnologias empregadas na agricultura são desde primárias mas se estendem até a mais desenvolvidas, Ramalho Filho & Beek (1978) propuseram o Sistema de Aptidão Agrícola das Terras que pode se situar neste contexto. Esse sistema taxonômico considera o agricultor como um elemento componente, onde os seus meios e desenvolvimento agrícola são considerados.

Similar ao sistema anterior, os grupos propostos de terras e usuários visam qualificar as terras em função das deficiências ao uso agrícola (Tabela 24). O peso da suscetibilidade à erosão, atenuado de certa forma, torna o sistema menos diferenciado entre os grupos. Cabe acentuar que esse sistema foi proposto, na metade do século passado, para um Brasil predominantemente subdesenvolvido e com regiões muito diversificadas em termos de práticas agrícolas. Neste caso, o sistema proposto prevê três usuários, com distintos níveis de manejo (primitivo, pouco desenvolvido e desenvolvido). Quando proposto para uma região muito desenvolvida, no campo agrícola, como nos municípios vizinhos de terras aplainadas, os mapas de uso das terras praticamente se confundem com o Sistema de Capacidade de Uso das Terras. Com isso, as terras podem ser classificadas conforme as Tabelas 24 e 25.

**Tabela 23.** Formas de relevo e subgrupo de aptidão das terras.

Unidades	Grupos	Aptidão agrícola
<b>Espigão</b> (P <sub>1</sub> )	1A(b)	Terras "boa" para cultivos em sistema primitivo e "restrita" para sistema pouco desenvolvido (agricultura familiar).
<b>Espigões degradados</b> (P <sub>2</sub> )	1Ab(c)	Terras "boa" para cultivos primitivo, "regular" para cultivos com sistema pouco desenvolvido (agricultura familiar) e "restrita" a sistema com alta tecnologia.
<b>Serra</b> (Sr)	4P	Terras "boa" para pastagem cultivada, cultivos perenes e silvicultura.
<b>Vales depressivos</b> (Va)	1ABc	Terras "boa" para cultivos, em sistema primitivo e agricultura familiar e "regular" para sistema desenvolvido.

**Tabela 24.** Terras distribuídas nas unidades de formas de relevo, no sistema de capacidade de uso do município de Tiradentes do Sul.

Unidades	Classes	Uso das terras
<b>Espigão</b>		
P <sub>1</sub>	VIIse-1	Terras aptas a uso com silvicultura e pastagem perene, em geral com limitações muito forte, de suscetibilidade à erosão e deficiência ocasional de umidade (verão).
<b>Espigões degradados</b>		
P <sub>2</sub>	IVse	Terras aptas a cultivos anuais ocasionais com limitações de solo (rasos) fortes, moderada suscetibilidade à erosão e deficiência hídrica ocasional (verão).
<b>Serra</b>		
Sr	VIIse-2	Terras aptas a uso com silvicultura e pastagem perene em geral, com limitações muito fortes de suscetibilidade à erosão e deficiência ocasional de umidade (verão).
<b>Vales depressivos</b>		
Va	IIse	Terras aptas a uso com cultivo perene e pastagem cultivada em geral, com moderada limitação de suscetibilidade à erosão e excessos (inverno) ou deficiências de umidade ocasionais (verão).

Cabe salientar que os modelos propostos de classificação não produzem “unidades de classes” essencialmente equivalentes. O que pode levar a que se tenham erros ao se estabelecer equivalência entre unidades de capacidade de uso das terras em locais diferentes. As terras do Planalto Sul-Rio-Grandense de classe IIIse

dos municípios de Chiapetta e Santo Augusto não são equivalentes às terras da classe IIIse do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense da Serra do Sudeste. As terras do Planalto desenvolvidas de basalto alcalino possuem solos muito férteis, profundos, muito permeáveis e são contínuos em seus atributos. Estão situadas nesta classe IIIse pelas condições de suscetibilidade a erosão. Praticamente toda a superfície das glebas pode ser aproveitada. Não há quebra de lisura do relevo em função das alternâncias na sua constituição. Até mesmo o grau de umidade disponível nas posições das encostas é comparável. Não há surgimento de áreas muito úmidas ocasionais e alternâncias de solos nas posições do relevo. Não há rochas nem pedras aflorando no relevo.

Nas terras do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense da Serra do Sudeste desenvolvidas de rochas graníticas, metamórficas e sedimentares, a variabilidade de solos se multiplica à medida que rochas estão mais ou menos metamorfozadas no tempo. Nesse universo diversificado de solos, Cecílio, 1973, em uma área aplainada (divisor de águas de sub-bacias) de terras da classe IIIse de unidade de terras altas conseguiu, em área experimental de menos do que 400 ha, separar nove séries de solos e quatro associações desses solos com rochas. Concluiu que somente 60% da área era aproveitável para cultivos anuais. Na região do Planalto, no máximo, haveria duas séries de solos nestas dimensões e a totalidade da área seria de uso agrícola.

**Tabela 25.** Unidade de formas de relevo e limitações do solo referentes à suscetibilidade à erosão, falta e excesso de água e emprego de mecanização, classes de aptidão agrícola e capacidade de uso das terras.

Unidades	Limitações das terras					Classes		
	Formas de relevo	Fertilidade	- H <sub>2</sub> O ** (déficit)	+ H <sub>2</sub> O (drenagem)	Erosão	Mecanização	Apt. Agrícola	Cap. de uso
<b>Espigão</b>								
P <sub>1</sub>	N	F/M	N	MF	F/M	A(b)	VIIse-1	
<b>Espigões degradados</b>								
P <sub>2</sub>	N	M	N	F/M	L/M	Ab(c)	IVse	
<b>Serra</b>								
Sr	N	L/M	N	MF	MF	4P	VIIse-2	
<b>Vales depressivos</b>								
Va	N	L/M	N	N/L	N/L	ABc	IIse	

## Conclusões

O estudo de solos do município de Tiradentes do Sul, em nível de reconhecimento, situado na parte noroeste do Planalto RS, mais precisamente entre as antigas regiões das Missões e Alto Uruguai, caracteriza partes de um planalto em fase final de dissecação pelos processos erosivos naturais. Estes restos de planalto são constituídos por um espigão principal, estreito e elevado (400m), que une o município de leste a oeste. Esse arcabouço esquelético, muito íngreme, se segmenta em espigões degradados (individualizados). Nos segmentos menos erodidos e espigões degradados restantes, as mesetas estreitas e abauladas formam um relevo áspero, devido à individualização gradativa das encostas, constituindo elevações com formas ainda de pequenas chapadas.

As chapadas lisas do planalto antigo já foram totalmente removidas. Atualmente, as pequenas chapadas são segmentadas parcialmente por depressões. Formas de vales estreitos, que constituem um sistema de drenagem antigo e raso, margeiam os espigões restantes. Onde os processos erosivos no seu conjunto foram mais atuantes, só restam espigões estreitos dissecados e vales. Essas formas muito dissecadas, no seu conjunto, formam um relevo ondulado a forte ondulado, aparentando as serras do planalto da região Sul. Os vales entre as formas de relevo são estreitos, e profundos e extremamente semelhantes entre si, outros são aplainados e largos com deposições sedimentares quaternárias muito aplainadas.

A vegetação, outrora de mata, composta pela formação Floresta Estacional Decidual Submontana está completamente extinta, e as terras, divididas em pequenas glebas, constituindo lavouras familiares, estão cobertas por culturas sucessivas anuais de verão e inverno, com predominância de soja e trigo. A vegetação nativa possui espécies ocasionais apenas em algumas propriedades.

Os solos são desenvolvidos de rochas basálticas de natureza alcalina. Estabeleceram-se em sucessivos estratos, através de fissuras que romperam à superfície em períodos do Jurássico e Cretáceo e extravasaram em sucessivas camadas

de lava basáltica. Localmente, o conjunto dos estratos rochosos alternadas pode chegar a aproximadamente mais de 200 metros sobre rochas sedimentares (arenito Botucatu), que possuem alta reserva de água freática.

Os solos foram antes denominados de Brunizém Avermelhado e Solos Litólicos por Costa Lemos, em Brasil (1973) e IBGE (1986). Com dados locais, constata-se que os intensivos processos erosivos corroendo e posteriormente, desagregando as superfícies, constituíram solos rasos e muito férteis nas bordas dissecadas, e topos de espigões denominados de Neossolos Litólicos Eutróficos fragmentários e Cambissolos Háplicos Eutroféricos chernossólicos. Além disto, constata-se que ainda restam nas pequenas mesetas abauladas e vales depressivos, alguns solos mais antigos como os Chernossolos Háplicos Férricos típicos e raros Nitossolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos, que não foram totalmente erodidos, entre Cambissolos Háplicos Eutroféricos.

Quanto ao uso agrícola, o sistema de classificação (capacidade de uso das terras), que se propunha a uma ordenação do controle da degradação das terras, na agricultura local já estabelecida, tem a finalidade apenas de caracterizar a alta potencialidade agrícola local, das terras situadas em vales, como próprias a cultivos anuais. Os vales, com maiores reservas de umidade no período de verão, além de comportarem as moradias dos agricultores, caracterizam terras muito férteis, que devem ser protegidas dos processos erosivos decorrentes do uso intensivo (classe IIse - 23,63%). São próprias à agricultura familiar e cultivos anuais. Os espigões em fase de desagregação comportam pequenas superfícies com solos muito férteis, que têm sido usadas intensamente (classe IVse - 34,66%). Comportam pastagens cultivadas ou cultivos anuais ocasionais. As terras mais íngremes (serras) e espigões com vales íngremes, embora muito férteis, devem ser usadas parcialmente com a fruticultura e a floresta ainda existente (classe VIIse - 41,71%). Os processos de degradação e sustentabilidade da agricultura, muito produtiva, com adição de produtos químicos, para o controle sanitário das culturas, é que estão abertos para a pesquisa.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

DEDECEK, R. A. **Características físicas e fator de erodibilidade de oxisols do Rio Grande do Sul. I. Unidade Erechim, Passo Fundo e Santo Ângelo**. Porto Alegre: UFRGS, 1974. 132 p.

DENARDIN, J. E.; RAMOS, P.D. de C.; WUNSCH, W.A. **Determinação do fator comprimento de rampa de um latossolo vermelho escuro álico** (unidade de mapeamento Passo Fundo). [s.l.; s. n., 1978]. Não paginado.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos e análises de solos**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

ESPERANÇA DO SUL. Prefeitura municipal. **Esperança do Sul**. Esperança do Sul, 2000. 200 p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. **Soil survey manual**. Washington: USDA, 1951. 503 p. (USDA. Agriculture Handbook, 18).

FONTANELI, R. S.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; SATTler, A.; RODRIGUES, O. **Manejo de aveia preta como cultura de cobertura de solo no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1997. 18 p. (Embrapa Trigo Boletim Técnico, 2).

HOLZ, M. **Do mar ao deserto: a evolução do Rio Grande do Sul no tempo geológico**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999. 142 p.

IBGE. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 **Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1986. 796 p. 6 mapas. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).

IBGE. **Censo Agropecuário de 1995-1996**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 mar. 2007.

IBGE. **Produção agrícola municipal 2003**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 24 jan. 2007.

IBGE. **Produção pecuária municipal 2003**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 24 jan. 2007.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do. **Geologia geral**. 6<sup>o</sup>. ed. São Paulo: Nacional, 1975. 360 p.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI, JUNIOR. R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4<sup>o</sup> aproximação Campinas: SBCS, 1991. 175 p.

OLIVEIRA, O. G. de. **Santo Augusto RS; 1815/20 até 1940**. Porto Alegre: EVANGRAF, 2000. 159 p.

OLIVEIRA, V. **Formas de potássio em 21 solos do Rio Grande do Sul e sua capacidade de suprir potássio as plantas**. 1970. 76 p. Dissertação (Mestrado em ciências do solo) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1970.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

RAMBO, Balduino, S. J. **A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural**. 3. Ed. São Leopoldo: ed. Unisinos, 1994. 473 p.

ROSA, A.D. **Práticas mecânicas e culturais na recuperação de características físicas de solos degradados pelo cultivo - Solo Santo Ângelo - (Latosolo Roxo Distrófico)**. Porto Alegre: UFRGS, 1981. 23 p.

ROISENBERG, A.; VIERO, A.P. O Vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M.; DE ROS, L.F. (Ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000. p. 355-374.

STRECK, E. U.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER-RS: UFRGS, 2002. 107 p.

TEDESCO, M, J.; VOLKWEISS, S, J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188 p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).

TIRADENTES DO SUL. Prefeitura Municipal. **Tiradentes do Sul**. Tiradentes do Sul, 1996. 61 p.

USA. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. **Keys to soil taxonomy**. 7. ed. Washington: Natural Resources Conservation Service, 1996. 644 p.

## **Agradecimentos**

### **Este trabalho contou com o apoio de:**

#### **Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento**

##### **Agropecuário**

Edmundo Gastal - Fapeg

##### **Juliana Brito da Silva**

Acadêmica em Química Ambiental - UCPEL

##### **Lilian Rosa Duarte**

Acadêmica em Química Ambiental - UCPEL

##### **Manuela Paradedá Valente**

Acadêmica em Sistema de Informação - Senac

##### **Rafael Lizandro Schumacher**

Acadêmico em Agronomia - UFPEL

##### **Roger Garcia Mendes**

Estudante Téc. em Informática - Alfredo Simon

**Circular  
Técnica, 58**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

**Endereço:** BR 392, Km 78, Caixa Postal 403  
Pelotas, RS - CEP 96001-970

**Fone:** (0xx53) 3275-8100

**Fax:** (0xx53) 3275-8221

**E-mail:** [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
[sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

1ª edição

1ª impressão (2007): 30

**Comitê de  
Publicações**

**Presidente:** *Walkyria Bueno Scivittaro*

**Secretário-Executivo:** *Joseane Mary Lopes Garcia*

**Membros:** *Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia*

*Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena*

*Vernetti Azambuja, Luís Antônio Suita de Castro,*

*Sadi Macedo Sapper, Regina das Graças*

*Vasconcelos dos Santos*

**Expediente**

**Supervisor editorial:** *Sadi Macedo Sapper*

**Fotos:** Roger garcia Mendes

**Revisão de texto:** *Sadi Macedo Sapper*

**Editoração eletrônica:** *Oscar Castro*