

## Estudo de Solos do Município de Derrubadas - RS

versão  
ON LINE

### Resumo

O município de Derrubadas, 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 dos basaltos alcalinos e parcial remoção dos resíduos antigos laterizados. Houve rápida dissecação da borda de um planalto imenso, a partir da individualização do leito do rio Uruguai, no 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 – rio Turvo e lajeado Parizinho -, dissecam o que resta do planalto.

As formas acentuadas do relevo, que se iniciaram a partir de um planalto, através dos processos erosivos, por se situarem próximas aos rios, foram se individualizando rapidamente em espigões, que se estreitaram pelo fluxo erosivo das correntes de água. As depressões de drenagem, que se sucedem entre espigões, formam ravinas profundas, com vales íngremes, profundos e estreitos. As encostas possuem altos declives (>45%).

**Pelotas, RS**  
**Julho,**  
**2006**

#### Autores

##### Noel Gomes da Cunha

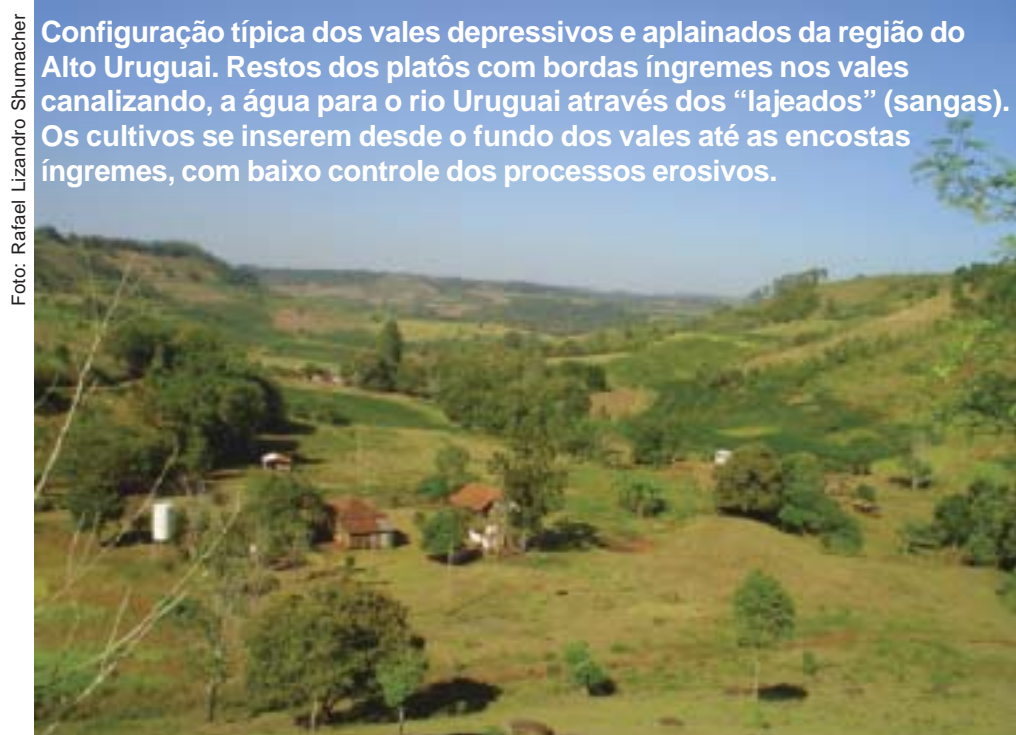
Eng. Agrôn., M. Sc.,  
Pesquisador  
Embrapa Clima Temperado.  
Cx. Postal 403, 96001-970  
Pelotas, RS

##### Ruy José Costa da Silveira

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

##### Carlos Roberto Soares Severo

Eng. Agrôn., M. Sc., Prof.  
Subst. do Depto. de Solos0  
UFPEL-FAEM,  
Cx..Postal 345, 96001-970  
Pelotas, RS.



Representam uma drenagem atual, que está sendo sulcada pelos processos erosivos aluviais, formando drenos naturais de escoamento mais rápido. As formas brandas de relevo, que formaram um planalto e posteriormente as coxilhas em climas passados, já estão praticamente extintas. Restam pequenas mesetas e espigões lisos, estreitos e aplainados nos topos.

A vegetação composta inicialmente por uma floresta denominada pelo IBGE (1986) como Floresta Estacional Decidual Submontana, está sendo preservada em quase 50% da área total do município – Parque Florestal do Turvo. Na área restante, a vegetação está sendo extinta, restando ainda, ocasionalmente, pequenas áreas isoladas nos vales de drenagem. As culturas, principalmente de soja, milho, trigo, azevém, cobrem 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 desagregação das superfícies, constituindo solos rasos e muito férteis nas bordas dissecadas, denominam-se de Neossolos Regolíticos Eutróficos típicos e Cambissolos Háplicos Eutroféricos chernossólicos. Constatam-se nas pequenas mesetas ainda existentes solos mais antigos, como os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos, Argissolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos e Chernossolos Argilúvicos Férricos saprolíticos.

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, nesta agricultura local desenvolvida, tem a finalidade de caracterizar a alta potencialidade agrícola local das terras situadas em chapadas, espigões e vales aplainados (classes IIse – 89.36 Km<sup>2</sup>, 25.33 %, IIIse – 50.53 Km<sup>2</sup>, 14.32 % e IVse - 14.00 Km<sup>2</sup>, 3.97 %) como próprias a cultivos anuais. Os espigões em fase de desagregação comportam pequenas superfícies que têm sido usadas intensamente (classe VIse - 69.89 Km<sup>2</sup>, 19.81 %). Comportam pastagens cultivadas ou frutíferas. As terras mais íngremes (serras), ou seja, bordas de espigões, devem ser usadas parcialmente com a fruticultura e a floresta

ainda existente (classe VIIse - 128.99 Km<sup>2</sup>, 36.56 %). Os processos de degradação e sustentabilidade desta agricultura, muito produtiva, baseada na adição de produtos químicos, é que estão abertos para a pesquisa.

## Introdução

Até onde registra a história, a região em que se insere o município de Derrubadas teve ciclos distintos 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. Em 1931, o Estado concedeu a Pedro Garcia a exploração e extração da madeira, com o desmatamento ocasional e gradativo da floresta exuberante. A implantação de uma agricultura de subsistência veio por volta de 1939, com o povoamento de imigrantes alemães, italianos e poloneses, que ocuparam as terras deixadas pelos madeireiros, onde se estabeleceram 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. Essa 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 o abandono da policultura foram graves problemas para a economia regional na época.

A erosão, que chegou a níveis drásticos, foi atenuada no início pelos meios de controle usuais próprios da época, até ser controlada, de forma quase total, pelos métodos de plantio direto, no final da década de 80. Entretanto, como se tratam de áreas íngremes, o processo erosivo ainda está ativo.

Atualmente, a sociedade está questionando se a intensificação do uso de produtos químicos nos solos e nos cultivos não irá contribuir para uma nova crise. Este fator tem sido uma das

questões abertas para a pesquisa, que não tem respostas definitivas para as conseqüências e nem é capaz de estimar o preço que está sendo pago por este tipo de controle de pragas e doenças. Soma-se, ainda, a erradicação de invasoras, com uso de dessecantes nas culturas e controle indireto da erosão pela adição de produtos químicos. Esses questionamentos por si só parecem ser um problema para uma nova geração, já que as antigas não encontraram soluções para conviver com uma floresta de potencial desconhecido, que talvez tivesse outros rumos econômicos a longo prazo. O imediatismo da dinâmica econômica imposta a esta região tem de ser reavaliado.

Em razão de aspectos de uma agricultura que marcha acelerada para caminhos não conhecidos em sua sustentabilidade, é que a sociedade local procura parâmetros para a conservação produtiva das suas terras.

O estudo dos solos do município de Derrubadas, em 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.

Nesse contexto, regiões circunvizinhas no Planalto, embora tenham definida sua alta produtividade em cereais (milho, soja e trigo) como região Celeiro, tem apresentado períodos de crises para algumas camadas sociais, que gradativamente deixam de ser contempladas com atividades ou com lucros próprios de uma economia que se ajusta em função de parâmetros globais, em que novas tecnologias incorporadas ao processo produtivo substituem o homem no trabalho do campo e tornam continuamente obsoletos produtos, máquinas e atividades.

O estudo de solos do município de Derrubadas pretende fornecer um conhecimento regional das paisagens fisiográficas locais e suas relações com os solos, definidos dentro das taxonomias usuais e passadas que, pelo uso regional, ainda são marcantes.

Este estudo é um degrau de um só segmento, onde os problemas que se inserem na sustentabilidade, relações de produtividade e produtos adicionados, que suportam a agricultura, precisam de pesquisas específicas.

## Revisão bibliográfica

### Aspectos locais

Os primeiros povos que habitavam as terras do município de Tenente Portela foram portugueses provenientes da Revolução Federalista de 1803, instalando-se no local como fugitivos e principalmente índios deslocados de suas terras.

Por volta de 1931 o então general Flores da Cunha, nomeado como interventor do Estado, sendo amigo e conterrâneo de Pedro Garcia, deu a este concessão para explorar e extrair madeira de lei na zona da serra do Pari. Pedro Garcia formou uma madeireira à margem esquerda do rio Uruguai. Este local chama-se hoje Porto Garcia. Com a instalação do Estado Novo no País e a deposição do interventor a empresa encerrou seus negócios, deixando uma grande área de desmatamento. Pela grande quantidade de madeira extraída, os primeiros colonizadores deram a este local o nome de "Derrubadas".

O processo colonizador iniciou-se no ano de 1939, quando começavam a chegar as primeiras famílias de colonos alemães, italianos e poloneses. Atraídos Por terras baratas e de boa qualidade e pela quantidade de caça e pesca existente na imensa mata e rios que cortavam a região.

Com a intensificação desse processo, a mata gradativamente foi cedendo espaço para a formação de lavouras de subsistência, onde predominava o cultivo de milho, mandioca, feijão e batata (Famurs – 2006).

O município de Derrubadas, 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 produto de processos erosivos naturais muito antigos, que modelaram a

superfície em um relevo acentuado, com grandes declives, diferente das regiões circunvizinhas muito aplainadas.

Esperança do Sul (2000) acentua que o clima, como em toda a região Celeiro, é subtropical. A exceção ocorre 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 e 25° C no interior. A máxima alcança 38° C no planalto e 40° C no vale. A mínima chega a 0° C no alto e 4° C no vale.

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

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

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
Tem p.m. mínima média °C <sup>2</sup>	18	18	17	13	11	9	9	10	11	12	14	16	13
Tem p.m. máxima média °C <sup>2</sup>	29	29	28	23	21	19	18	19	20	23	26	28	24
Tem p.m. média °C <sup>2</sup>	23	23	21	18	15	13	12	14	15	17	20	22	18
Média de chuvas acumulada (mm) <sup>3</sup>	140	147	120	133	127	131	133	117	145	181	127	125	135
Evaporação (mm) <sup>4</sup>	162	121	121	136	119	95	116	118	137	161	180	188	1653

Fonte: Instituto de Pesquisas Agrônomicas, 1989.

Derrubadas limita-se ao norte com a República da Argentina e o Estado de Santa Catarina, ao leste com os municípios de Tenente Portela, Vista Gaúcha e Barra do Guarita, ao sul com Três Passos e Esperança do Sul, e a oeste ainda com a Argentina. A hidrografia é formada pelos rios Uruguai e Turvo, que recebem as águas oriundas de sangas e lajeados. Durante um longo período, o rio Uruguai serviu como via de acesso para colonizadores, madeireiros e autoridades, além de prover os moradores locais com a pesca.

Conforme Oliveira (2000), o cultivo da erva-mate teve papel importante na economia e na história do município. Foi comercializada inicialmente pelas tribos indígenas, que a levavam, 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.

Além disso, o município conta ainda com atividades de duas agroindústrias, uma voltada para a produção de queijo e derivados lácteos e

outra a produção de derivados de cana-de-açúcar, principalmente aguardente.

A distribuição fundiária do município consiste, basicamente, em pequenas propriedades. Acredita-se que não existam posses de terras em quantidades superiores a 50 hectares. Pode-se observar uma agricultura em geral menos tecnicada, com técnicas culturais semelhantes às de uma agricultura familiar. 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. (Fig. 1 a 7).

O município conta ainda com programas que visam fomentar o turismo regional através da exploração das belezas naturais, como é o caso do Salto do Yucumã, no rio Uruguai, sendo considerado o maior salto longitudinal do mundo, com aproximadamente 1.800 metros de comprimento e com quedas de 12 metros de altura, inserido na área de preservação ambiental do Parque Florestal Estadual do Turvo.

Em 1947, com o objetivo de proteger a formação florestal e propiciar refúgio para espécies da fauna, foi criada a Reserva

<sup>1</sup> Comunicação pessoal do Eng. Agrôn. Marcus Oliveira Wrege, da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS para os autores

<sup>2</sup> Período de 1931 a 1960

<sup>3</sup> Período de 1970 a 2000

<sup>4</sup> Período de 1957 a 1984

Florestal Estadual do Turvo, com uma área de aproximadamente 17.637 hectares, cerca de 50% da área do município, sendo proibido qualquer tipo de alienação, arrendamento ou ônus, bem como exploração agrícola ou industrial. Em 1954, através de decreto de lei, todas as matas de domínio do Estado com mais de 250 hectares foram transformadas em Parques Estaduais. A Reserva Florestal Estadual do Turvo passou então à categoria de Parque Florestal Estadual do Turvo (Fig. 8 e 9).

De acordo com IBGE (2003), a produção agrícola no município está baseada na produção de soja, milho e trigo. Outras culturas, como feijão e principalmente fumo, têm papel importante na agricultura municipal (Tabela 2).

Já em anos posteriores, a Secretaria da Fazenda de Derrubadas registra um decréscimo acentuado na produção de milho e soja. (Tabela 3).

**Tabela 2.** Principais culturas, produção (t), rendimento médio (Kg.ha<sup>-1</sup>) e área (ha) no município de Derrubadas no ano de 2003.

Culturas	Produção (t)	Rendimento médio (kg.ha <sup>-1</sup> )	Área (ha)
soja	22.750	2.500	9.100
milho	7.560	4.200	1.800
trigo	6.840	1.800	3.800
feijão	26	520	50
fumo	85	1.197	71

Fonte: IBGE, produção agrícola municipal (2003).

**Tabela 3.** Principais culturas, quantidade de produtores, produção (t) e valor da produção (R\$) no município de Derrubadas no ano de 2004.

Culturas	Produtores	Produção (t)	Valor da produção (R\$)
milho	241	2.180	606.281
soja	926	18.134	5.683.910
trigo	266	8.400	1.679.010

Fonte: Dados da Secretaria da Fazenda de Derrubadas- (2006).

A suinocultura foi, num passado próximo (1950–1980), a grande mola econômica, levando o município e a região Celeiro, a terem prestígio nacional pela criação. Mas, com o desenvolvimento da cultura da soja, a suposta peste suína e o aumento do consumo do óleo de soja substituindo a banha suína, houve uma redução drástica na produção e uma decadência no setor.

Os dados apresentados na Tabela 4 (IBGE, 2005), confirmam a tendência referida acima.

Na pecuária, a bovinocultura de leite veio substituir, em grande parte, a suinocultura, como forma mensal de renda. Segundo dados do IBGE (2003), o rebanho leiteiro atual não ultrapassa os 3.700 animais, com uma produção mensal de 285 mil litros de leite. Essa atividade também foi fomentada pelo declínio das lavouras de soja e pela proposta das Cooperativas, em que o leite excedente, que antes era transformado em nata, queijo ou requeijão, passou a ser vendido.

**Tabela 4.** Principais rebanhos em quantidades de animais.

Espécies	Nº de animais
bovinos	8700
vacas ordenhadas	3.679
suínos	4352
eqüinos	67
aves	20889

Fonte: IBGE, produção pecuária municipal (2003).



**Fig. 2.** Ao fundo do vale, o rio Turvo fazendo limites do município, ao sul, com Esperança do Sul.



**Fig. 3.** Aspectos de serras íngremes no contato dos vales com os espigões que sofrem desgaste erosivo. Ao fundo, o rio Turvo.



**Fig. 4.** Cultivo de soja nas bordas dos platôs. No geral, cobrem todas as áreas possíveis de serem cultivadas.



**Fig. 5.** Configuração das paisagens típicas de fundo de vales, onde a pecuária leiteira ainda faz parte das atividades de sustentação familiar.



**Fig. 6.** Restos da vegetação nativa ainda conservada em vales íngremes na borda dos espigões. Cultivos de soja nos vales aplainados e bordas de espigões.



**Fig. 7.** Cultivo de soja, em borda de espigão, com sintomas de déficit hídrico causado pela estiagem generalizada no Rio Grande do Sul nos últimos dois anos (2004 e 2005).



**Fig. 8.** Salto do Yucumã no rio Uruguai, na região do Parque Florestal Estadual do Turvo, durante o período de estiagem.



**Fig. 9.** Salto do Yucumã, com visão parcial da região de florestas na Republica Argentina.

## 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, além de 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.

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.

Ocasionalmente, 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 suas casas em função da disponibilidade de água local. Além da sombra e dos contrastes altimétricos, com as frutíferas introduzidas na região, estas espécies, atualmente pouco comuns, parecem ter nesta nova geração de

agricultores uma garantia de preservação mais pelas formas exuberantes do que pelo valor atual.

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 resta a suspeita de que o antropismo, tanto causado pelos imigrantes como pelos índios locais, seja o responsável pelos indícios iniciais de 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 e pecuária progressiva foi intensa nos últimos anos. Está adaptada principalmente às dificuldades impostas pelo relevo das terras. Atualmente, a quase totalidade das áreas é ocupada por culturas cíclicas. Entretanto, o Parque Florestal Estadual do Turvo preserva intacta o que restou da exuberante floresta, em uma área que cobre 50% do município (Fig. 10).

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, ora 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 é determinada pelo estrato emergente, dominado por leguminosas caducifólias, onde se destacam 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.

Descrevendo essa floresta, IBGE (1986) comenta que 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.

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 ocupa 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



**Fig. 10** Vista parcial do Parque Florestal Estadual do Turvo, ao fundo. Cultivos generalizados de soja fazem parte do contexto agrícola local.



emergente, onde predominam *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Myrcarpus 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.

Nesses 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.

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 esta relacionado á 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 & 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 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 do continente.

Segundo Leinz & 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. Ele é 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. Esta frente é rica em pequenas vesículas resultantes da inclusão dos gases durante a consolidação.

A lava em corda movimenta-se como uma massa pastosa fluída, coberta por uma película consolidada, que se enrugua pelo movimento, tomando a forma de cordas perpendiculares à direção do movimento. Durante a corrida, a lava esfria-se e consolida-se rapidamente na superfície e na base, podendo formar um canal ou túnel consolidado em volta da lava ainda em fusão e em movimento. Assim sendo, uma lava pode ocorrer sobre um substrato, provocando pouco ou nenhum metamorfismo térmico como ocorreu onde o basalto se derramou por sobre o arenito (Botucatu, Mesozóico) sem modificá-lo em grande escala (município de Manuel Viana). Tais derrames consecutivos determinaram espessuras consideráveis, de várias centenas de metros, em muitos lugares.

Para IBGE (1986), a formação Serra Geral que forma o Planalto do RS, constituiu-se numa sucessão de corridas de lavas, de composição predominantemente básica, apresentando uma seqüência superior identificada como um domínio relativo de efusivas ácidas. Nas seqüências básicas inferiores, regionalmente, é possível a identificação de poucos níveis vulcânicos ácidos, que apresentam pequenos volumes e restrita continuidade (Fig. 11 a 14). Diques e corpos concordantes de diabásio, encaixados em unidades rochosas, mais antigas, e relacionados às efusivas, têm ocorrências ocasionalmente na área.

Ainda para IBGE (1986), os drenos, tendo se extravasado desde o Triássico Superior, desenvolveram-se de modo significativo durante o Juracretáceo. No geral, considera-se como agrupando uma espessa seqüência de vulcanitos, eminentemente basálticos, podendo conter termos ácidos intercalados, que se tornam mais abundantes no topo do pacote. Estes vulcanitos, ou emissores de lava ácida, estão intimamente relacionados aos processos geodinâmicos que culminaram com a abertura do Atlântico Sul e a conseqüente separação continental América do Sul-África.

Localmente, em Esperança do Sul, observa-se uma seqüência de derrames de efusivas básicas, com pouca mudança na constituição. Observam-se as ocorrências esparsas e freqüentes afloramentos e pequenas deposições de rochas nos vales íngremes e

suas bordas, onde há espigões com rochacidade saliente na superfície.

A forma do estabelecimento dos níveis de basalto, sobre a superfície do arenito Botucatu, e a espessura das camadas de rochas vulcânicas, tem um significado muito grande na constituição das reservas de água subterrâneas. IBGE (1986) relata que as camadas de basalto são mais espessas no norte e leste do Estado chegando a 1.000 metros. Diminuem para oeste e sul, com espessura de 30 a 50 metros em Santa Maria. Em poços perfurados em municípios mais ao sul da região Celeiro, têm sido encontrado o aquífero a profundidades de 180 a 200 metros, no arenito Botucatu.

Como regra geral, tais rochas, superficialmente, são pouco fissuradas pelos processos de ajustes das camadas, porque são de idades mais recentes, onde os ajustes da crosta foram menos intensivos. As diaclases (fraturas) das rochas ocorrem normalmente nas camadas mais profundas, onde o peso dos blocos rochosos conduz a ajustes que causam fraturas. Além disso, a extrusão de basalto de natureza alcalina em pequenas espessuras, condicionou um diaclasamento horizontal entre os diversos estratos. Assim sendo, as camadas superficiais, pouco fraturadas, não são infiltradas pela água das chuvas, em níveis significativos, como ocorre com as rochas graníticas que chegam a superfície já fissuradas. Localmente, poucos poços exploram águas nas reservas de fissuras, com baixo aproveitamento em termos quantitativos.

Em virtude disto, tais rochas não expõem vertentes nas encostas como os granitos da região Sul do Estado. Os granitos expõem vertentes ao longo das encostas modelando a ocorrência e natureza da vegetação de acordo com a disponibilidade de umidade localizada. As rochas efusivas básicas somente são boas receptoras de água quando são porosas pela ocorrência de vesículas nos derrames. Mesmo assim, a porosidade só é efetiva quando as camadas são fendilhadas (diaclasadas), para a união dos macroporos se constituírem em vazios significativos de reservas de água.

Normalmente, em tais configurações rochosas horizontais sólidas, de textura pouco porosa, a água retida está apenas nas camadas muito argilosas dos solos locais e se move nas encostas, quando há saturação dos horizontes inferiores, através da alta porosidade do material residual. Assim, as bacias depressivas arredondadas (côncavas), que se assemelham em alguns casos a pequenas veredas, produto inicial do processo erosivo nesta dissecação gradativa e uniforme das encostas, são muito uniformes em todos os aspectos e contêm poucas reservas de água, seguindo um modelo liso de encosta (ocorrem somente nas chapadas conservadas do planalto). Não há nascentes que possibilitem a mudança da vegetação, a não ser mera adaptação às variações e ao clima local. Solo e vegetação apresentam o mesmo modelo fisiográfico, em função de uma disponibilidade mais constante e uniforme de umidade ao longo dos anos.



**Fig. 11.** Basalto alcalino vitrificado, rico em manganês compondo estratos diversificados na região.



**Fig. 12.** Basalto amigdalóide de consistência vesicular que origina solos férteis e pouco resistentes aos processos de intemperização.



**Fig. 13.** Basalto vitrificado de maior resistência ao intemperismo, responsável pela conservação dos platôs de níveis mais elevados (Pa).



**Fig. 14.** Basalto pouco alcalino, com menores teores de ferro, compondo estratos isolados nos platôs que se destacam no relevo aplainado (Po).

## 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, foi usado o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 1999) e o Sistema de Classificação Americano - Soil Taxonomy (USA, Soil Survey Staff, 1996).

As terras foram classificadas utilizando-se o sistema denominado capacidade de uso das terras (Lepsch *et al.*, 1983 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). Os símbolos gerais são considerados subclasses e têm por objetivo evidenciar as principais limitações. No caso, não se considera a subclasse clima como variável para a classificação entretanto, a deficiência de água está diretamente relacionada a este fator. As glebas de terras de mesma classe e subclasse, quando necessitam tratamentos diferenciados pela constituição dos solos, principalmente, 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. Este conceito generalizado parece próprio, pois à medida que a erosão acelerada passou a ser quase debelada por práticas conservacionistas de plantio direto, diferença de risco imediato, que diferenciava uma classe da outra, parece ter se tornado menor.

Assim sendo, 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 as diferenças e dificuldades e corrigi-las dentro de uma ordem que efetivamente represente os fatores econômicos, parece um caminho para uma nova taxonomia.

Também está sendo usado o sistema de aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho & 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 do que, 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, suscetibilidade 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, carta 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 da terra, bacias hidrográficas e aptidão agrícola das terras, na escala aproximada de 1:114.000.

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 no sistema interpretativo;
- g) confecção dos mapas e relatório descritivo.

As análises químicas necessárias, com exceção da determinação de 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.*, (1985), é baseada no método de Walkley & Black, descrito por Alisson (1965). É caracterizada pela oxidação com dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$  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 ( $CO_2$ ) por combustão úmida. O calor é obtido a partir da diluição do ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$  concentrado) em água deionizada, pelo aquecimento externo. A titulação é feita por sulfato ferroso ( $FeSO_4$  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  $H_2SO_4$  e determinado de acordo com o método 2.24 descrito no Manual de Métodos de Análises de Solo da Embrapa (Brasil 1979).
- 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 (chapadas, chapadas residuais, espigões, espigões degradados, vales íngremes e serras), aqui diferenciadas nas fotos aéreas, mais especificamente por seus aspectos geológicos, 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 intensivamente 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 é feita sem restrições.

Na seção resultados, a qualificação das características dos solos é inserida nas descrições morfológicas das unidades de relevo. São utilizadas terminologias

semelhantes que comparam solos regionais.

Nas áreas pertencentes ao Parque Florestal Estadual do Turvo não foram coletadas amostras de solo nem verificados os contornos de relevo. A guarda local (pretoriana) não permitiu a entrada.

## Resultados

O município de Derrubadas, situado na parte noroeste do Planalto, região do Alto Uruguai, é composto por pequenas chapadas residuais entre 450 e 500 metros de altitude, um conjunto de espigões, em distintos graus de desagregação, e vales depressivos com encostas desde lisas a muito íngremes que lembram serras. Entre estas chapadas, verifica-se o predomínio das formadas em menores cotas (400 m) sobre as chapadas residuais em nível mais elevado. Como um todo, o município é o 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 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 lembram tentáculos de um polvo, em direção ao rio Uruguai, presos a um corpo único pequeno e distante que seriam as chapadas restantes.

Nesse conjunto de formas de relevo antigas, que se modelaram de forma acelerada a partir do Terciário, quando provavelmente se estabeleceu a drenagem regional através do rio Uruguai, em climas úmidos e quentes, as formas planas e levemente onduladas que compunham um planalto, com suaves depressões de drenagem, tomaram formas que contrastam abruptamente com a superfície restante a medida que se intensifica o processo erosivo. Espigões aparentam, nos seus

pequenos platôs, inicialmente um relevo muito suave ondulado, mas atingem formas muito inclinadas à medida que os topos se gastam e se estreitam e as encostas formam vales mais profundos. Os espigões constituem segmentos elevados que se situam perpendicularmente aos drenos principais. Formam, no topo, superfícies planas e estreitas com solos mais recentes. Os resíduos antigos mais intemperizados das rochas do planalto antigo foram ou estão sendo erodidos. Onde o processo erosivo natural de desgaste é mais acentuado e progressivo, há bordas abruptas dos restos de planalto. Os espigões, mais erodidos, em desagregação, são compostos por superfícies residuais e coluviais pouco espessas e partes rochosas expostas ainda com resíduos. Os platôs já foram gastos.

Os solos das chapadas restantes do antigo planalto são de uma homogeneidade muito acentuada. São profundos e permeáveis apresentando ainda páleo-estruturas (macroestruturas em blocos subangulares) que se desagregam em blocos angulares médios e pequenos com cerosidade nas superfícies. Evidenciam que já não há mais resíduos laterizados na superfície.

Pelo fluxo de água intenso devido ao alto gradiente hidráulico na direção dos rios Uruguai e Turvo, formam-se vales com superfícies heterogêneas. Muitas superfícies são fortemente escarpadas nas bordas, com ravinas estreitas e profundas, que se alternam com restos de espigões antigos do planalto em desagregação. Os vales são profundos até ao limite de profundidade definido pelo rio Uruguai. Nas encostas há poucos solos coluviais profundos. Os solos são residuais ocasionais e rasos originados de rochas vulcânicas moles que se misturam nas encostas rochosas com pedras e rochas endurecidas de basaltos. Alguns desses basaltos são mais silicosos e vitrificados. Os vales se alargam com o processo erosivo. A tendência natural do processo ao longo do tempo é de se estabelecer uma planície baixa nos vales após a remoção total dos espigões.

As pequenas chapadas mais elevadas restantes do planalto compõem poucos estratos elevados de nível superior. São platôs mais isolados de rochas basálticas, possivelmente mais silicosas, formando um relevo suave ondulado

que resistiram mais fortemente ao processo erosivo.

### **Chapadas residuais (Pa)**

São formas de relevo aplainadas convexas que sobraram como restos elevados, parcialmente isolados de uma superfície única, que compunham um planalto que está sendo erodido. A medida que os efeitos progressivos da erosão foram mais severos, nas bordas do rio Uruguai, ao longo do tempo, estratos isolados, em nível superior foram conservados. Possivelmente pertençam a intrusões rochosas de basalto diferenciadas, mais silicosas, modeladas ainda como chapadas. São pequenos platôs com aspectos de "inselbergs". Contrastam com as chapadas de relevo também aplainado ( $P_0$ ), de nível pouco inferior, das formações rochosas de basalto de natureza mais alcalina ou menos vitrificado que restam nos municípios situados mais distantes do rio Uruguai. Nessas pequenas chapadas locais, superfícies fósseis elevadas, estreitas e alongadas, ocorrem pequenos estratos rochosos alternados com superfícies de camadas residuais ainda espessas em níveis alternativos inferiores (Fig. 15 e 16).

Apresentam um relevo aplainado suave ondulado no nível superior, que se contrasta, nas suas transições, com as partes planas de nível inferior, ainda formando chapadas ( $P_0$ ). Possuem bordas abruptas quando em contato com os inícios dos segmentos depressivos que formam os vales. São formas diferenciadas e mesetas menos aplainadas, ou seja, muito atacada pelos processos erosivos naturais. Os declives das encostas são de aproximadamente 10 a 15%. Nas bordas são maiores e abruptos nos contatos com os vales. Entretanto estes contrastes altimétricos não impedem o uso agrícola generalizado. Com isto, as atividades mecanizáveis agrícolas são contínuas ao longo das propriedades. Estas pequenas chapadas ocupam as cotas próximas de até 500 metros.

Acredita-se que as superfícies permaneçam mais conservadas isoladamente porque o sistema rochoso é constituído por uma diversificação muito grande de camadas de basalto, onde as mais vitrificadas seriam as mais resistentes ou talvez pela variação menos alcalina destas camadas.

Na decomposição dos basaltos há produção de altos níveis de compostos ferruginosos (óxidos), que se agregam nas partículas dos solos de nível inferior (argilas), sem serem significativamente transportados, formando perfis muito semelhantes em relação a variação textural. Entretanto, os perfis locais, onde há gradientes hidráulicos, nas bordas das mesetas, quando comparados na catena (seqüência de variação de solos distribuídos desde os topos das chapadas até as bordas dos vales) apresentam variações, principalmente em termos de profundidade e gradiente textural entre os horizontes A e Bt. Nas partes mais aplainadas contínuas os solos são mais profundos, decorrentes dos processos erosivos naturais serem menos intensos. Nas partes planas e altas das chapadas se encontram solos com menores diferenças texturais entre os horizontes A e B e estruturas, caracterizando a presença de horizontes níticos.

Concomitante com a remoção lenta dos latossolos, que cobriam o planalto no passado, houve a intensificação dos processos erosivos naturais, decorrentes das maiores cargas hidráulicas, a partir da borda dos drenos naturais (rios Uruguai e Turvo). Além disso, os processos de meteorização, ao longo dos tempos, em minerais ferruginosos de alto grau de intemperização, contribuíram para a rápida dissecação desse planalto após o estabelecimento da drenagem pelo rio Uruguai. Assim, houve apenas a conservação de solos pouco profundos que se ajustaram ao processo erosivo do clima atual. Supõe-se que a



**Fig. 15.** Topos das chapadas residuais, com basalto muito resistente ao intemperismo, formando pontos isolados na paisagem.

formação morfológica distinta destas mesetas (Pa e P<sub>0</sub>), seja devido a alguma variação da constituição dos estratos dos basaltos, já que o maior fluxo da carga hidráulica moldou a maior parte do relevo em formas mais gastas, aplainadas e lisas, com vales íngremes e superfícies elevadas em forma de espigões que se gastam aceleradamente.

Em relação ao relevo regional antigo de chapadas com solos laterizados, os solos atuais da unidade Pa, embora tenham uma tendência de acumular maiores teores de óxidos de ferro na parte inferior, há maior ocorrência de perfis menos intemperizados, definidos como pouco profundos e com um gradiente textural incipiente. Tudo aparenta como se o isolamento da chapada contribuísse através de uma drenagem interna mais atuante para o transporte das argilas do horizonte superficial, para a parte inferior do solo, pela água percolada (Fig.17 e 18). Neste contexto estão situados de uma forma complexa os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos argissólicos e Argissolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos, diferenciados apenas pela formação ou não de um gradiente textural. Possuem um horizonte A<sub>1</sub>, de 20 cm de espessura, cor vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2), textura muito argilosa, forte estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, consistência muito friável úmida e macia quando seca, matéria orgânica de 1,69%, acidez definida por pH de 5,58, alumínio trocável de 0,10 cmol<sub>c</sub>Kg<sup>-1</sup>, soma de bases trocáveis de 8,32 cmol<sub>c</sub>Kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 10,12 cmol<sub>c</sub>Kg<sup>-1</sup> e



**Fig. 16.** Afloramentos de basalto nos topos isolados das formações residuais do planalto restante.



saturação de bases trocáveis 82%.

A camada subsequente, horizonte  $A_2$ , de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura muito argilosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, muito friável, matéria orgânica 1,60%, acidez com pH de 5,95, soma de bases trocáveis de 8,62  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 9,82  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 88%.

A camada inferior horizonte  $\text{Bnit}_1$ , de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica 1,42%, acidez em pH de 5,89, soma de bases trocáveis de 7,22  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions 8,22  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 88%.

A camada posterior  $\text{Bnit}_2$ , horizonte de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10R 3/4) textura muito argilosa, moderada a forte estrutura de blocos subangulares pequenos a médios, matéria orgânica de 1,20%, acidez com pH de 5,51, alumínio trocável de 0,27  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , soma de bases trocáveis de 5,82  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 7,22  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 81% (Tabelas 5 e 6).

São solos que ao perderem os resíduos laterizados superficiais se tornaram mais férteis pela exposição das camadas internas menos meteorizadas. Não possuem alumínio trocável e os níveis de nutrientes são muito altos.

Nas chapadas mais elevadas, embora ainda pertençam ao planalto, os processos erosivos que eliminaram os resíduos laterizados superficiais, formaram superfícies novas com alguns solos recentes nessas rochas mais resistentes ao intemperismo. Atualmente nas bordas das superfícies mais antigas e elevadas há perfis que assemelham-se aos descritos por Costa Lemos em Brasil (1973), como pertencentes à unidade de mapeamento Ciríaco nas variadas formas morfológicas locais. São produtos de um intemperismo menos intenso do que sofreram as camadas mais elevadas do planalto. São próprios de fatores climáticos onde a remoção das argilas superficiais, pelo movimento da água percolada condiciona a existência de horizontes incipientes e pequenos

gradientes texturais menos diferenciados concomitante com uma segregação e formação de óxidos de ferro e argilas cauliniticas. Nessas superfícies mais recentes na borda de afloramentos rochosos, os solos se caracterizam como Cambissolos Háplicos Eutroférricos chernossólicos. A caracterização de Vermelho na subordem deveria ser considerada como mais apropriada para tais solos em relação a atual denominação de Háplico. Estão inseridos ocasionalmente nas chapadas (Fig. 19). Possuem um horizonte  $A_1$ , de 20 cm de espessura, cor vermelho-escuro-acinzentado (10 R/3/2), textura franca, forte estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, consistência muito friável úmida e macia quando seca, matéria orgânica de 2,08%, acidez definida por pH de 5,37, soma de bases trocáveis de 10,54  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 12,04  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 88%.

A camada subsequente, horizonte  $A_2$ , de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura franco siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, muito friável, matéria orgânica 1,82%, acidez com pH de 6,06, soma de bases trocáveis de 12,42  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 13,52  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 92%.

A camada inferior horizonte  $\text{Bi}$ , de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica 1,31%, acidez em pH de 6,36, soma de bases trocáveis de 13,22  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions 14,02  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis 94%.

A camada posterior  $\text{BC}$ , horizonte de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10R 3/6) textura franca, moderada a forte estrutura de blocos subangulares pequenos a médios, matéria orgânica de 1,19%, acidez com pH de 6,49, soma de bases trocáveis de 11,53  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca catiônica de 12,53  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$  e saturação por bases trocáveis de 93% (Tabelas 7 e 8).

São solos incipientes na borda das chapadas, onde a remoção erosiva deixou alternadamente solos rasos e pouco profundos em processo de formação. São solos férteis, pois as camadas

meteorizadas alcalinas do basalto estão próximas.

As terras mais aplainadas do município sempre foram cultivadas intensamente, após a colonização local, apesar de estarem em áreas de risco, pela suscetibilidade à erosão (Fig. 20 a 23). A possível deficiência hídrica em pequenos espaços de tempo ou até mesmo em quase todo o verão, tornou-se um risco geralmente aceitável. Essas áreas ocasionalmente seriam próprias a cultivos anuais intercalados com cultivos perenes. A fruticultura seria um fator que conteria mais o processo erosivo provocado. Pela moderada suscetibilidade a erosão, as terras se situam



**Fig. 17.** Nitossolo Vermelho Eutroférico argissólico, situado em mesetas residuais com cultivo de soja em período de estiagem.

como classe IVse de capacidade de uso das terras (Fig.20 a 23).

Quanto à aptidão agrícola das terras, sistema de classificação proposto por Ramalho Filho & Beek (1995), são do grupo 1 ABc; “boa” para usuários com pequenas e médias tecnologias, que não dispõem de recursos para corrigi-las adequadamente para alta produção (fósforo e eventualmente calcário), e “regular” para grandes proprietários, pois as áreas têm limites estreitos. Não são áreas extensivas e abrangentes como em todo planalto.



**Fig. 18.** Superfícies residuais com Argissolo Vermelho Eutroférico chernossólico intermitente entre formações rochosas superficiais.



**Fig. 19.** Cambissolo Háplico Eutroférico chernossólico em superfície residual no planalto ainda existente.



**Fig. 20.** Chapadas residuais com início de vales depressivos antigos, responsáveis por uma drenagem fóssil do planalto anterior.



**Fig. 21.** Topos residuais elevados com bordas abruptas, evidenciado descontinuidade de resistência ao intemperismo do material de origem (estratos diferenciados do basalto).



**Fig. 22.** Chapadas residuais com suas superfícies mais amplas ainda conservadas, com cultura de soja.



**Fig. 23.** Borda das chapadas residuais e sua transição para as chapadas mais amplas e mais recentes, cobertas com cultura de soja.

**Tabela 5.** Informações do perfil D-4 da unidade Pa .

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico argissólico; Soil Taxonomy – Rhodic Oxíc Argiudoll. b) Localização: coordenadas = E = 219.277; N = 6.978.460 km (Fuso 22s), altitude = 497 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas aplainadas. f) Situação do perfil: topo de chapada. g) Declividade: 1 a 3 %. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a fraca. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
B <sub>t1</sub>	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, liz. duro.
B <sub>t2</sub>	100-120	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, liz. duro.

**Tabela 6.** Resultados das análises do perfil D-4 da unidade Pa.

Fatores		Horizontes			
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>t1</sub>	B <sub>t2</sub>
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-100	100-120
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	9,81	9,26	8,26	6,97
M.O.	%	1,69	1,60	1,42	1,20
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	2,40	1,80	2,10	2,20
PH (H <sub>2</sub> O)	-	5,58	5,95	5,89	5,51
PH (KCl)	-	4,60	4,83	4,91	4,62
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	6,50	7,10	5,70	4,20
Mg	"	1,80	1,50	1,50	1,60
K	"	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na	"	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
S	"	8,32	8,62	7,22	5,82
Al	"	0,10	N.D	N.D	0,27
H+ Al	"	1,80	1,20	1,00	1,40
T	"	10,12	9,82	8,22	7,22
T(arg.)	"	16	14	11	10
V	%	82	88	88	81
Sat. Al	"	1	N.D	N.D	4
Fe (total)	"	-	-	18	-
Calhaus	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-
Cascaho	"	16	11	14	22
Areia grossa	"	32	32	22	31
Areia fina	"	75	54	54	53
Silte	"	269	190	142	197
Argila	"	624	724	782	719
Argila natural	"	29	2	7	3
Agregação	%	95	99	99	99
Silte/argila	-	0,43	0,26	0,18	0,27
Textura	-	Cp	Cp	Cp	Cp

Cp - muito argilosa.

**Tabela 7.** Informações do perfil D-3 da unidade Pa.

a) Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Haplumbrept. b) Localização: coordenadas = E = 220.370; N = 6.978.298 km (Fuso 22s), altitude = 501 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: segmentos residuais do planalto. f) Situação do perfil: topo de antigo planalto em desagregação. g) Declividade: 1 a 3 %. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a forte. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; franca; blocos subangulares pequenos e grossos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	20-40	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; franco siltosa; blocos subangulares pequenos e grossos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
Bi	40-50	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; franco siltosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lig. duro; transição gradual e plana.
BC	50-60	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; franca; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lig. duro.

**Tabela 8.** Resultados das análises do perfil D-3 da unidade Pa.

Fatores		Horizontes			
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Bi	BC
Espessura	(cm)	0 - 20	20 - 40	40 - 50	50 - 60
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	12,07	10,55	7,61	6,89
M.O.	%	2,08	1,82	1,31	1,19
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	5,70	10,9	7,30	4,10
pH (H <sub>2</sub> O)	-	5,37	6,06	6,36	6,49
pH (KCl)	-	4,63	4,99	5,24	5,24
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	8,10	9,20	9,70	8,50
Mg	"	2,40	3,20	3,50	3,00
K	"	0,03	0,01	0,01	0,02
Na	"	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
S	"	10,54	12,42	13,22	11,53
Al	"	N.D	N.D	N.D	N.D
H+ Al	"	1,50	1,10	0,80	0,90
T	"	12,04	13,52	14,02	12,53
T (arg.)	"	46	69	60	47
V	%	88	92	94	93
Sat. Al	"	N.D	N.D	N.D	N.D
Fe (total)	"	-	-	25	-
Ca <sub>haus</sub>	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-
Cascaho	"	74	74	82	85
Areia grossa	"	120	93	72	124
Areia fina	"	195	196	184	209
Silte	"	421	516	510	405
Argila	"	264	195	234	262
Argila natural	"	41	45	52	63
Agregação	%	84	77	78	76
Silte/argila	-	1,59	2,64	2,17	1,54
Textura	-	L	SiL	SiL	L

L - franca, SiL - franco-siltosa

## Chapadas (P<sub>o</sub>)

Esta unidade de forma de relevo é composta por superfícies fósseis muito aplainadas, de nível superior, lisas e estreitas, segmentadas, com aspectos que lembram um relevo levemente ondulado. Os topos possuem formas arredondadas ou circulares, ainda aplainadas, algumas muito levemente convexas, que evoluíram a partir de um platô único, onde climas passados laterizaram o solo (Fig. 24 e 25). As superfícies estão sendo segmentadas com a individualização dos segmentos iniciais de drenagem. Formam-se espigões que no início são pouco caracterizados. A medida que se estreitam, pelo avanço dos vales de drenagem, perpendiculares ao rio Uruguai, perdem também as suas camadas residuais superficiais que formavam os solos antigos. Estão limitadas por ravinas profundas laterais onde se iniciam os segmentos de drenagem. Nestas ravinas afloram basaltos. São restos superficiais de um antigo planalto regional em processo final de desgaste. O antigo processo de dissecação natural, lento, do Planalto, constituiu um sistema de vales com drenos depressivos, sem sulcos, próprios de um clima de menor escoamento. Raros segmentos destes modelos de drenagem ainda restam no início das bacias hidrográficas (Fig. 24). O processo de dissecação acelerado do clima quaternário, que modelou o planalto em mesetas e espigões estreitos, está constituindo vales profundos, muito abertos, com altos declives nas encostas (>45%). A constituição de solos pouco profundos ainda existentes nas mesetas, de superfícies muito intemperizadas, está superficialmente relacionada com camadas estratificadas de rochas básicas de fácil intemperização. O conjunto de pequenas chapadas alongadas, que aparenta um relevo suave ondulado, assemelha-se com as lombadas que ocorrem na região Sul. Na maior parte as formas de relevo de chapadas e pequenos platôs são provenientes de superfícies aplainadas no período Terciário ou mesmo no final do Cretáceo. Os declives são menores do que 5%, e muito raramente chegam a 10% nas encostas mais acentuadas. Ocupam as cotas de 420 a 460 metros.

No geral, nas chapadas que se isolam nas bordas do planalto, há ocorrência de solos profundos, com a formação de compostos oxidícos-ferruginosos, horizonte Bnit, com

cerosidade e estrutura como nas chapadas residuais mais antigas (Fig.26 e 27). Tais solos estão sendo denominados, de Nitossolos Vermelhos Eutroféricos argissólicos ou chernossólicos. Estão sendo diferenciados no 4º nível (subgrupo) por apresentarem um gradiente textural que pode ser causado pelos processos erosivos localizados em superfícies com maior fluxo lateral de água no interior do perfil. Os gradientes texturais não são comuns na região e suficientes para descaracterizar horizontes níticos. Apresentam um horizonte A<sub>1</sub> de 20 cm de espessura, cor vermelho-escuro (10 R 3/3) a vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2), textura franco-argilo-siltosa a muito argilosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência pegajosa, plástica, muito friável, macia, matéria orgânica de 3,13 a 3,80%, acidez definida por pH de 5,90 a 6,10, soma de bases trocáveis de 7,43 a 12,65 a cmol<sub>c</sub>Kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 9,33 a 13,75 cmol<sub>c</sub>Kg<sup>-1</sup> e saturação de bases de 80 a 92%.

A camada subsequente, horizonte A<sub>2</sub>, de 20 a 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura argilosa a muito argilosa, estrutura forte em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência, pegajosa, plástica, muito friável, macia, matéria orgânica de 1,96 a 2,29%, acidez com pH de 5,95 a 6,29, soma de bases trocáveis de 7,12 a 12,15 cmol<sub>c</sub>Kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 9,02 a 13,15 cmol<sub>c</sub>Kg<sup>-1</sup> e saturação de bases de 79 a 92%.

A camada inferior, horizonte Bnit<sub>1</sub>, de 20 a 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura argilosa a muito argilosa, estrutura moderada a forte em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,49 a 2,72%, acidez com pH de 5,38 a 5,95, alumínio trocável de 0,21 cmol<sub>c</sub>Kg<sup>-1</sup> soma de bases trocáveis de 6,62 a 9,54 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 8,62 a 11,14 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e saturação de bases de 77 a 86%.

A camada subsequente, horizonte Bnit<sub>2</sub>, de 40 a 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura argilosa a muito argilosa, estrutura moderada a forte em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência pegajosa, plástica, muito friável, ligeiramente

duro, matéria orgânica de 1,97 a 2,15%, alumínio trocável de 0,08  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , acidez com pH de 5,20 a 6,52, soma de bases trocáveis de 7,93 a 8,05  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 8,85 a 10,23  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases de 78 a 91%.

A camada subsequente, horizonte  $\text{B}_{\text{nit}_3}$ , de 20 a 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura argilosa a muito argilosa, estrutura moderada a forte em blocos subangulares pequenos e médios, consistência pegajosa, plástica, muito friável, ligeiramente dura, matéria orgânica de 1,89 a 2,16 %, alumínio trocável de 0,08  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , acidez com pH de 5,20 a 6,20, soma de bases trocáveis de 8,05 a 9,12  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 9,25 a 10,92  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$  e saturação de bases de 84 a 87% (Tabelas 9 a 12).

Solos ricos em bases e sem alumínio tóxico (solúvel) são muito férteis. Esse aspecto é complementado pelas ótimas condições físicas (alta permeabilidade, alta estruturação, etc.).

No geral são Nitossolos que se confundem com os Argissolos no contexto a medida que ocorrem transições texturais diferenciadas entre os horizontes A e Bt. É mais prudente acreditar que estão associados. Quanto ao uso agrícola, as terras estão situadas como pertencentes à classe IIse de capacidade de uso das terras. Os riscos à erosão estão praticamente controlados com o plantio direto. Correções de acidez e fertilidade do solo são eventuais. Na sua maior parte, não são necessários tratamentos culturais intensivos salvo a adição de fósforo. As condições climáticas talvez sejam os fatores mais limitantes de se situar essas terras em melhor classe, pois as estiagens têm sido o fator limitante a produção de cultivos anuais.

Quanto à aptidão agrícola das terras proposta por Ramalho Filho e I. Beek (1995), seriam do grupo 1ABC; “boa” para todos os usuários desde que empreguem tecnologias, para o controle da erosão e que disponham de recursos para corrigi-las adequadamente com fósforo. As deficiências ocasionais de água é que controlariam a produção.



**Fig. 24.** Resto das chapadas com vales da drenagem fóssil restantes ainda com alguma vegetação arbórea. São vales aplainados que estão sendo destruídos pelo processo erosivo atual, formando vales profundos.



**Fig. 25.** Resto de chapada onde os vales se inserem sutilmente em depressões antigas. É um relevo que está sendo modificado aceleradamente no clima atual.



**Fig. 26.** Nitossolo Vermelho Eutroférico chernossólico profundo sem diferenças texturais acentuadas entre horizontes, moderada a forte estruturação e dominância de argilas caulínicas e óxidos de ferro no complexo de troca, na parte inferior do perfil, principalmente.



**Fig. 27.** Nitossolo Vermelho Eutroférico chernossólico formado em rocha basáltica muito alcalina em períodos climáticos distintos dos Nitossolos mais amarelados.

**Tabela 9.** Informações do perfil D-8 da unidade Po.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico argissólico; Soil Taxonomy – Rhodic Oxic Argiudoll. b) Localização: coordenadas = E = 216.682; N = 6.983.208 km (Fuso 22s), altitude = 423 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas aplainadas. f) Situação do perfil: borda de chapada. g) Declividade: 2%. h) Erosão: moderada. i) Relevo: suave modulado a plano. j) Suscetibilidade à erosão: fraca. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: mata conservada (Reserva Florestal)p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-25	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; franco argiloso; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	25-40	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
Bn <sub>1b</sub>	40-60	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito friável, lig. duro; transições difusas.
Bn <sub>2b</sub>	60-100	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transições difusas.
Bn <sub>3b</sub>	100-120	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.



**Tabela 10.** Resultados das análises do perfil D-8 da unidade Po.

Fatores	Horizontes				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Bn <sub>1t</sub>	Bn <sub>2t</sub>	Bn <sub>3t</sub>
Espessura (cm)	0-20	20-40	40-60	60-100	100-120
C. orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	22,07	13,26	15,76	12,48	12,53
M.O. (%)	3,80	2,29	2,72	2,15	2,16
P (mg kg <sup>-1</sup> )	2,30	2,10	1,70	1,40	2,20
pH (H <sub>2</sub> O)	6,10	6,29	5,95	6,52	6,20
pH (KCl)	5,37	5,32	4,58	5,18	5,18
Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	9,80	9,40	7,30	6,10	6,0
Mg	2,80	2,70	2,20	1,90	2,0
K	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
Na	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
S	12,65	12,15	9,54	8,05	8,05
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H+ Al	1,10	1,00	1,60	0,80	1,20
T	13,75	13,15	11,14	8,85	9,25
T (arg.)	41	26	19	14	14
V	92	92	86	91	87
Sat. Al	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Fe (total)	-	24	-	-	-
Ca <sub>haus</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Cascaho	2	2	1	3	2
Areia grossa	10	9	8	14	7
Areia fina	106	84	81	97	84
Silte	550	294	338	384	241
Argila	334	613	573	505	668
Argila natural	68	90	111	87	79
Agregação	80	85	81	83	88
Silte/argila	1,65	0,48	0,59	0,76	0,36
Textura	SiCL	C	C	C	Cp

C – argilosa, Cp – muito argilosa, SiCL- franco-argilo-siltosa

**Tabela 11.** Informações do perfil D-9 da unidade Po.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Argiudoll. b) Localização: coordenadas = E = 215.881; N = 6.978.470 km (Fuso 22s), altitude = 463 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas aplainadas. f) Situação do perfil: topo de chapada. g) Declividade: 1 a 3 %. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a fraca. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual plana.
A <sub>2</sub>	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual plana.
Bn <sub>1t</sub>	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro; transição gradual plana.
Bn <sub>2t</sub>	100-150	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro transição gradual plana.
Bn <sub>3t</sub>	150-180	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro.

**Tabela 12.** Resultados das análises do perfil D-9 da unidade Po.

Fatores		Horizontes				
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Bn <sub>1t</sub>	Bn <sub>2t</sub>	Bn <sub>3t</sub>
Espessura	(cm)	0 - 20	20 - 50	50 - 100	100 - 150	150 - 180
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	18,14	11,38	8,65	11,45	10,96
M. O.	%	3,13	1,96	1,49	1,97	1,89
P	(m g kg <sup>-1</sup> )	3,70	2,10	3,10	3,30	4,00
pH (H <sub>2</sub> O)	-	5,90	5,95	5,38	5,20	5,56
pH (KCl)	-	4,53	4,70	4,46	4,45	4,51
Ca	(cmol kg <sup>-1</sup> )	5,60	5,40	4,80	5,80	6,80
Mg	"	1,80	1,70	1,80	2,10	2,30
K	"	0,02	< 0,01	0,01	0,02	0,01
Na	"	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
S	"	7,43	7,12	6,62	7,93	9,12
Al	"	0,00	0,00	0,21	0,08	0,08
H+ Al	"	1,90	1,90	2,00	2,30	1,80
T	"	9,33	9,02	8,62	10,23	10,92
T (arg.)	"	13	14	13	16	19
V	%	80	79	77	78	84
Sat. Al	"	N.D	N.D	3	1	< 1
Fe (total)	"	-	-	-	24	-
Ca <sub>haus</sub>	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Cascaho	"	3	3	2	3	10
Areia grossa	"	6	5	6	12	25
Areia fina	"	65	57	61	64	88
Silte	"	227	300	271	293	316
Argila	"	702	638	662	631	571
Argila natural	"	83	2	18	98	79
Agregação	%	88	99	97	84	86
Silte/argila	-	0,32	0,47	0,41	0,46	0,55
Textura	-	Cp	Cp	Cp	Cp	C

C - argilosa, Cp - muito argilosa

## Espigões (P<sub>1</sub>)

A unidade de relevo compreende as superfícies estreitas e lisas de nível superior, isoladas, as vezes parcialmente segmentadas longitudinalmente, que constituem, no topo, um relevo com aspecto suave ondulado. São restos de antigo planalto em que os processos erosivos removeram intensamente as camadas laterizadas superficiais do solo. Constituem segmentos elevados perpendiculares aos drenos principais, que são os rios Uruguai e Turvo (Fig. 28 e 29). Os solos mais recentes, em relação aos latossolos antigos e relativamente intemperizados, se situam onde os resíduos antigos das rochas estão pouco erodidos (Fig. 30 e 31). A drenagem superficial, ao lado, construiu vales profundos encravados, com ravinas de encostas verticais isolando pouco a pouco os espigões. São vales inicialmente muito estreitos e verticalmente retilíneos, muito semelhantes. Camadas, estratificadas, mais endurecidas de basalto, em alternância com material menos resistente faz

com que essa forma de relevo seja preservada embora não seja a predominante na formação geral. Como conseqüência, desse modelamento erosivo constante e uniforme, as superfícies planas e estreitas dos topos dos espigões, somente ocasionalmente, comportam afloramentos rochosos planos alternados, estratificados, com solos rasos pouco evoluídos.

No processo de conservação de um relevo suave ondulado, na superfície convexa do espigão, a remoção das camadas superficiais de resíduos antigos, verifica-se mais intensamente próximo as bordas das encostas. Nestes locais há ocorrências de solos menos espessos, pouco profundos, sem entretanto serem denominados litólicos (lépticos). Como conseqüência, as características, próprias de solos que conservam parcialmente resíduos muito intemperizados, responsáveis pela caracterização de solos oxidicos, como nas chapadas mais conservadas, são de menor ocorrência. Os resultados analíticos permitem

constatar que as tendências gerais são de predominarem solos com saturação de bases altas, desde as camadas mais superficiais. Isso ocorre também nas áreas de chapadas. Certamente se relaciona também com o maior poder de retenção do complexo de troca dos resíduos da floresta anterior. 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 tais camadas.

Mais recentemente, os solos tiveram ocupação efetivada pela natureza do relevo, com desmatamento parcial e uso agrícola intensivo. Diferenciam-se em alguns parâmetros analíticos, principalmente químicos, com os estabelecidos nas chapadas. Este aspecto se observa em relação ao posicionamento no relevo e nas ocorrências de mata ainda restantes. Embora com os dados colhidos não se possa constatar, precisamente, que a floresta nativa mantinha parâmetros muito diferenciados em relação a nutrientes (perfil 8), estima-se que, em alguns locais, a remoção da floresta e posterior estabelecimento de culturas contribuem para a constituição de solos mais empobrecidos. Isto parece estar relacionado à grande atividade coloidal orgânica na superfície. Não há ocorrência, na parte inferior, de uma atividade ácida com maior saturação de alumínio, estágios que estes solos ainda não atingiram. A ocorrência de horizontes chernozêmicos é muito evidenciada como nas áreas desmatadas. No geral, constata-se, pela natureza e volume da floresta, que ainda há relativamente altos teores de nutrientes incorporados ao solo que permaneceram no sistema após o desmatamento. Este fato, talvez esteja relacionado ao tempo menor de uso da terra, ou ao manejo na incorporação dos resíduos.

Em relação às chapadas onde há solos profundos, a unidade de relevo de maior amplitude de variação de perfis, há solos desde medianamente intemperizados a outros já enriquecidos por processos de adição de bases, situados em superfícies expostas mais recentemente. Verifica-se que muitas encostas, em termos de elementos nos perfis, se situam como muito férteis. No geral, nas chapadas centrais dos espigões, os solos aparentam estar pouco empobrecidos embora tenham

características de solos profundos. Mesmo assim, não estão necessitadas de insumos adicionados. A correção da acidez do solo não se mostra necessária nas superfícies mais recentes. Entretanto, apresentam médios e baixos níveis de fósforo, sendo necessário que os tratos culturais incluam a correção desta limitação para que se possam obter altas produções. No geral, a desagregação das bordas, teoricamente é maior do que nas chapadas. Não há tempo suficiente para nivelar parâmetros, no novo relevo, em termos das variações químicas analisadas, principalmente na formação de compostos oxídicos e caulíníticos.

Ao se generalizar os prolongamentos iniciais de espigões, semelhantes a coxilhas, e suas encostas, verifica-se nas bordas que ocorrem solos pouco profundos, os quais possuem um horizonte  $A_1$  de 20 cm de espessura, cor vermelho-escuro (2,5 YR 4/6 e 3/6), textura franco-arenosa, forte estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, consistência muito friável, úmida, e macia, quando seca, matéria orgânica de 2,47 %, acidez definida por pH de 6,05, soma de bases trocáveis de 19,43  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 20,33  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e saturação de bases de 96 %.

A camada subsequente, horizonte  $A_2$ , de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, (2,5 YR 4/6 e 3/6) textura franco-arenosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 2,32 %, acidez com pH de 6,36, soma de bases trocáveis de 19,63  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 20,63  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e saturação de bases de 95 %.

A camada inferior, horizonte C, de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura franco-siltosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos, matéria orgânica de 2,97 %, acidez com pH 6,50, soma de bases trocáveis de 20,03  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 21,23  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e saturação de bases de 94 % (Tabelas 13 e 14).

Denominados, na amplitude regional, de Solos Litólicos Eutróficos por Costa Lemos, em Brasil (1973) e Streck *et al.* (2002), os solos estão

sendo localmente caracterizados por Neossolos Litólicos Eutróficos típicos, por apresentarem contato lítico nos primeiros 50 cm da superfície do solo (Fig. 32 e 33).

Mesmo em processo de segmentação dos restos deste planalto, onde os processos erosivos removeram progressivamente as camadas laterizadas, conservaram-se alguns solos profundos, com gradiente textural entre os horizontes A e Bt. Estes solos possuem um horizonte A<sub>1</sub> de 20 cm de espessura, cor vermelho-acinzentado-escuro (10 R 3/2), textura argilo-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência muito friável úmida e macia, quando seca, matéria orgânica de 1,97 %, acidez definida por pH de 6,15, soma de bases trocáveis de 8,94 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 9,94 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e saturação de bases de 90 %.

A camada subsequente, horizonte A<sub>2</sub>, de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, (10 R 3/3) textura de argilosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 1,48 %, acidez com pH de 5,65, alumínio trocável de 0,70 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, saturação com alumínio de 9%, soma de bases trocáveis de 7,42 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 8,62 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e saturação de bases de 86 %.

A camada inferior, horizonte Bt<sub>1</sub>, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura de muito argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,17 %, acidez com pH 5,20, alumínio trocável de 0,40 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, saturação com alumínio de 7 %, soma de bases trocáveis de 5,52 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 6,92 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e saturação de bases de 80 %.

A camada subsequente, horizonte Bt<sub>2</sub>, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura muito argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 0,74 %, acidez com pH de 6,05, soma de bases trocáveis de 6,72 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 7,12 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e saturação de bases de 94 %.

A camada posterior, horizonte Bt<sub>3</sub>, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura de muito argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 0,74 %, acidez com pH 5,64, alumínio trocável de 0,02 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, saturação com alumínio de <1 %, soma de bases trocáveis de 5,62 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 6,22 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e saturação de bases de 90 %. (Tabelas 15 e 16).

Este solo de ocorrência restrita compõe algumas superfícies planas do relevo ou pouco inclinadas. São os Argissolos Vermelhos Eutróficos chernossólicos que possivelmente constituíram horizontes que formam um gradiente textural posterior a desagregação do relevo plano anterior. Estes solos transicionais estão sendo denominados de Argissolos Vermelhos Eutróficos chernossólicos, por apresentarem gradiente textural alto entre horizontes A e Bt e por possuírem baixa atividade de troca catiônica no complexo argiloso. Estima-se que a ocorrência de Nitossolos seja equitativa. Deveriam constituir outra ordem no sistema de classificação atual, Argissolos estão relacionados com superfícies antigas e solos ácidos com poucas bases trocáveis.

No geral os Neossolos Litólicos Eutróficos típicos compõem as bordas e ápices dos espigões ou até mesmo pequenas intrusões ocasionais em pequenas direções.

Quanto ao uso agrícola, as terras foram caracterizadas como pertencentes à classe IIIse de capacidade de uso das terras pelas limitações inerentes à falta de fósforo do solo, suscetibilidade à erosão e por possuírem encostas mais íngremes no contato com os vales mais aprofundados. Nas bordas, há muitos solos rasos e cascalhentos. Atualmente, a definição de aspectos de classes e subclasses está mais relacionada à menor potencialidade das terras, quando comparadas as chapadas, mais aplainadas e, conseqüentemente mais adequadas a uma agricultura desenvolvida.

Quanto à aptidão agrícola das terras, sistema proposto para qualificar as terras para três

usuários distintos, as restrições se restringem aos aspectos econômicos para pequenas correções de fósforo e contenção dos processos erosivos. Estes fatores induzem a se qualificar as terras no grupo 1ABc como “boa” para pequenos e médios agricultores, onde os espigões limitados a pequenas superfícies

aplainadas, são próprios à pequenas lavouras de uso familiar. A alta fertilidade natural reduz em parte o custo maior dos insumos da amplitude das áreas das chapadas. São terras classificadas como “regular” para uma agricultura tecnificada onde as áreas agrícolas estão em pequenas e esparsas glebas.



**Fig. 28.** Topo plano de espigão, com cultura de soja.



**Fig. 29.** Cultura de soja em período de estiagem em áreas apainadas no topo dos espigões próximas ao Parque Florestal Estadual do Turvo.



**Fig. 30.** Cambissolo Háplico Eutroférico chernossólico de ocorrência nas bordas dos espigões.



**Fig. 31.** Topos de espigões com culturas de eucalipto. Solos com progressivos processos de erosão.



**Fig. 32.** Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico desenvolvido na borda.



**Fig. 33.** Neossolo Litólico Eutrófico típico, com vegetação de gramíneas após os cultivos de soja e milho.

**Tabela 13.** Informações do perfil D-5 da unidade P<sub>1</sub>.

a) Classificação: NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico; Soil Taxonomy – Rhodic Haplumbrept.  
 b) Localização: coordenadas = E = 222.825; N = 6.983.143 km (Fuso 22s), altitude = 427 m.  
 c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: encosta de planalto em desagregação. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: 30 %. h) Erosão: não há. i) Relevo: escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 1 a 5%. m) Rochosidade: 1 a 5%. n) Drenabilidade: fortemente drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-20	Vem e ho-escuro (2,5 YR 4/6 e 3/6) úmido e seco; franco arenosa; bbcos subangulares pequenos e grumosos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	20-40	Vem e ho-escuro (2,5 YR 4/6 e 3/6) úmido e seco; franco arenosa; bbcos subangulares pequenos e grumosos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
C	40-50	Vem e ho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; franco silteosa; bbcos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lig. duro; transição gradual e plana.

**Tabela 14.** Resultados das análises do perfil D-5 da unidade P<sub>1</sub>.

Fatores	Horizontes		
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	C
Espessura (cm)	0-20	20-40	40-50
C. orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	14,33	13,45	17,21
M.O. (%)	2,47	2,32	2,97
P (mg kg <sup>-1</sup> )	26,40	23,20	9,10
pH (H <sub>2</sub> O)	6,05	6,36	6,50
pH (KCl)	5,00	5,14	5,28
Ca (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	15,70	16,60	17,40
Mg	3,70	3,00	2,60
K	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na	0,02	0,02	0,02
S	19,43	19,63	20,03
Al	0,00	0,00	0,00
H+ Al	0,90	1,00	1,2
T	20,33	20,63	21,23
T (arg.)	318	375	236
V (%)	96	95	94
Sat. Al	0	0	0
Fe (total)	-	-	17
Ca <sub>haus</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-
Cascaho	134	134	86
Areia grossa	134	283	200
Areia fina	387	241	198
Silte	415	421	512
Argila	64	55	90
Argila natural	13	19	16
Agregação (%)	80	69	82
Silte/argila	6,48	7,65	5,68
Textura	L	L	SiL

L - franca; SiL - franco-siltosa

**Tabela 15.** Informações do perfil D-1 da unidade P<sub>1</sub>.

a) Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy –Rhodic Oxíc Argiudoll. b) Localização: coordenadas = E = 208.170; N = 6.982.917 km (Fuso 22s), altitude = 418 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas residuais de nível superior. f) Situação do perfil: topo de chapada parcialmente erodida. g) Declividade: 1 a 10 %. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; argila siltosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
B <sub>t1</sub>	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro; transição gradual e plana.
B <sub>t2</sub>	100-150	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro; transição gradual e plana.
B <sub>t3</sub>	150-200	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro.

**Tabela 16.** Resultados das análises do perfil D-1 da unidade P<sub>1</sub>.

Fatores	Horizontes				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>t1</sub>	B <sub>t2</sub>	B <sub>t3</sub>
Espessura (cm)	0 - 20	20 - 50	50 - 100	100 - 150	150 - 200
C. orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	11,42	8,61	6,81	4,31	4,31
M.O. (%)	1,97	1,48	1,17	0,74	0,74
P (mg kg <sup>-1</sup> )	12,00	4,80	1,60	2,20	2,60
pH (H <sub>2</sub> O)	6,15	5,65	5,20	6,05	5,64
pH (KCl)	5,20	4,62	4,24	4,98	4,89
Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	5,90	4,80	4,20	5,80	4,70
Mg	3,00	2,60	1,30	0,90	0,90
K	0,03	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
S	8,94	7,42	5,52	6,72	5,62
Al	0,00	0,70	0,40	0,00	0,02
H+ Al	1,00	1,20	1,40	0,40	0,60
T	9,94	8,62	6,92	7,12	6,22
T (arg.)	22	15	10	11	8
V (%)	90	86	80	94	90
Sat. Al	0	9	7	0	< 1
Fe (total)	-	-	19	-	-
Ca <sub>haus</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Cascalho	11	12	5	4	5
Areia grossa	33	37	14	14	9
Areia fina	59	60	33	26	28
Silte	457	331	254	312	188
Argila	451	572	699	648	775
Argila natural	49	58	13	5	10
Agregação (%)	89	90	98	99	99
Silte/argila	1,01	0,57	0,36	0,48	0,24
Textura	SiC	C	Cp	Cp	Cp

C - argilosa, Cp - muito argilosa, SiC - argila-siltosa

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

A unidade compreende pequenas superfícies elevadas, algumas pouco abaixo do nível superior das chapadas. São as pontas finas dos espigões. Estão em processo de desagregação. Muitas já se segmentaram ao acaso provenientes dos espigões mais submetidos à erosão. Outras estão ainda em fase desta inicial destruição, formando um relevo bastante ondulado, em acentuado e progressivo desgaste erosivo nas bordas dos restos de planalto. Alguns já constituem espigões isolados do eixo inicial. O processo erosivo atinge desde os topos dos segmentos até as bordas evidenciando os solos rasos e as exposições rochosas. Tais espigões erodidos situam-se nos extremos dos que estão conservados, compondo níveis altimétricos intermediários (310 a 390 metros). Teoricamente, teriam seu início nos topos menos desgastados ainda com resíduos (P<sub>1</sub>) até as bordas dos vales mais profundos (Va). São superfícies em desagregação que irão constituir

a unidade "serras" (Sr) quando os declives mais se acentuarem, nas encostas, principalmente (Fig. 34 e 35).

No processo de formação de um relevo que tende a escarpado, de encostas com altos declives (>45%), há formação de solos pouco intemperizados nos topos ainda não totalmente desagregados (Fig. 36 a 38). São solos pouco profundos, porém, muito férteis, possuem um horizonte A<sub>1</sub> de 20 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3), textura franco-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência muito friável, úmida, e macia quando seca, matéria orgânica de 2,36 %, acidez definida por pH de 6,20, alumínio trocável de 0,02 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, saturação com o alumínio de <1%, soma de bases trocáveis de 21,83 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 23,23 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, e saturação de bases de 94%.

A camada subsequente, horizonte A<sub>2</sub>, de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-



amarelado (5 YR 4/6), textura franco-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 1,46%, acidez com pH de 6,63, soma de bases trocáveis de 24,82  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 25,92  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e saturação de bases de 96%.

A camada inferior, horizonte C, de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-amarelo (5YR 4/4), textura franco-siltosa, moderada estrutura em blocos subangulares pequenos e médio, matéria orgânica de 1,62 %, acidez com pH de 6,64, soma de bases trocáveis de 24,82  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 26,72  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e saturação de bases de 94% (Tabelas 17 e 18). Estão sendo denominados de Cambissolos Háplicos Eutroféricos chernossólicos. Compunham a unidade Ciríaco de Costa Lemos em Brasil (1973).

Mesmo em processos de segmentação, comportam as Unidades Ciríaco e Charrua de Costa Lemos em Brasil (1973). Dos restos do planalto, onde os processos erosivos removeram progressivamente as camadas laterizadas, restaram alguns solos profundos, com gradiente textural entre os horizontes A e B. Esses solos possuem um horizonte  $A_1$  de 20 cm de espessura, cor vermelho-amarelado (5 YR 4/4), textura argilo-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência muito friável, úmida, e macia quando seca, matéria orgânica de 3,58 %, acidez definida por pH de 5,83, soma de bases trocáveis de 10,64  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 11,84  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , e saturação de bases de 90%.

A camada subsequente, horizonte  $A_2$  de 30 cm de espessura, cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/6), textura argilosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência muito friável, úmida, e macia quando seca, matéria orgânica de 1,65 %, acidez definida por pH de 5,93, alumínio trocável de 0,11  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , saturação com o alumínio de 1%, soma de bases trocáveis de 8,02  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 9,22  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , e saturação de bases de 87%.

A camada inferior, horizonte  $Bt_1$  de 50 cm de espessura, cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura muito argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e

grumos, consistência muito friável, úmida, e ligeiramente dura quando seca, matéria orgânica de 1,20 %, acidez definida por pH de 5,44, alumínio trocável de 0,29  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , saturação com o alumínio de 5 %, soma de bases trocáveis de 5,62  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 7,12  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , e saturação de bases de 79%.

A camada subsequente, horizonte  $Bt_2$  de 20 cm de espessura, cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura muito argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, consistência muito friável, úmida, e ligeiramente dura quando seca, matéria orgânica de 0,81 %, acidez definida por pH de 5,27, alumínio trocável de 0,44  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , saturação com o alumínio de 9 %, soma de bases trocáveis de 4,52  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 5,92  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , e saturação de bases de 76% (Tabelas 19 e 20).

Estes solos pelo gradiente textural entre os horizontes A e Bt se situam como Argissolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos de pouca ocorrência.

Concomitante ocorrem neste relevo em desagregação Neossolos Litólicos Eutróficos típicos e chernossólicos descritos na Unidade  $P_1$ .

Quanto ao uso agrícola, as terras foram caracterizadas como pertencentes à classe VIse de capacidade de uso das terras, com limitações moderadas a forte de suscetibilidade à erosão e à mecanização, por apresentarem encostas mais íngremes no contato com os vales profundos. São próprias às culturas perenes. Quanto à aptidão agrícola proposta por Ramalho Filho e I. Beek (1995), as terras seriam do grupo 1 A(b), “boa” para uma agricultura rudimentar, a nível familiar, como está sendo usada. Seriam “restrita” para médios produtores pois os solos são muito suscetíveis a erosão para cultivos mais intensivos. Há muito alta fertilidade no solo que se contrapõe a alta suscetibilidade a erosão. Estes fatores possibilitam o pequeno produtor a usar pequenas roças. Cultivos perenes, porém, seriam mais adequados. São terras inaptas a uma agricultura tecnificada. Embora estejam sendo cultivadas, onde existem áreas próprias, com cultivo de soja (Fig. 39).



**Fig. 34.** Espigões em processo de desagregação, com vales largos já estabelecidos.



**Fig. 35.** Restos de espigões que se estreitam no tempo, com saliências que se isolam em "inselbergues".



**Fig. 36** Solos rasos e incipientes muito férteis que se caracterizam como Cambissolo Háplico Eutrófico chernossólico.



**Fig. 37.** Solos rechosos comumente encontrados nas superfícies dos espigões, em processo de desagregação (Neossolo Litólico Eutrófico típico).



**Fig. 38.** Neossolo Litólico Eutrófico típico, com cultivo de soja em período de estiagem.



**Fig. 39** Cultivo de soja em espigão, com solos rasos, onde os agricultores cultivam lavouras familiares.

**Tabela 17.** Informações do perfil D-6 da unidade P<sub>2</sub>.

a) Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Haplumbrept b) Localização: coordenadas = E = 223.679; N = 6.984.244 km (Fuso 22s), altitude = 316 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: sedimentos coluviais. e) Geomorfologia: vales escarpados. f) Situação do perfil: fundo de vale. g) Declividade: > 45 %. h) Erosão: não constatada. i) Relevô: escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 2 a 5 %. m) Rochosidade: 2 a 5 %. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3) úmido e seco; franco siltoosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	20-30	Vermelho-amarelado (5 YR 4/6) úmido e seco; franco siltoosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
C	30-50	Vermelho-amarelado (5 YR 4/4) úmido e seco; franco siltoosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.

**Tabela 18.** Resultados das análises do perfil D-6 da unidade P<sub>2</sub>.

Fatores		Horizontes		
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	C
Espessura	(cm)	0-20	20-30	30-50
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	13,68	8,45	9,39
M.O.	%	2,36	1,46	1,62
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	21,30	13,40	8,30
pH (H <sub>2</sub> O)	-	6,20	6,63	6,64
pH (KCl)	-	4,92	4,91	5,02
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	15,70	18,70	19,00
Mg	"	6,10	6,20	5,80
K	"	0,02	< 0,01	< 0,01
Na	"	< 0,01	< 0,01	0,01
S	"	21,83	24,82	24,82
Al	"	0,02	N.D	N.D
H+ Al	"	1,40	1,00	1,90
T	"	23,23	25,92	26,72
T (arg.)	"	528	298	287
V	%	94	96	94
Sat. Al	"	< 1	N.D	N.D
Fe (total)	"	-	-	22
Ca <sub>haus</sub>	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-
Cascalho	"	122	126	37
Areia grossa	"	105	111	84
Areia fina	"	244	228	128
Silte	"	607	574	695
Argila	"	44	87	93
Argila natural	"	28	27	42
Agregação	%	36	69	55
Silte/argila	-	13,79	6,60	7,47
Textura	-	SiL	SiL	SiL

SiL - franco-siltoosa.

**Tabela 19.** Informações do perfil D-2 da unidade P<sub>2</sub>.

a) Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy - Rhodic Kandialf. b) Localização: coordenadas = E = 207.553; N = 6.981.999 km (Fuso 22s), altitude = 389 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas aplainadas de nível inferior. f) Situação do perfil: borda de chapada aplainada inferior. g) Declividade: 1 a 3 %. h) Erosão: não há. i) Relevô: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: fortemente drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-20	Vermelho-amarelado (5 YR 4/4) úmido e seco; argila-siltosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	20-50	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
B <sub>t1</sub>	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro; transição difusa.
B <sub>t2</sub>	100-120	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro.

**Tabela 20.** Resultados das análises do perfil D-2 da unidade P<sub>2</sub>.

Fatores		Horizontes			
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>t1</sub>	B <sub>t2</sub>
Espessura	(cm)	0 - 20	20 - 50	50 - 100	100 - 120
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	20,78	9,58	6,97	4,71
M.O.	%	3,58	1,65	1,20	0,81
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	1,80	1,50	2,70	3,40
pH (H <sub>2</sub> O)	-	5,83	5,93	5,44	5,27
pH (KCl)	-	5,04	4,86	4,44	4,41
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	8,00	6,70	4,00	3,20
Mg	"	2,60	1,30	1,60	1,30
K	"	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na	"	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
S	"	10,64	8,02	5,62	4,52
Al	"	0,00	0,11	0,29	0,44
H+ Al	"	1,20	1,20	1,50	1,40
T	"	11,84	9,22	7,12	5,92
T (arg.)	"	29	16	10	9
V	%	90	87	79	76
Sat. Al	"	0	1	5	9
Fe (total)	"	-	-	18	-
Ca <sub>haus</sub>	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-
Cascaho	"	13	27	62	33
Areia grossa	"	35	43	41	49
Areia fina	"	83	61	52	48
Silte	"	474	330	171	231
Argila	"	408	566	736	672
Argila natural	"	52	29	3	6
Agregação	%	87	95	99	99
Silte/argila	-	1,16	0,58	0,23	0,34
Textura	-	SiC	C	Cp	Cp

Cp – muito argilosa, SiC - argilo-siltosa, C - argila

## Serras (Sr)

A unidade é constituída por superfícies íngremes, de relevo com aspectos de serra, fortemente escarpada, que se alterna entre restos de espigões de planalto em desagregação, e vales fortemente encravados (Fig. 40 a 43). As superfícies íngremes são formadas por encostas na borda dos platôs, que se desagregam inicialmente pelos processos erosivos. São vales onde os processos de desgaste, pela maior carga hidráulica da água em movimento são mais ativos. São as áreas sem sedimentação nos vales. Nas encostas há solos coluviais, alguns profundos e outros, a maior parte, rasos de rochas vulcânicas moles que se misturam nas bordas rochosas com pedras e rochas endurecidas de basalto mais silicoso.

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

Devido às deposições de camadas de rochas basálticas serem estratificadas e de grau de dureza diferenciados, inicialmente os processos erosivos criam contrastes 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 formando forte processo erosivo. As camadas mais endurecidas do basalto vitrificado são duradouras nas superfícies dos "lageados". A partir da borda das encostas dos drenos naturais, já há efetivação da construção de solos pouco intemperizados e pouco profundos. Situam-se como Neossolos Litólicos Eutróficos típicos (Fig. 44).

No geral, os solos mais desenvolvidos são localmente denominados de Cambissolos Háplicos Eutróficos chernossólicos, com um horizonte A de 20 cm de espessura, cor vermelho-escuro (10 R 3/2 e 3/6), textura

franco-arenosa, estrutura moderada em grumos e blocos subangulares, pequenos, consistência muito friável, úmida, e macia, quando seca, matéria orgânica de 1,42%, acidez definida por pH de 6,47, alumínio trocável de 0,47  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , saturação com o alumínio <2%, soma de bases trocáveis de 27,72  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 28,82  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , e saturação de bases de 96%.

A camada subsequente, horizonte A<sub>2</sub>, de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura franca, forte estrutura em blocos subangulares pequenos, matéria orgânica de 1,31 %, acidez com pH de 6,52, soma de bases trocáveis de 24,82  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 25,92  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e saturação de bases de 96%.

A camada inferior, horizonte C, de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura franco-siltosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos, matéria orgânica de 1,06%, acidez com pH de 6,51, alumínio trocável de 0,01  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , saturação com alumínio de <1,0%, soma de bases trocáveis de 17,52  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 18,82  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e saturação de bases de 93% (Tabelas 21 e 22).

No geral há uma dominância de Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos e típicos nas superfícies em desagregação descritos nas unidades P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>. A denominação de grandes grupos Eutróficos não contemplada na taxonomia atual, seria mais apropriada a estes solos, pelos altos teores de ferro segregados, embora sejam solos rasos e pouco intemperizados. Quanto ao uso agrícola, as terras foram caracterizadas como pertencentes à classe VIIse no sistema de classificação denominado de capacidade de uso das terras com limitações muito forte de suscetibilidade à erosão e a mecanização, por apresentarem encostas mais íngremes e rochosas no contato com os vales profundos. Seriam próprias a silvicultura. Como são muito férteis, cultivos de frutíferas parece ser o caminho mais indicado. Quanto a aptidão agrícola proposta por Ramalho Filho e I. Beek (1995), estas terras são do grupo 4P, que pela alta fertilidade devem ser usadas com espécies perenes (frutíferas) e pastagens cultivadas, onde possam ser melhor conservadas.



**Fig. 40.** Borda de espigão com vale, caracterizado como serra, com vegetação ainda existente.



**Fig. 41.** Borda de serra, com vegetação natural em fase de remoção total para uso nas lavouras de subsistência.



**Fig. 42.** Encostas íngremes cultivadas com fundo de vales adjacentes.



**Fig. 43.** Encostas com cultivos entre árvores esparsas, nas áreas íngremes na borda dos vales.



**Fig. 44.** Neossolo Litólico Eutrófico típico que cobre parte das áreas rochosas.

**Tabela 21.** Informações do perfil D-10 da unidade Sr.

- a) Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Haplumbrept.  
 b) Localização: coordenadas = E = 211.371; N = 6.976.517 km (Fuso 22s), altitude = 336 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomor-fologia: encosta de vale íngreme. f) Situação do perfil: encosta parcialmente desgastada pela erosão. g) Declividade: 30 %.  
 h) Erosão: não há. i) Relevo: escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 1 á 10%.  
 m) Rochosidade: 2%. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solb)
A <sub>1</sub>	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; franco-arenosa; bicos subangulares pequenos e grumos, moderada; lig. pegajosa, lig. plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	20-40	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; franco-arenosa; bicos subangulares pequenos e grumos, forte; lig. pegajosa, lig. plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
C	40-50	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; franco-siltosa; bicos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lig. duro; transição gradual e plana.

**Tabela 22.** Resultados das análises do perfil D-10 da unidade Sr.

Fatores		Horizontes		
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	C
Espessura	(cm)	0-20	20-40	40-50
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	8,27	7,59	6,18
M.O.	%	1,42	1,31	1,07
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	44,10	16,40	7,20
pH (H <sub>2</sub> O)	-	6,47	6,52	6,51
pH (KCl)	-	4,68	4,81	5,04
Ca	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	21,50	19,60	14,50
Mg	"	6,20	5,20	3,00
K	"	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na	"	0,01	0,01	0,01
S	"	27,72	24,82	17,52
Al	"	0,57	0,00	0,00
H+ Al	"	1,10	1,10	1,30
T	"	28,82	25,92	18,82
T(arg.)	"	901	471	192
V	%	96	96	93
Sat. Al	"	2	0,00	0,00
Fe (total)	"	-	-	24
Ca <sub>haus</sub>	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-
Cascaho	"	56	60	148
Areia grossa	"	239	157	110
Areia fina	"	484	339	205
Silte	"	245	449	587
Argila	"	32	55	98
Argila natural	"	16	21	3
Agregação	%	50	62	97
Silte/argila	-	7,65	8,16	5,98
Textura	-	SL	L	SiL

SiL - franco-siltosa; L - franco arenosa; SiL - franco-siltosa.

### Vales depressivos (Va)

Os vales depressivos são as terras depressivas situadas entre as chapadas e espigões. Formam um relevo plano onde se desenvolvem fundos de vales muito profundos de encostas com altos declives (>25%) entre os espigões. São áreas quase planas com encostas com menos declives, rochosidade menor e pouca pedregosidade. Os processos erosivos são menores e há sedimentação do período Halocênico. Os solos estão sendo expostos com menor tempo de intemperização, na maior parte, do que nos espigões. Estão sendo construídos alguns por novos sedimentos nos 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 (Fig. 45 a 49).

Muitas destas áreas estão distribuídas em locais em que o principal agente de diferenciação do processo erosivo contínuo é a própria constituição geológica. Mudanças na constituição dos basaltos, principalmente de deposições básicas para ácidas, parecem ser o fator básico na variação local dos vales, que tanto podem constituir superfícies mais rugosas sem deposições sedimentares como áreas de remoção dos sedimentos das cheias. O processo erosivo é lento com superfícies lisas. O aumento progressivo da carga hidráulica que atua com muito maior vigor, onde as superfícies não se estabilizaram, contribui para a diferenciação entre os vales (proposição local de diferenciação geomorfológica).

No geral, são vales depressivos profundos, muito estreitos inicialmente com bordas ainda curvilíneas. Os vales possuem transições brandas ou abruptas nas encostas. Os cortes verticais no relevo não incidem a mais do que 70 m. Estão limitados no seu aprofundamento pelas cotas dos rios Uruguai e Turvo. Poucas encostas que margeiam os vales apresentam cortes quase retilíneos, com declives muito altos. O aprofundamento dos vales é mais intenso e rápido do que a retração das encostas, mas pouca rochosidade é exposta. Atualmente, há contenção significativa de sedimentos no fundo dos vales, a 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 muito rasos, mas se tornam mais espessos a medida que os vales se alargam. Junto a algumas encostas, onde há menores declives, podem haver sedimentos coluviais. Áreas rochosas e pedregosas esparsas são ocasionais.

A tendência natural do processo erosivo é destruir os espigões e aplainar os vales. No geral, a meteorização das encostas não teve tempo suficiente para uniformizar todos os parâmetros, em termos das variações químicas e físicas analisadas.

Nos vales há ocorrência de solos pouco intemperizados (Fig. 50 a 52), descritos como Cambissolos Háplicos Eutroféricos chernossólicos situados na unidade P<sub>2</sub>, outros definidos como pouco profundos, possuem um horizonte A<sub>1</sub>, de 20 cm de espessura, cor vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2), textura de muito-argilosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 1,99%, acidez com pH de 5,01, soma de bases trocáveis 4,02 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 5,82 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e saturação de bases trocáveis 69%.

A camada inferior, horizonte A<sub>2</sub>, de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura muito-argilosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 12,12%, acidez com pH de 5,50, alumínio trocável de 0,08 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, saturação com alumínio de 0,01%, soma de bases trocáveis de 4,82 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 6,52 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e saturação de bases trocáveis de 74%.

A camada subsequente, horizonte Bnit<sub>1</sub>, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura de muito argilosa, estrutura em blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 1,43%, acidez com pH de 5,26, alumínio trocável de 0,28 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, saturação com alumínio de 0,01%, soma de bases trocáveis de 4,12 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, capacidade de troca de cátions de 5,72 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e saturação de bases trocáveis de 72%.

A camada subsequente, horizonte Bnit<sub>2</sub>, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura de muito argilosa, estrutura



em blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 1,19%, acidez com pH de 5,32, alumínio trocável de 0,71  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , saturação com alumínio de 0,01%, soma de bases trocáveis de 2,92  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 4,82  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis de 61%.

A camada subsequente, horizonte  $\text{B}_{\text{nit}_3}$ , de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura muito argilosa, estrutura em blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 1,14%, acidez com pH de 5,03, alumínio trocável de 0,63  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , saturação com alumínio de 0,01%, soma de bases trocáveis de 3,12  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , capacidade de troca de cátions de 4,92  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e saturação de bases trocáveis de 63%. (Tabelas 23 e 24).

Esses solos são produtos de sedimentação, pré-intemperizada. São Nitossolos Vermelhos Eutróficos latossólicos.

No geral, os solos rasos assemelham-se ao descrito por Costa Lemos, em Brasil (1973) como pertencentes à unidade de mapeamento Ciríaco nas formas morfológicas. Embora pertençam a camadas residuais (sedimentares), estão sendo caracterizados como Nitossolos Vermelhos Eutróficos latossólicos. Outros mais rasos se assemelham a unidade Charrua (Fig. 51). Ambos não se ajustam precisamente na sua variabilidade analítica. São produtos de um menor intemperismo. As superfícies mais recentes caracterizam os Cambissolos Háplicos Eutroféricos lépticos (Fig. 50 a 52).

No fundo dos vales mais aplainados e nas superfícies mais antigas, ocasionalmente ocorrem Argissolos Vermelhos Eutróficos chernossólicos desenvolvidos de sedimentos antigos. Apresentam um horizonte A, de 20cm de espessura, cor vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2), textura franca, forte estrutura em grumos, granular e blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 3,86%, acidez com pH de 5,82, sem alumínio trocável, soma de bases trocáveis de 10,62, capacidade de troca de cátions de 12,45 e saturação de bases trocáveis de 86%.

A camada inferior, horizonte  $\text{A}_2$ , de 20cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura franco-siltoso, moderada a forte

estrutura em blocos subangulares pequenos, matéria orgânica de 2,32%, acidez com pH de 5,90, alumínio trocável de 1,82, soma de bases trocáveis de 10,62, capacidade de troca de cátions de 11,82 e saturação de bases trocáveis de 90%.

A camada posterior, horizonte  $\text{B}_{\text{t}_1}$ , de 30cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura muito argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,44%, acidez com pH de 6,09, sem alumínio trocável, soma de bases trocáveis, 10,52, capacidade de troca de cátions de 11,72 e saturação de bases trocáveis de 90%.

A camada inferior, horizonte  $\text{B}_{\text{t}_2}$ , de 30cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura muito argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,05%, acidez com pH de 6,08, sem alumínio trocável, soma de bases trocáveis de 10,12, capacidade de troca de cátions de 11,02 e saturação de bases trocáveis de 92%.

A camada posterior, horizonte  $\text{B}_{\text{t}_3}$ , de 30cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura muito argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,08%, acidez com pH de 6,07, sem alumínio trocável, soma de bases trocáveis, 10,12, capacidade de troca de cátions de 10,82 e saturação de bases trocáveis de 94%. (Tabelas 25 e 26).

Estas terras férteis e menos suscetíveis aos processos erosivos naturais do que as serras (Sr) são, entretanto, passíveis de ataques pelos processos erosivos provocados. As bordas dos vales sempre foram cultivadas intensamente, após a colonização, apesar de estarem em áreas de alto risco. Os vales aplainados (várzeas) quando possível de separá-las do contexto geral seriam da classe IIse, pois são áreas muito favoráveis a processos agrícolas. Não são próprias a um uso de grandes empresas agrícolas em virtude das pequenas dimensões. São áreas próprias a cultivos com uma agricultura familiar em pequenas glebas. Estão sendo propostas pelos sistemas taxonômicos ao uso como próprias a cultivos anuais, pastagens cultivadas ou silvicultura. Cabe uma modificação no uso atual local para

não poluí-las, já que os intensos tratamentos fitossanitários têm os resíduos canalizados nos vales e se espalham nas suas planícies



**Fig. 45.** Pastagem cultivada nos vales aplainados com cultura de soja.

sedimentares, antes de chegarem aos rios Uruguai e Turvo.



**Fig. 46.** Estradas que cortam os vales aplainados.



**Fig. 47.** Fundo de vale com sua estrutura ocupacional da terra estabelecida.



**Fig. 48.** Estrutura da ocupação do fundo dos vales, com moradias, estradas, pastagens e animais.



**Fig. 49.** Visão parcial da pecuária leiteira desenvolvida em fundo de vales aplainados.



**Fig. 50.** Solos residuais em superfícies aplainadas de fundo de vale. Cambissolos Háplicos Eutroféricos chernossólicos.



**Fig. 51.** Solos residuais muito cascalhentos, rasos e rochosos nos fundos dos vales aplainados. Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos.



**Fig. 52.** Solos residuais pouco profundos aproveitados com cultivos de soja, no fundo dos vales aplainados. Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos.

**Tabela 23.** Informações do perfil D-11 da unidade Va.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico latossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Oxic Kandudalf. b) Localização: coordenadas = E = 209.662; N = 6.975.902 km (Fuso 22s), altitude = 200 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas aplainadas. f) Situação do perfil: topo de chapada. g) Declividade: 1 a 3 %. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a fraca. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e grumosos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e grumosos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
Bn <sub>1t</sub>	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro.
Bn <sub>2t</sub>	100-120	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro.
Bw	150-180	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro.

**Tabela 24.** Resultados das análises do perfil D-11 da unidade Va.

Fatores		Horizontes				
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Bn <sub>1t</sub>	Bn <sub>2t</sub>	Bw
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-100	100-150	150-180
C. orgânico	(g kg <sup>-1</sup> )	11,56	12,69	8,32	6,92	6,59
M.O.	%	1,99	2,12	1,43	1,19	1,14
P	(mg kg <sup>-1</sup> )	3,20	2,20	2,40	2,50	2,40
pH (H <sub>2</sub> O)	-	5,01	5,50	5,26	5,32	5,03
pH (KCl)	-	4,47	4,56	4,54	4,38	4,28
Ca	(cmol kg <sup>-1</sup> )	2,90	3,50	2,70	2,20	2,10
Mg	"	1,10	1,30	1,40	0,70	1,00
K	"	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na	"	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
S	"	4,02	4,82	4,12	2,92	3,12
Al	"	0,37	0,08	0,28	0,71	0,63
H+ Al	"	1,80	1,70	1,60	1,90	1,80
T	"	5,82	6,52	5,72	4,82	4,92
T (arg.)	"	8	9	7	6	6
V	%	69	74	72	61	63
Sat. Al	"	8	2	6	20	17
Fe (total)	"	-	-	-	21	-
Ca <sub>haus</sub>	(g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Cascaho	"	3	5	5	5	3
Área grossa	"	11	10	9	9	8
Área fina	"	63	62	60	60	47
Silte	"	162	214	164	130	165
Argila	"	764	714	767	801	780
Argila natural	"	3	24	3	3	2
Agregação	%	99	97	99	99	99
Silte/argila	-	0,21	0,30	0,21	0,16	0,21
Textura	-	Cp	Cp	Cp	Cp	Cp

Cp – muito argilosa

**Tabela 25.** Informações do perfil D-7 da unidade Sr.

a) Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Oxic Argiudoll. b) Localização: coordenadas = E = 223.723; N = 6.985.302 km (Fuso 22s), altitude = 230 m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: encosta em desagregação. f) Situação do perfil: meia encosta de vale. g) Declividade: > 20 %. h) Erosão: não há. i) Relevô: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: 2%. m) Rochosidade: 2%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>1</sub>	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; franco-siltoso; bbcos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
A <sub>2</sub>	20-40	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; franco-argiloso; bbcos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito frável, macia; transição gradual e plana.
B <sub>t1</sub>	40-70	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; muito argiloso; bbcos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro; transição gradual e plana.
B <sub>t2</sub>	70-100	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; muito argiloso; bbcos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro transição gradual e plana.
B <sub>t3</sub>	100-110	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila; bbcos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito frável, lg. duro transição gradual e plana.

**Tabela 26.** Resultados das análises do perfil D-7 da unidade Sr.

Fatores	Horizontes				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>t1</sub>	B <sub>t2</sub>	B <sub>t3</sub>
Espessura (cm)	0 - 20	20 - 40	40 - 70	70 - 100	100 - 110
C. orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	22,39	13,45	8,34	6,08	6,24
M.O. (%)	3,86	2,32	1,44	1,05	1,08
P (mg kg <sup>-1</sup> )	1,70	1,20	1,40	1,90	2,40
pH (H <sub>2</sub> O)	5,82	5,90	6,09	5,96	6,07
pH (KCl)	5,04	4,69	4,71	4,84	4,98
Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	8,20	8,20	7,80	6,80	6,60
Mg "	2,40	2,40	2,70	3,30	3,50
K "	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na "	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
S "	10,62	10,62	10,52	10,12	10,12
Al "	N.D	N.D	0,05	0,02	N.D
H+ Al "	1,80	1,20	1,20	0,90	0,70
T "	12,42	11,82	11,72	11,02	10,82
T (arg.) "	55	38	18	18	20
V (%)	86	90	90	92	94
Sat. Al "	N.D	N.D	< 1	< 1	N.D
Fe (total) "	-	-	-	20	-
Ca <sub>haus</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Cascaho "	15	25	39	29	28
Areia grossa "	57	63	79	86	75
Areia fina "	123	142	85	86	104
Silte "	593	481	196	223	277
Argila "	227	314	640	605	544
Argila natural "	51	51	13	11	9
Agregação (%)	78	84	98	98	98
Silte/argila -	2,61	1,53	0,30	0,37	0,51
Textura -			Cp	Cp	C

C - argilosa; Cp - muito argilosa.

## Discussão

### Formas de relevo e solos

O município de Derrubadas, está situado na região do Alto Uruguai, sobre rochas efusivas básicas. Estes derrames, intermitentes e sucessivos de rochas de natureza alcalina, supõe-se que tenham constituído, pela natureza fluida do magma, um imenso platô que evoluiu no tempo, sendo dissecado desde os períodos Terciário e Quaternário, em sucessivos eventos. Dos climas passados, resta o conjunto dos efeitos que se constituíram em uma meteorização intensa das rochas, criando, na superfície, uma camada muito espessa de resíduos, de natureza argilo-oxídica ferruginosa, onde a velocidade de remoção pelos processos erosivos era menor do que a deposição e a intemperização local.

Localmente, o planalto, em dissecação decompõe-se pelo fluxo de água que flui para os afluentes do rio Uruguai, principalmente, e do rio Turvo. O fluxo atual, de alto gradiente

hidráulico, inicia-se nas leves depressões das chapadas com cotas máximas de 500 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 foram maiores, já que as cotas do planalto próximo estão acima de 550 m.

Verifica-se, pela natureza e espessura dos resíduos minerais que formam os solos, que, regionalmente, os níveis altimétricos superiores foram modelados por climas passados úmidos e quentes, sem que as águas de drenagem fossem suficientemente erosivas, para aprofundar os drenos naturais e remover os resíduos superficiais dos solos, como acontece no clima atual. Inicialmente, os processos climáticos eram menos erosivos. As chapadas vizinhas, onde se iniciam as vias de drenagem, ainda conservam grandes espessuras de solos que já não são mais encontrados em Derrubadas.

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 nas 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, inseridas gradativamente no relevo. Este transporte interno lento da água não transporta partículas e pouco lixívia os solos pois não há formações de horizontes texturais com gradientes.

As depressões do planalto restante não ultrapassam a 50 metros de profundidade em relação aos topos das chapadas. Geralmente são, no início, côncavas, com formas semelhantes a elipses. 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 pela vegetação, raramente forma banhados. Entretanto, eram as partes mais úmidas do planalto. Na drenagem fóssil (modelada em climas passados), parte da água, que penetrava no solo profundo e permeável, era retida na superfície, pela ação dos resíduos da floresta e posteriormente pela alta permeabilidade do solo que não oferecia impedimento a percolação. Os excessos fluíam, uniforme e gradativamente para as depressões, através das longas encostas. Esse sistema lento de transporte de água possivelmente seja responsável pelo estabelecimento e conservação dos horizontes níticos, nas regiões vizinhas menos dissecadas, já que o fluxo interno era menor do que atualmente, pois a floresta tinha um consumo dessa água transitória. No período Quaternário, está sendo gradativamente aberto um modelamento de cortes retilíneos e profundos a jusante das depressões, pela intensificação das chuvas em períodos de climas com maiores precipitações. O aumento do gradiente hidráulico talvez contribua para a formação de transições abruptas entre os horizontes A e Bt, nas superfícies de pequenas chapadas restantes, onde a água é pouco retida no sistema.

A destruição do modelo antigo de drenagem se verifica intensamente na região do Alto Uruguai pelo aumento de carga hidráulica das águas de

drenagem e maior ocorrência, talvez, de camadas 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 e na formatação do relevo, iniciando-se na redução da espessura do solo até a posterior segmentação das chapadas.

Com isso, observa-se que um platô, que se modelou lentamente, está sendo sulcado rapidamente (em termos relativos). Aparentemente, no período Quaternário, está sofrendo uma aceleração nos processos erosivos, com a troca de formas de relevo a partir do rio Uruguai, para as cabeceiras das bacias hidrográficas locais, que limitam o município, a leste e sudoeste. 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 e pouco diversificada na sua constituição. Atualmente no clima presente a água, acelerada superficialmente, que vai para os drenos é responsável pela construção dos vales e espigões. As variações climáticas do Quaternário (enxurradas e deposições sedimentares) devem ser consideradas, além de criação desse modelamento atual como na tendência futura de criação de planícies nos fundos de vales e aplainamento nos topos dos espigões.

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

As pequenas chapadas locais que restaram do processo de dissecção, foram adquirindo formas superficiais abauladas e sofrendo um progressivo formato superficial ondulado, aparentemente aplainado, com as superfícies e bordas completamente lisas. A segmentação entre as pequenas unidades de chapadas é abrupta no seu contato com os vales, pois as depressões suaves praticamente já foram suprimidas. No relevo mais antigo restante, 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 daquele das 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 formas de relevo pouco se repetem integralmente nas superfícies. Cada unidade do relevo moderno segue um modelo diferenciado.

As poucas partes do relevo local, que se configuram côncavas, são 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 e lentos das chapadas que permanecem 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. Em termos comparativos as chapadas, com um relevo suave ondulado, possuem formas que se assemelham mais com as lombadas sedimentares da região Sul do RS.

À medida que o processo erosivo é ocasionado pelo embasamento em 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 dissecado ( $P_1$ ). As formas aplainadas dos topos se tornam alongadas, mais estreitas, com encostas maiores e são mais acentuados seus declives, na parte final, embora a declividade permaneça abaixo de 12%. Esta forma de relevo, denominada de espigão, com aspecto geral ondulado, lembra os desníveis altimétricos e o aspecto roliço e estreito dos topos das coxilhas da Serra do Sudeste do RS de rochas graníticas. Longitudinalmente, a suavidade e lisura dos topos são mantidas.

Ao se aprofundarem os cortes erosivos, separando as chapadas em espigões, as encostas laterais passam por aplainamentos sucessivos que vão desde escarpadas até roliças, quando os espigões antigos, já lisos, se

assemelham a unidades de coxilhas da região Sul.

As formas gradativas de abrandamento dos declives nas encostas e nos drenos naturais, através do tempo, têm condicionado a que se denomine as formas mais escarpadas em "Serras". Entretanto, a conotação de formas de relevo é apenas para aplicação regional, para caracterizar os maiores declives locais (>45%). Nas encostas, onde as bordas já se suavizam nos ângulos agudos, têm-se denominado de Vales Depressivos, em função principalmente da ocorrência de áreas sedimentares no fundo desses vales. Entretanto, nem todos possuem bordas ásperas e rochosas. Muitos, os mais antigos, já suavizaram os contrastes bruscos das encostas através dos aplainamentos por processos erosivos naturais.

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.

Os solos das chapadas e coxilhas da ampla região das Missões e arredores foram denominados de unidade Santo Ângelo, que caracterizava um Latossolo Roxo distrófico, textura argilosa, relevo ondulado, substrato basalto. Costa Lemos em Brasil (1973) faz referência ao maior processo de intemperismo em relação as outras ocorrências de latossolos na região, como as páleo-estruturas em formas de blocos subangulares que ocorrem no horizonte B e a fraca cerosidade superficial deste horizonte. Aparentam macroestruturas frágeis que se desagregam em microestruturas a medida que são pressionadas. Na época, não havia a caracterização de horizonte B nítico (Embrapa 1999) ou Kandic da Soil Taxonomy (1996).

Nas áreas dissecadas, ou seja, nos espigões, encostas e vales, Costa Lemos em Brasil (1973) situou os solos que lá ocorrem como pertencentes as unidades Ciriáco e Charrua que seriam Solos Litólicos e Brunizém Avermelhado (Tabelas 26 a 29). Conforme Embrapa (1999) 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, textura muito argilosa e Terra Bruna estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada distrófica A moderado e proeminente, textura muito argilosa e relevo ondulado. Onde admite a existência de solos estruturados compondo horizonte B textural com cerosidade denominados de Terras Bruna ou Roxa. 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 eutróficos 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 atualmente obtidos neste município da borda do rio Uruguai, caracterizam os solos mais profundos das pequenas chapadas restantes como superficialmente constituídos por um horizonte A chernozêmico, muito fortemente estruturado, sobre um horizonte B<sub>nit</sub> vermelho-escuro, com estrutura moderada a forte, em blocos subangulares, que se desagregam em blocos subangulares pequenos. Há uma cerosidade moderada envolvendo esses blocos. Há também, próximo a algumas encostas, um gradiente textural abrupto entre os horizontes A e B. Estes atributos têm sido considerados como características locais dos horizontes B<sub>t</sub> argílico ou texturais. Os resultados obtidos, analisados de forma generalizada, da parte coloidal, apresentam um alto grau de intemperização. Conclui-se, pelos baixos valores do complexo de troca das argilas, que há uma dominância de compostos ferruginosos oxídicos envolvendo as argilas caulínicas, progressivamente crescente, na direção da parte inferior do solo. Entretanto, devido ao material originário ser rico em cálcio e

magnésio, estes solos sempre estão saturados por estes elementos.

A congregação de fatores caracteriza as ordens e subordens dos Nitossolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos, ou melhor, exclui os Chernossolos e Luvisolos. A dominância de altos teores de bases trocáveis e com altos teores de ferro saturando o complexo de troca disponível caracteriza todos esses solos como eutróficos. A conjugação destes processos parciais de intemperização e mobilização de partículas e elementos, induz a existência de grandes grupos e subgrupos dos Eutroféricos (altos teores de ferro) e chernossólicos (altos teores de bases trocáveis).

Aparentemente há um processo rápido de degradação do complexo de troca com parcial envolvimento por compostos ferrosos e ferruginosos que pouco canalizam a evolução dos Cambissolos do sistema mineral existente (rochas basálticas) para o estabelecimento de Chernossolos e Luvisolos. Assim, a ocorrência destes solos é intermitente no relevo que se desagrega por camadas paralelas.

Os poucos Argissolos são essencialmente férteis, pois tendo alta saturação de bases, poucos são ácidos e apresentam raramente teores de alumínio trocável, como é comum nos solos vizinhos parcialmente laterizados e mais antigos de chapadas em outras partes do platô. Alguns Argissolos que estão caracterizados pelo gradiente textural situam-se essencialmente próximos aos Nitossolos. São, entretanto, mais diferenciados dos Argissolos, formados em rochas graníticas ou sedimentares, que são pobres de bases trocáveis, muito ácidos e aluminicos (saturação alta de alumínio trocável). Não se situam “comodamente” nessa ordem.

Nas chapadas e espigões restantes, em superfícies conservadas, com exposições mais antigas e contribuição de restos mineralizados da floresta anterior, há maior ocorrência de solos com transição textural gradual. São Eutroféricos com horizonte B nítico (saturação de bases alta e baixa capacidade de troca das argilas). Estes fatores induzem a que se tenha Nitossolos com ocorrências muito freqüentes. Possivelmente a tendência, em determinado clima passado, seria de que tais solos fossem extintos como os Latossolos. Em virtude da



ocorrência em superfícies antigas optou-se por situá-los como dominantes.

Nas formas de relevo em desagregação os Cambissolos estão muito generalizados nas superfícies modernas locais. Ainda não há parâmetros taxonômicos específicos estabelecidos para a subordem. Além do qual, deve-se entretanto considerar que a ordem dos Neossolos Litólicos há uma ocorrência concomitante com solos incipientes. Cabe encontrar uma terminologia para os subgrupos expressarem a alta fertilidade superficial, baseada em compostos orgânicos, sobre resíduos oxídicos.

Nos vales de espigões, perfis predominantemente rasos, situados em desagregação, apresentam, em todos os horizontes, o caráter essencialmente eutrófico, sobre um baixo grau de intemperização, na parte inferior. Alguns com teores de argilas no horizonte B inferiores ao horizonte A chernozêmico foram denominados de Cambissolos Háplicos. Talvez a subordem de Vermelho deveria ser criada já que "Háplico" generaliza muito estes solos, de ocorrência pouco comum e diferenciada nas rochas basálticas. Provavelmente, houve a suposição, no estabelecimento da atual taxonomia, de que solos com horizontes B incipientes (Bi) não acumulariam teores elevados de óxidos de ferro não hidratados. Alguns perfis menos

intemperizados de exposição em encostas mais recentes são denominados de Eutróficos chernossólicos ou saprolíticos, embora a denominação mais apropriada deveria ser Eutroféricos. A taxonomia atual generaliza muito esses grandes grupos que, na verdade, deveriam ser específicos. Nos vales, a heterogeneidade de solos rasos é comum, com total ocorrência de solos muito férteis. Concomitante com os Cambissolos e Neossolos Litólicos, alguns perfis se apresentam mais desenvolvidos (maior diferenciação textural entre os horizontes A e B). Estão sendo caracterizados como Chernossolos Argilúvicos Férricos típicos. Seriam uma transição natural anterior a formação dos Argissolos. Na verdade, o Chernossolo evoluiria em um clima seco, onde as argilas não se degradariam, como no caso parece ocorrer com as superfícies mais antigas. Dentro do sistema taxonômico atual, a subordem Vermelho e grande grupo Eutroférico poderiam melhor agrupar estes solos no contexto local (Tabela 27).

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 (Tabelas 28 a 31) conforme propõe Costa Lemos, em Brasil (1973).

**Tabela 27.** Formas de relevo, solos, aptidão agrícola, capacidade de uso das terras e áreas (km<sup>2</sup>) do município de Derrubadas.

Formas de relevo	Legenda	Ordem	Subordem	Sols		Classes de Terras		Área	
				Grande-grupo	Subgrupo	Apt. agrícola	Cap. de uso	km <sup>2</sup>	%
Chapadas residuais	(Pa)	NVefi	NITOSSOLO VERMELHO	Eutroférico argissólico		1ABc	IVse	14.00	3.97
Chapadas	(Po)	NVefi	CAMBISSOLO HÁPLICO	Eutroférico chernossólico		1ABC	IIse	68.38	19.38
Espigões	(P <sub>1</sub> )	PVef	ARGISSOLO VERMELHO	Eutroférico chernossólico		1ABc	IIIse	50.53	14.32
Espigões degradados	(P <sub>2</sub> )	CXefi	NEOSSOLO LITÓLICO	Eutroférico típico		1A (b)	V Ise	69.89	19.81
Senas	(Sr)	RLe	CAMBISSOLO HÁPLICO	Eutroférico chernossólico		4P	V IIse	128.99	36.56
Vales depressivos	(Va)	CXefi	NEOSSOLO LITÓLICO	Eutroférico típico		1ABc	IIse	20.98	5.95
			CAMBISSOLO HÁPLICO	Eutroférico chernossólico					
			NITOSSOLO VERMELHO	Eutroférico latossólico					

**Tabela 28.** Informações do perfil RS -25 da unidade Ciríaco.

a) Classificação: SBCS - BRUNIZÉM AVERMELHADO raso textura argilosa (Brasil 1973), CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Férrico típico (Streck et al. 2002); Soil Taxonomy - Argiudoll. b) Localização: Município de Sarandi, na estrada Rondinha - Ronda Alta, próximo a Rondinha. c) Geologia regional: eruptivas básicas, basalto. d) Material de origem: Meláfiro. e) Geomorfologia: planalto. f) Situação do perfil: corte de estrada na meia encosta de uma elevação com 42% de declive. g) Declividade: 42%. h) Erosão: não determinada. i) Relevo: forte ondulado formando vales em V com fundo chato. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: moderadamente drenado. o) Vegetação: plantio de aveia e azevém para corte. p) Descrição do perfil: q) Altitude: 380 metros.

(hz)	(cm)	(sob)
A <sub>p</sub>	0-25	Bruno-avermelhado-escuro (5Yr 3/2, úmido); bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido amassado); franco-arenoso; fraca, pequena e média, granular; poroso; solto, frável, muito plástico e não pega-oso; transição difusa e plana; raízes abundantes.
A <sub>3</sub>	25-48	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido amassado); franco-argiloso; fraca, pequena bicos subangulares e fraca pequena, granular; poroso; macio, frável, muito plástico e não pega-oso; transição clara e plana; raízes comuns.
B <sub>2</sub>	48-90	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido); bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido amassado); franco-argiloso; forte, média e grande, bicos subangulares; cerosidade forte e abundante; pouco poroso; e muito duro, firme, muito plástico e ligeiramente pega-oso; transição abrupta e ondulada; raízes ausentes.
R	90-150+	Fragmentos com 15 a 30 cm de comprimento de meláfiro em decomposição.

Fonte: BRASIL (1973).

**Tabela 29.** Resultados das análises do perfil RS-25 da unidade Ciríaco.

Fatores		Horizontes		
		A <sub>p</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>
Espessura	(cm)	0-25	25-48	48-90
C. orgânico	%	1,65	1,08	0,59
N	"	0,15	0,11	0,08
C/N	-	11	10	7
M.O.	%	2,87	1,88	1,03
P	ppm	3	2	1
pH (H <sub>2</sub> O)	-	5,90	6,20	6,70
pH (KCl)	-	5,00	5,10	5,50
S.D <sub>2</sub>	%	11,20	12,00	22,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	"	5,30	6,00	12,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	"	24,50	24,40	21,30
T.D <sub>2</sub>	"	7,99	8,97	6,98
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	"	0,33	0,23	0,20
MnO	"	-	-	-
Ki	-	3,63	3,38	3,49
Kr	-	0,912	0,94	1,45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0,34	0,39	0,90
Ca	(mE/100 g)	10,90	11,40	16,10
Mg	"	2,00	2,00	4,00
K	"	0,08	0,06	0,04
Na	"	0,03	0,03	0,04
S	"	12,70	13,40	20,00
Al	"	0	0	0
H+ Al	"	5,00	3,70	2,60
T	"	17,70	17,00	22,80
T(arg.)	"	-	-	-
V	%	72	79	89
Sat. Al	"	0	0	0
Cascaho	"	1	5	1
Calhaus	"	0	3	0
Areia grossa	"	26	22	11
Areia fina	"	16	15	13
Silte	"	40	40	36
Argila	"	18	23	39
Argila natural	"	6	12	23
Agregação	"	66	50	17
Silte/argila	"	2,22	1,73	0,92
Textura	-	SL	CL	CL

SL - franco-arenoso; CL - franco-argiloso. Fonte: BRASIL (1973).

**Tabela 30.** Informações do perfil RS-38 da unidade Charrua.

a) Classificação: SBCS – Solos Litólicos Eutróficos (Brasil 1973), NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico (Streck et al. 2002); Soil Taxonomy – Hapludoll. b) Localização: Município de Porto Lucena, na estrada Porto Lucena – Santo Cristo, a 3 Km de porto Lucena. c) Geologia regional: eruptivas básicas, basalto. d) Material de origem: eruptivas básicas (basalto amigdalóide). e) Geomorfologia: planalto. f) Situação do perfil: corte de estrada na meia encosta de uma elevação com 25% de declive. g) Declividade: 25%. h) Erosão: não determinada. i) Relevo: forte ondulado a montanhoso, apresentando vales em V. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: - %. m) Rochosidade: - %. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: Capoeira. Na região, nesta época, observam-se culturas de soja e milho consorciadas. Na área cultivo de cana-de-açúcar para forragem.p) Descrição do perfil: - . q) Altitude: 220 metros.

(hz)	(cm)	(sob)
A	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); franco-siltoso; fraca, pequena, granular; muito poroso; macio, frável, ligeiramente plástico a plástico e não pega-pso; presença na parte inferior do horizonte de pedras arredadas e algumas arredadas com 5cm de diâmetro, em média; transição gradual e plana; raízes abundantes. As raízes são compridas e penetram entre as pedras de horizonte R. No horizonte A ocorrem pequenos fragmentos de rochas em decomposição.
R	20-110 +	Rocha em decomposição constituída por pedras arredadas (basalto) e algumas arredadas (basalto amigdalóide) que aumentam de tamanho a medida que o perfil se aprofunda. Obs.: -Na superfície do solo ocorrem numerosas pedras arredadas.

Fonte: BRASIL (1973).

**Tabela 31.** Informações do perfil RS –38 da unidade Charrua.

Fatores	Horizontes	
	A	R
Espessura	0-20	20-110 +
C. orgânico %	2,20	0,93
N	0,25	0,10
C/N	9	9
M. O. %	3,82	1,62
P ppm	31	34
pH (H <sub>2</sub> O)	5,80	6,00
pH (KCl)	4,70	4,70
SiO <sub>2</sub> %	27,10	29,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "	10,80	12,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "	24,06	24,11
TiO <sub>2</sub> "	3,73	3,84
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> "	0,29	0,28
MnO	-	-
Ki	4,25	3,87
Kr	1,76	1,76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -	0,70	0,83
Ca (mE/100 g)	33,00	32,90
Mg	5,40	6,70
K	0,56	0,45
Na	0,04	0,07
S	39,00	40,10
Al	0,20	0,20
H+Al	6,60	5,60
T	45,80	45,80
T(arg.)	-	-
V %	85	88
Sat. Al	0	0
Cascalho	9	-
Calhaus	32	-
Areia grossa	14	25
Areia fina	14	19
Silte	62	41
Argila	11	15
Argila natural	9	14
Agregação	23	8
Silte/argila	5,63	2,73
Textura	SiL	-

SiL - franco-siltoso. Fonte: BRASIL (1973).

## Uso da terra

A forma como a terra tem sido usada, ao longo do tempo, tem marcado as gerações passadas. A pecuária, básica sustentação econômica do passado do Rio Grande, não deixou marcas nos solos, pois os cultivos que a acompanhavam eram insignificantes e destinados apenas para a subsistência, onde a carne, era quase somente o alimento básico. Nas terras do Alto Uruguai, as matas formavam uma cobertura densa, onde era preciso usar a madeira inicialmente e, após o estabelecimento de roças, criar alguns animais. Os agricultores que compraram as terras não tinham a tradição da pecuária regional. Conforme Esperança do Sul (2000), o município vizinho, na década de 50 do século passado, após o período inicial de estabelecimento dos colonos, começou a ter excedentes na produção agrícola familiar e o feijão foi o primeiro produto agrícola comercializado. Potencialmente, outros cultivos de produção familiar se seguiram. A suinocultura, a partir dos anos 60, direcionou o uso da terra para o cultivo do milho. Varrida do agronegócio regional por aspectos comuns, como todas as atividades agrícolas que se tornaram competitivas nos mercados econômicos, (aparecimento de doenças), praticamente ficou inativa. Entretanto, a soja bruscamente substituiu em grande parte as lavouras, com múltiplos cultivos. Hoje essa cultura está indefinida como negócio lucrativo pelos entraves econômicos complexos da época atual.

A estrutura econômica e social local, que derrubou a floresta, gradativamente, para o estabelecimento de um modelo de agricultura familiar e um uso diversificado da terra, está intensivamente sendo estruturada para o processo produtivo mecanizado. A modificação do sistema anterior de colonização, ou seja, a ocupação da terra em pequenas glebas, onde a agricultura diversificada era a fonte básica de subsistência, por um sistema de uso total e contínuo, com uma só cultura, trouxe os problemas conseqüentes do uso intensivo, ou seja, a erosão e a dependência gradativa de insumos para o controle de pragas e doenças. A erosão local não está acompanhada, muito de perto pela perda visível da fertilidade como é comum na região. Os solos são extremamente férteis, entretanto os processos erosivos provocados estão acontecendo muito

gradativamente. Esses dois fatores, erosão e baixa fertilidade, que eram comuns em todo o País, por quase meio século, e envolveram uma grande fonte de recursos, no que se refere à pesquisa nas áreas agrícolas, localmente não se constituem em problemas.

As pesquisas regionais nos solos do Planalto, até 1990, tinham como prioridade a contenção dos processos erosivos e a correção dos solos com respeito a reposição de nutrientes (fósforo) e controle da acidez (calcário). Posteriormente estudos paralelos como o de Oliveira (1970) acentuaram o grande suprimento de potássio em cultivos sucessivos. Nesse período, muito se estudou sobre os atributos desses solos. Assim, muitos parâmetros físicos foram determinados, principalmente os que avaliaram as variações entre o solo sob floresta e o submetido ao uso agrícola contínuo.

Pesquisas, ainda no Planalto, acentuaram os conhecimentos das relações solo-água e a dinâmica do movimento da água, à medida que a degradação se efetua (Dedecek (1974); Denardin (1978)). Posteriormente, Rosa (1981) apresentou proposições de correção dos processos de degradação (erosão, adensamento, baixa infiltração, etc.) e acentuou, além dos problemas decorrentes do uso agrícola, um manejo para as correções da compactação de horizontes subsuperficiais ocasionados pelo uso da maquinaria agrícola.

A partir da década de 90, as pesquisas continuaram em relação às degradações físicas condicionadas pelo uso. Foram além, expandiram-se na procura de manejos adequados para a nova dinâmica de plantio direto, que controlava 90% da erosão, mas não se apresentava como um manejo definitivo. Entretanto, 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, de certa forma estão estabilizando as atividades no campo, mesmo com uma degradação física pouco aparente das terras. O aspecto 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 produtivas 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 redução do adensamento das camadas inferiores do solo, através de sistemas radiculares profundos (Fontaneli *et al.*, 1997).

Entretanto, a estabilidade do modelo produtivo atual para o cultivo intensivo de soja e trigo está sendo posta em dúvida, com a hipótese de que não haverá sustentabilidade com base em produtos da agroindústria química. As primeiras interrogações lógicas pressupõem alterações e mudanças no ecossistema, onde a água vai ser a primeira atingida. O solo, pelos altos teores de argila, média espessura e alta capacidade de adsorção, certamente não irá apresentar sintomas de mudanças para esta geração, salvo a degradação física (compactação), que desde o início da mecanização agrícola já tem sido constatada.

A agricultura do futuro não se prenderá somente à adição de produtos, como atualmente está ocorrendo. A água deverá ter uso incrementado, sempre que disponível, e sua relação com o solo deverá ser melhor estudada, já que a sua deficiência atual nas culturas de verão é marcante, com perdas anuais variáveis. A água será veículo de adição de nutrientes e conseqüentemente fonte de contaminação do solo. Outras associações de plantas e manejo de culturas, em relação às posições do relevo, certamente deverão ser analisadas para novas espécies, quando as

modificações da economia tornarem inviáveis as culturas atuais.

Cabe acentuar que se desenvolveu uma metodologia de tratamentos para essas terras do Planalto como se todas fossem produtos de um estágio de laterização ou pré-laterização, processo no qual os solos perdem as bases e, acidificados, expõem elevada acidez com teores tóxicos de alumínio trocável. No caso cabe acentuar que isso só pode ocorrer nas chapadas antigas, portanto as formas de relevo modernas como serras (Sr) vales (Va) espigões ( $P_1$  e  $P_2$ ), derivadas do basalto alcalino regional o uso de calcário tanto corretivo da acidez como componente da adubação, é desnecessário. Nas chapadas locais dos municípios próximos ao rio Uruguai não se observa a ocorrência de acidez suficiente para liberar alumínio tóxico. Além disto os solos são muito ricos em cálcio e magnésio.

Para quantificar as áreas agrícolas diferenciadas e os tratamentos para a manutenção em relação à capacidade produtiva, em locais de um Brasil já desenvolvido no sistema agrícola, a classificação de capacidade de uso das terras apresenta-se como um caminho para o uso posterior, e atua ainda mais como uma indicação da potencialidade de onde e como as terras estão sendo usadas.

Assim, constata-se que as variações dos graus de limitações propostos pela integração dos solos (deficiência de fósforo em algumas áreas) com o meio (susceptibilidade a erosão) e o clima (deficiência ocasional de água no verão) predispõem as terras de chapadas ( $P_a$  e  $P_0$ ) e espigões ( $P_1$ ) a serem situadas em uma ordem decrescente de utilidade agrícola (Tabela 32).

**Tabela 32.** Unidades de relevo e limitações do solo referentes à suscetibilidade à erosão, falta e excesso de água e emprego de mecanização e classes de aptidão agrícola e capacidade de uso das terras.

Unidades	Limitações das terras					Classes		Km <sup>2</sup>
	fertilidade*	-H <sub>2</sub> O ** (déficit)	+ H <sub>2</sub> O (drenagem)	erosão	meccanização	apt. agrícola	cap. de uso	
Chapadas residuais (Pa)	N/L	L/M	N	M	N/L	1ABc	IVse	14.00
Chapadas (Po)	N/L	L/M	N	L/M	N	1ABC	Ise	60.38
Espigões (P <sub>1</sub> )	N/L	L/M	N	M	N/L	1ABc	IIIse	80.53
Espigões degradados (P <sub>2</sub> )	N	L/M	N	F	M	1A (b)	Vse	69.89
Senas (Sr)	N	M	N	MF	MF	4P	VIIse	128.99
Vales depressivos (Va)	N	L	L/M	N	N	1ABc	Ise	20.98

\*Limitações relativas à aptidão agrícola: N-nula; L-ligeira; M-moderada; F-forte; MF-muito forte

\*\*O grau de limitações segue os conceitos gerais de Ramalho Filho & Beek, 1995. Entretanto, foram estabelecidos para definir toda a variabilidade de déficit hídrico das distintas regiões do País. No caso, são muito amplos e não caracterizam as estiagens de verão locais, que limitam a produtividade.

Os fatores econômicos que controlam as correções possíveis atualmente (herbicidas, fosfatos, dimensões das glebas, área útil,... etc.) seriam parte de um caminho para uma classificação mais moderna. No caso local, ao se separar as classes, presume-se que as terras mais aplainadas e mais amplas, no caso as chapadas, seriam de classes superiores, pois estariam menos sujeitas a serem erodidas, pelo uso indevido, do que as áreas menores e com mais bordas profundas, caso não sejam totalmente cultivadas pelo sistema que utiliza o plantio direto.

Entretanto, antes da disponibilidade de uma nova taxonomia, que trate do uso da terra, mais acuradamente, está se propondo a sistemática existente para caracterizar a potencialidade agrícola da região.

No sistema ainda vigente, as terras foram distribuídas nas unidades de formas de relevo com suas limitações e suas classes de uso (Tabela 32). De uma forma genérica e especificada, está sendo proposto o uso das terras conforme as classes (Tabela 33).

**Tabela 33.** Formas de relevo, classes e capacidade de uso das terras.

Unidades de relevo	Classes	Capacidade de uso
Chapadas Residuais (Pa)	IVse	Terras aptas a cultivos anuais ocasionais com leves limitações de solo (fósforo), moderada suscetibilidade à erosão e deficiência hídrica ocasional (verão).
Chapadas (Po)	Ise	Terras aptas a cultivos anuais com leves limitações de solo (fósforo), ligeira a moderada suscetibilidade à erosão e deficiência hídrica ocasional (verão).
Espigões (P <sub>1</sub> )	IIIse	Terras aptas ao uso com cultivos anuais com leves limitações de solo (fósforo), moderada suscetibilidade à erosão e deficiência hídrica ocasional (verão).
Espigões degradados (P <sub>2</sub> )	Vse	Terras aptas ao uso com cultivos perenes e pastagem cultivada em geral com moderada limitação de suscetibilidade à erosão e deficiências de umidade ocasionais (verão).
Senas (Sr)	VIIse	Terras aptas a uso com silvicultura e pastagem perene em geral com limitação forte de suscetibilidade à erosão e deficiência ocasional de umidade (verão).
Vales Depressivos (Va)	Ise	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).

Com o objetivo de caracterizar as terras, em um País onde há agricultores de todas as classes sociais e as tecnologias empregadas na agricultura, desde primárias até muito desenvolvidas, Ramalho Filho & Beek (1978) propuseram o Sistema de Aptidão Agrícola das Terras.

Similar ao sistema anterior, os grupos propostos visam qualificar as terras em função das deficiências ao uso agrícola (Tabela 32). O peso da suscetibilidade à erosão, atenuado de certa forma, torna o sistema menos diferenciado entre os grupos. Cabe acentuar

que o sistema foi proposto para um Brasil predominantemente subdesenvolvido em termos de práticas agrícolas. Neste caso, o fator econômico prevê três usuários, com distintos níveis de manejo (primitivo, pouco desenvolvido e desenvolvido). Quando proposto para uma região muito desenvolvida, no campo agrícola, os mapas das terras praticamente se confundem com o sistema de Capacidade de Uso das terras. Assim, pelo sistema proposto, observando-se as limitações da Tabela 32, as terras podem ser classificadas conforme a Tabela 34.

**Tabela 34.** Formas de relevo e subgrupos de aptidão agrícola das terras

Formas de relevo	legenda	subgrupos	aptidão das terras
Chapadas residuais	(Pa)	1 ABC	Terras "boa" para cultivos em sistemas subdesenvolvidos e "regular" para sistema desenvolvido, com limitações de mecanização e suscetibilidade a erosão.
Chapadas	(P <sub>0</sub> )	1 ABC	Terras "boa" para todos os sistemas de cultivos.
Espigões	(P <sub>1</sub> )	1 ABC	Terras "boa" para cultivos com baixa tecnologia e "regular" para cultivos com sistema desenvolvido.
Espigões degradados	(P <sub>2</sub> )	1 A (b)	Terras "boa" para, cultivos em sistema primitivo e "restrita" para sistema pouco desenvolvido.
Serras	(Sr)	4 P	Terras "boa" para pastagem cultivada, cultivos perenes e silvicultura.
Vales depressivos	(Va)	1 ABC	Terras "boa" para cultivos, um sistema primitivo e "regular" para sistema pouco desenvolvido.

## Conclusões

O estudo de solos do município de Derrubadas, 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 acentuada de dissecação pelos processos erosivos naturais. Estes restos de planalto são constituídos por partes do platô que se segmenta em mesetas e espigões. Nos segmentos menos erodidos, as mesetas pouco abauladas e espigões formam um relevo suave ondulado, devido à individualização gradativa das encostas, constituindo elevações com formas de chapadas. Estas chapadas lisas, com amplas encostas, são segmentadas parcialmente por depressões, com formas de vales, que constituem um sistema de drenagem antigo e raso. Onde os processos erosivos no seu conjunto foram mais atuantes, só restam espigões e vales. Essas formas muito dissecadas do planalto, no seu conjunto,

formam um relevo ondulado a forte ondulado, aparentando as coxilhas do Sul do Rio Grande do Sul. Suas chapadas estreitas adquirem formas alongadas e roliças. Os vales entre as formas de relevo são estreitos e profundos e extremamente semelhantes entre si.

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 permanece conservada apenas no Parque Florestal Estadual do Turvo.

Os solos são desenvolvidos de rochas basálticas de natureza alcalina. Estas se estabeleceram em sucessivos estratos, através de fissuras que romperam a superfície em períodos do Jurássico e Cretáceo. Localmente, o conjunto dos estratos rochosos 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 fluviais, desagregando as superfícies e constituíram solos rasos e muito férteis nas bordas dissecadas, denominados de Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos, Cambissolos Háplicos Eutróficos chernossólicos e Chernossolos Argilúvicos Férricos típicos, além disto constata-se que ainda restam nas pequenas mesetas abauladas, alguns mais antigos como os Argissolos Vermelhos Eutróficos chernossólicos e os Nitossolos Vermelhos Eutróficos chernossólicos que não foram totalmente erodidos.

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 desenvolvida, tem a finalidade apenas de caracterizar a alta potencialidade agrícola local, das terras situadas em chapadas e espigões (classes IIse – 25,33%, IIIse –14,32% e IVse 3,97%), 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 – 5,95%). São próprias à agricultura familiar e cultivos perenes. Os espigões em fase de desagregação comportam pequenas superfícies com solos muito férteis, que tem sido usadas intensamente (classe VIse - 19,81%). Comportam pastagens cultivadas ou frutíferas. As terras mais íngremes (serras), ou seja, bordas de espigões e vales íngremes, embora muito férteis, devem ser usadas parcialmente com a fruticultura e a floresta ainda existente (classe VIIse 36,56%). Os processos de degradação e sustentabilidade da agricultura, muito produtiva, baseada na adição de produtos químicos, para o controle sanitário das culturas, é que estão abertos para a pesquisa.

## Agradecimento

O suporte financeiro que possibilitou a execução deste estudo foi fornecido pelo CNPq, através do Projeto “Tecnologias para a produção sustentável e processamento de frutas de qualidade competitiva para o agronegócio – FRUTEMP”. Contou ainda com ajuda da Prefeitura de Derrubadas.

Os autores agradecem a generosa colaboração do Dr. Romeu Rohde, técnico da Emater, pelo apoio a todas as ações que possibilitaram este trabalho.

## Referências bibliográficas

- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30). Acompanha mapa calor., escala 1:750.000/Redação: Raimundo Costa de Lemos, Coord., Miguel Ângelo D. Azolim, Paulo Ubirajara R. Abrão, Milton C. Lopes dos Santos.
- 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.
- EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p. No prelo.
- 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 Uruguiana e Sl. 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. **Produção agrícola municipal 2002**. Disponível em: <<http://www.ibge.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 26 set. 2005.

LEINZ, V.; AMARAL, S.E. do. **Geologia geral**. 6. 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**. Campinas: SBCS, 1983. 175 p.

OLIVEIRA, O.G. de. **Santo Augusto - RS; 1815**. 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 Ciência 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 filosofia 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 - (Latossolo 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.

SANTOS, H.G. dos, et. Al. **Propostas de Revisão e Atualização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 56p. (Embrapa Solos. Documentos, 53).

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).

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

Famurs. **Informações municipais**. Disponível em: <[http://www.famurs.com.br / informacoesMunicipais/salaentidade.php](http://www.famurs.com.br/informacoesMunicipais/salaentidade.php)>. Acesso em : 05 abril 2006

## Também são autores deste trabalho:

**Luiz Fernando Spinelli Pinto**  
Eng. Agrôn., Dr., Prof. Adj.do Depto. de Solos  
UFPEL-FAEM, Cx. Postal 345, 96001-970  
Pelotas, RS.

**Rafael Lizandro Schumacher**  
Acadêmico em Agronomia  
Universidade Federal de Pelotas-UFPEL

**Roger Garcia Mendes**  
Estudante Téc. em Informática

**Juliana Brito da Silva**  
Acadêmica em Química Ambiental

**Manuela Valente**  
Acadêmica em Sistema de Informação

**Lilian Rosa Duarte**  
Estudante em Química Ambiental









**Circular  
Técnica, 51**

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 (2005): 50

**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  
Verneti Azambuja, Cláudio José da Silva Freire, Luís  
Antônio Suíta de Castro, Sadi Macedo Sapper,  
Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

**Expediente**

**Supervisor editorial:** Sadi Macedo Sapper

**Revisão de texto:** Sadi Macedo Sapper

**Editoração eletrônica:** Oscar Castro