

Pelotas, RS
Dezembro,
2005

Autores

Noel Gomes da Cunha
Eng. Agrôn., M.Sc.,
Embrapa Clima Temperado.

Ruy José da Costa Silveira
Eng. Agrôn. M.Sc. Prof.
UFPel-FAEM, Pelotas, RS.

Carlos Roberto Soares
Severo
Eng. Agrôn. M.Sc. Prof.
UFPel-FAEM, Pelotas, RS.

Luiz Fernando Spinelli Pinto
Geol. Dr., Prof.
UFPel-FAEM, Pelotas, RS

Roger Garcia Mendes
Estudante Técnico em
Informática.

Daniel Farias Jacinto
Estudante Téc. em Química

Juliana Brito da Silva
Acadêmica em Química
Ambiental.

Lilian Rosa Duarte
Acadêmica em Química
Ambiental.

Rafael Lizandro Schumacher
Acadêmico em
Agronomia.

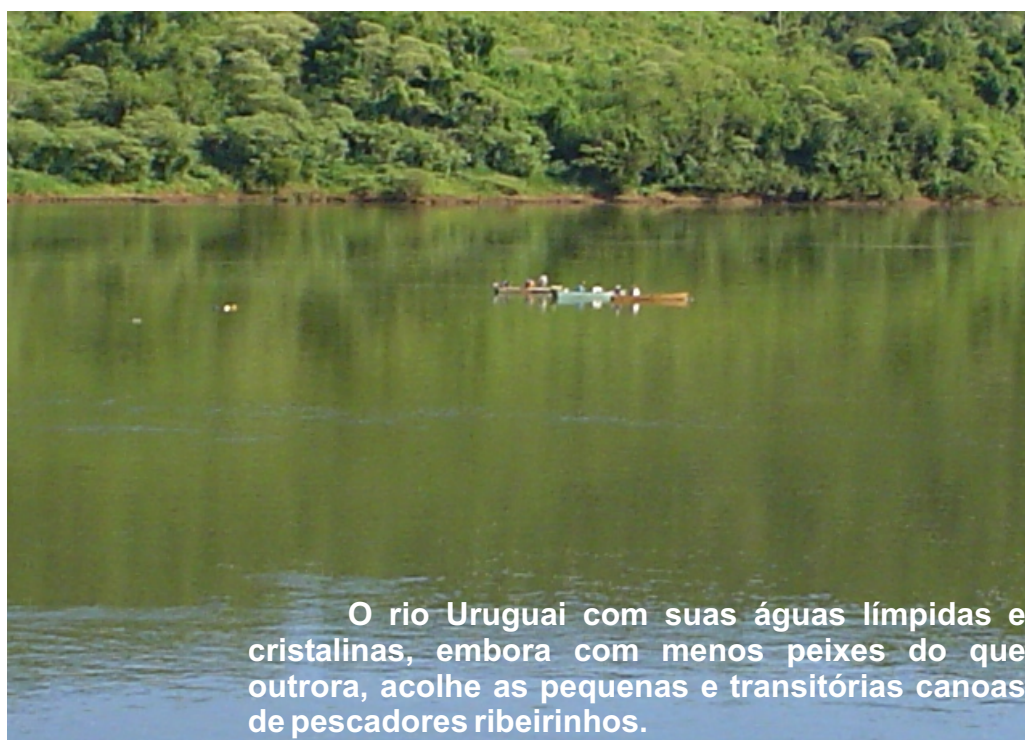
Estudo de Solos do Município de Esperança do Sul - RS

Resumo

O município de Esperança do Sul, situado no noroeste do Planalto do RS, faz parte da atual autodenominada região Celeiro, que engloba vários municípios da antiga região do Alto Uruguai. As terras locais, situadas sobre derrames fissurais de rochas basálticas de natureza alcalina, que foram estratificadas ao longo de sucessivos eventos, são produtos de alta meteorização 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 -Turvo e Lajeado São Francisco -, 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, se foram 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%). 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 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. Nos vales dos rios essa floresta ainda cobre poucas áreas.



O rio Uruguai com suas águas límpidas e cristalinas, embora com menos peixes do que outrora, acolhe as pequenas e transitórias canoas de pescadores ribeirinhos.

Os solos foram antes denominados de Brunizem Avermelhado e Solos Litólicos por Costa Lemos, em Brasil (1973) e IBGE (1986). Atualmente, além dos processos intensivos de desagregação das superfícies, constituindo solos rasos e muito férteis nas bordas dissecadas, com ocorrências de Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos, Cambissolos Háplicos Eutróféricos chernossólicos e Chernossolos Argilúvicos Férricos típicos, constatam-se nas pequenas mesetas solos mais antigos como os Argissolos Vermelhos Eutróféricos chernossólicos.

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 apenas de caracterizar a alta potencialidade agrícola local das terras situadas em chapadas e espigões (classes IIse 10,08%, IIIse 10,35% e IVse 3,27%) como próprias a cultivos anuais. Os vales, com maiores reservas de água, além de comportarem as moradias dos agricultores, caracterizam terras que devem ser protegidas dos processos erosivos nas bordas decorrentes do uso intensivo (classe VIse 22,28%). São próprias à agricultura familiar e silvicultura. Os espigões em fase de desagregação comportam pequenas superfícies que têm sido usadas intensamente (classe VIse 20,69%). 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 33,33%). 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 Esperança do Sul teve ciclos distintos na economia que começaram no século XVIII, com a exploração da erva-mate entre índios Kaingang e Guaranis. Os mesmos Kaingang transitaram o produto por picadas na mata até o lado oposto do Rio Uruguai, na Argentina. Com a implantação da Colônia Militar do Alto Uruguai, com portugueses, açorianos e escravos, houve uma progressiva extração da madeira, com o desmatamento ocasional e gradativo da floresta exuberante. A implantação de uma agricultura de subsistência veio com o povoamento de imigrantes alemães e italianos, que ocuparam as terras deixadas pelos militares com a extinção da Colônia Militar do Alto Uruguai, onde se estabeleceram cultivos de trigo e milho, destinados para criação de aves, suínos e 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. Somam-se a ele, ainda, a erradicação de invasoras, com uso de desseccantes nas culturas e controle indireto da erosão pela adição de produtos químicos. Tais questionamentos por si só parecem ser um caminho 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 Esperança do Sul, 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, têm 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 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.

Tal 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

O território da margem esquerda do rio Uruguai, na Região Celeiro, passou a ser de domínio português a partir de 1801-1802 com a expulsão dos espanhóis.

Conforme Esperança do Sul (2000) o processo colonizador, desenvolvido a partir de 1879, - tendo como epicentro a sede urbana e a área rural da ex-Colônia Militar do Alto Uruguai com portugueses, açorianos e escravos negros, e a partir de 1918 com imigrantes alemães e italianos, - formou um quadro histórico singular pintado com letras, números e características sociais e religiosas. As dificuldades de produzir o sustento e se manter na mata densa sem o apoio dos conhecimentos atuais e construir uma cidade são relatadas por Veit em Esperança do Sul (2000). Este quadro é o atual município de Esperança do Sul.

O município de Esperança do Sul, situado no noroeste do Planalto RS, faz parte da atual autodenominada Região Celeiro, que engloba vários municípios da antiga Região do Alto Uruguai. Situadas sobre derrames fissurais de rocha basáltica de origem alcalina, as terras locais são 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 (2005), registram para essa região medidas desde 1931 a 1960 mais consistentes.

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

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

Fonte: Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1989.

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

² Período de 1931 a 1960

³ Período de 1970 a 2000

⁴ Período de 1957 a 1984

O município faz limites com dois rios importantes, os quais recebem as águas oriundas de sangas e lajeados. O Turvo, ao norte, é o divisor com o município de Derrubadas onde se situa o Parque Florestal Estadual do Turvo. A oeste, o rio Uruguai limita o município com a Província de Misiones na República da Argentina, numa extensão de 8,5 Km. Durante longo período, o rio Uruguai serviu como via de acesso para colonizadores, madeireiros e autoridades, além de prover os moradores locais com a pesca. A sudeste, Esperança do Sul se limita com o município de Três Passos e ao sul com Tiradentes do Sul.

Ainda de acordo com Esperança do Sul (2000), a produção agrícola no município estava baseada na produção de milho, trigo e soja. Outras culturas, como feijão, fumo e principalmente citros, têm papel importante na agricultura municipal (Tabela 2).

Tabela 2: As principais culturas, área (ha), produtividade (kg/ha), produção (t), no município de Esperança do Sul, no ano de 1999.

Culturas	há	kg/ha	t
Milho	6.000	2.100	12.600
Soja	8.000	1.200	9.600
Feijão	100	600	60
Fumo	45	1.320	59
Trigo	700	1.500	1.050
Citros	67	12.500	837

Fonte: Dados Esperança do Sul, 2000.

Já em anos posteriores, IBGE (2002) registra um decréscimo acentuado na produção de milho, trigo e citros (Tabela 3).

Tabela 3: As principais culturas, área (ha), produtividade (kg/ha), produção (t), no município de Esperança do Sul, no ano 2001.

Culturas	ha	kg/ha	t
Milho	2.500	1.500	3.750
Soja	7.000	1.200	8.400
Feijão	60	400	24
Fumo	25	1.720	43
Trigo	350	1.600	560
Citros	47	11.800	555

Fonte: Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2002).

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. Na época, o rebanho de suínos no município não chegava aos 15.500 animais (Esperança do Sul, 2000).

Os dados apresentados na Tabela 4 (IBGE, 2002), confirmam a tendência referida acima.

Tabela 4. Principais rebanhos em quantidades de animais.

Descrição	Quantidade
bovinos	9.285
vacas ordenhadas	3.419
suínos	15.295
equínos	30
coelhos	750
ovinos	225
caprinos	31

Fonte: IBGE (2002).

Na pecuária, a bovinocultura de leite veio substituir, em grande parte, a suinocultura, como forma mensal de renda. Segundo dados da Secretaria Municipal da Agricultura, o rebanho leiteiro atual ultrapassa os 3.400 animais, com uma produção mensal de 450 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.

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 com atividades de ferraria, em que a fabricação de ferramentas de trabalho e atividades domésticas são indispensáveis para todas as áreas de colonização. Culturas como trigo, centeio e milho são beneficiadas por uma micro empresa, e os subprodutos destes cereais passam a fazer parte da cesta básica da população.

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 desenvolvida, 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 5).



Fig.1. Pequena propriedade na encosta de serra que margeia o rio Uruguai. Vegetação espontânea, após desmatamento, com gramíneas perenes cultivadas.



Fig.2 Borda do rio Uruguai, já desmatada, com cultivos em pequenas propriedades. Na Argentina (à direita) a situação fundiária e social é semelhante.



Fig. 3. Encontro do rio Uruguai com o Turvo. Estratos da vegetação de floresta estão sendo gradativamente substituídos por cultivos familiares (ao fundo). Águas límpidas no período de verão.



Fig.4. Encontro das águas do rio Turvo, ricas em sedimentos removidos pelo processo erosivo natural, com o rio Uruguai. Águas do rio Uruguai ainda estão límpidas, após as chuvas de inverno.



Fig. 5. Limite norte do município. Águas barrentas do rio Turvo contrastam o verde da reserva florestal de Derrubadas (Parque Estadual), após período de chuva de primavera.

Aspectos de vegetação

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

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 as 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, há raras culturas ocasionais e permanentes, como a erva-mate (em extinção) e citros.

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 emergente, onde predominam *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Myrocarpus frondosus* (cabriúva), *Cordia trichotoma* (louro), *Cedrela fissilis* (cedro), *Cabralea canjerana* (canjerana), *Peltophorum dubium* (canafístula) e *Phytolacca dioica* (umbu); outro estrato dominado constituído por: *Patagonula americana* (guajuvira), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Eugenia rostrifolia* (batinga), *Ocotea puberula* (canela-guaicá), *Balfourodendron riedelianum* (guatambú) e *Pachystroma longifolium* (mata-olho); ainda um estrato de arvoretas formados por: *Actinostemon concolor* (laranjeira do mato), *Sorocea bonplandii* (cincho) e *Trichilia claussenii* (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 trini* (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 está relacionado à fragmentação do supercontinente Pangéia, que começou a ocorrer há 190 milhões de anos. Estudos geomorfológicos mais precisos identificam um intervalo da ordem de 10 milhões de anos para o evento da Bacia do Paraná, com idades entre 138 e 128 Ma (Roisenberg & 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 frequentes 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 consequente 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 enruga 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 recobre o Planalto do RS, constituindo-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. 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 rochosidade 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 (Fig. 6). 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, essas 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 ocorrências 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. 6. Duas camadas distintas nos derrames basálticos fissurais. Acima, derrame mais viscoso devido ao maior teor de sílica. Abaixo, lava com maior velocidade de escoamento, mais alcalina.

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, essa 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, bacias hidrográficas e aptidão agrícola das terras, na escala aproximada de 1:66.000.

A seqüência de atividades desenvolvidas foi:

- fotointerpretação preliminar para delimitação de superfícies homogêneas, sob o ponto de vista de tonalidade fotográfica e relevo;
- percurso da área para analisar a relação entre as superfícies homogêneas delimitadas, material de origem, vegetação, características, distribuição dos solos e coleta de perfis de solos;
- confecção da legenda preliminar com as formas de relevo das diferentes superfícies;
- novo percurso da área, para certificar-se dos pontos onde havia dúvidas sobre a geologia e solos;
- interpretação das análises químicas para caracterização das unidades;
- classificação dos solos nos diferentes sistemas taxonômicos e no sistema interpretativo;
- 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;
- Ca^{2+} , Mg^{2+} , extraídos com KCl 1 M e determinados por espectrofotometria de absorção atômica;
- Na^+ , K^+ , extraídos com HCl 0,05 M + H_2SO_4 0,025 M e determinados por fotometria de chama;
- P, extraído com HCl 0,05 M + H_2SO_4 0,025 M e determinado pelo espectrofotômetro;
- H^+ + 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;

- Al^{3+} , extraído com KCl 1 M 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 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1,25 M) em meio ácido. A determinação do C orgânico envolve a conversão de todas as formas de C para o dióxido de carbono (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 são inseridas nas descrições morfológicas das unidades de relevo. São utilizadas terminologias semelhantes que comparam solos regionais.

Resultados

O município de Esperança do Sul, situado na parte noroeste do Planalto, região do Alto Uruguai, é composto por pequenas chapadas residuais entre 320 a

370 metros de altitude, formando um conjunto de espigões, em distintos graus de desagregação, e vales depressivos com encostas desde lisas a muito íngremes que lembram serras. Entre estas, verifica-se o predomínio das duas últimas sobre as chapadas residuais. 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 pouco acima de 500 m, desde o estabelecimento do rio Uruguai. Localmente, em detalhes, 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 (Fig. 7). As suas extremidades 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 a 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 seu topo superfícies planas e estreitas com solos mais recentes. Os resíduos antigos mais intemperizados das rochas 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 pouco 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 (Fig. 8 e 9).

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 solos coluviais profundos e rasos originados de rochas vulcânicas moles que se misturam nas encostas rochosas com pedras e rochas endurecidas de basaltos. Alguns 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.



Fig. 7. Borda de chapadas em nível superior na entrada de Esperança do Sul. São restos de um antigo planalto dissecado pelos afluentes do rio Uruguai. O cultivo de soja é generalizado em todas as terras.



Fig.8. Aspecto da agricultura familiar em bordas de vales íngremes e de serras, evidenciando cultivos protegidos da erosão, através de curvas de nível, com cultura de capim elefante. Ao fundo, vale com vegetação nativa em extinção.



Fig. 9. Vales com bordas íngremes intensamente cultivados, onde a vegetação natural está sendo removida. Ao fundo topo de espigão cultivado com trigo.

Chapadas residuais (Pa)

São formas de relevo aplainadas convexas que sobraram, como representantes 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, na 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" (Fig. 10 e 11). Contrastam com as chapadas de relevo também aplainado, de nível pouco inferior, das formações rochosas de basalto de natureza mais alcalina ou menos vitrificado que ainda se encontram nos municípios situados mais distantes do rio Uruguai. Nas pequenas chapadas locais, superfícies fósseis elevadas, estreitas e alongadas, ocorrem em pequenos estratos rochosos, alternadas com superfícies de camadas residuais ainda espessas em níveis inferiores.

Apresentam um relevo aplainado suave ondulado no nível superior, que se contrasta com as partes planas de nível inferior ainda formando chapadas (Po). Apresentam 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 atacadas 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 esses contrastes altimétricos não impedem o uso agrícola generalizado. Com isso, as atividades mecanizáveis

agrícolas são contínuas ao longo das propriedades. Essas chapadas ocupam as cotas próximas de até 390 metros.

Acredita-se que as superfícies permanecem 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, tais perfis, locais onde há gradientes hidráulicos, nas bordas das mesetas, quando comparados na catena (seqüência 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 de processos erosivos naturais serem menos intensos. Nas partes altas e bordas das chapadas os processos referidos acima se intensificam resultando solos com diferenças texturais entre os horizontes A e Bt mais evidentes.

Concomitante com a remoção dos latossolos, que cobriam o planalto, 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 de alto grau de intemperização, contribuíram para a rápida dissecação desse planalto. Com isso, houve apenas a conservação de solos pouco profundos que se ajustam ao processo erosivo do clima atual. Supõe-se que a formação morfológica distinta destas mesetas, seja alguma variação da constituição dos estratos dos basaltos, já que o fluxo da carga hidráulica moldou a maior parte do relevo em formas mais depressivas, com vales íngremes e superfícies elevadas em forma de espigões que se gastam aceleradamente.

Em relação ao relevo regional antigo de chapadas de solos laterizados, os atuais embora tenham uma tendência de acumularem óxidos de ferro na parte inferior, há maior ocorrência de perfis menos intemperizados, definidos como pouco profundos e com um gradiente textural alto, como se o isolamento da chapada contribuisse para o transporte das argilas do horizonte superficial juntamente com maiores quantidades de água percolada (Fig.12). Neste contexto estão situados os Argissolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos. Possuem um horizonte A, de 20 cm de espessura, cor vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2),

textura argilosa a muito argilosa, moderada a forte estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, consistência muito friável úmida e macia quando seca, matéria orgânica de 3,69%, acidez definida por pH de 5,75, alumínio trocável de $0,10 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $8,52 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de $11,0 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis 77%.

A camada subsequente, horizonte AB, de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura muito argilosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, muito friável, matéria orgânica 2,10%, acidez com pH de 5,60, alumínio trocável $0,06 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $6,72 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $8,0 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis 81%.

A camada inferior horizonte Bt₁, 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 1,31%, acidez em pH de 5,60, alumínio trocável de $0,45 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $5,62 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions $7,0 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis 77%.

A camada posterior Bt₂, horizonte de 50 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 0,93%, acidez com pH de 5,65, alumínio trocável de $0,29 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $5,12 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $7,00 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 77% (Tabelas 5 e 6).

Nas chapadas mais elevadas embora ainda pertençam ao planalto, os processos erosivos já eliminaram os resíduos laterizados superficiais que formavam solos muito antigos (latossolos). Atualmente as superfícies mais antigas assemelham-se as descritas 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 próprias de fatores climáticos onde a remoção das argilas superficiais, pelo movimento da água percolada condicionam a existência de horizontes argílicos e gradientes texturais altos concomitante ou posterior a uma parcial laterização e formação de altos teores de óxidos de ferro e argilas caulínicas (Fig. 13). Embora em superfícies mais recentes do que as do Planalto, os solos se caracterizam como Argissolos Vermelhos Eutroféricos abrupticos. Alguns Nitossolos Vermelhos Eutroféricos latossólicos, Chernossolos Argilúvicos Férricos saprolíticos e

Cambissolos Háplicos Eutroféricos chernossólicos estão inseridos nas chapadas (Fig. 14). Onde não há gradientes texturais, os solos estão menos intemperizados, com maior atividade das argilas.

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. A provável deficiência hídrica em pequenos espaços de tempo ou até mesmo em quase todo o verão, tornou-se um risco geralmente aceitável. Tais áreas ocasionalmente seriam próprias a cultivos anuais intercalados com cultivares perenes. A fruticultura seria um fator que conteria mais o processo erosivo provocado. Pela moderada suscetibilidade a erosão, as terras se situam como classe IVse de capacidade de uso. Seriam próprias a cultivos anuais ocasionais com cultivos perenes intercalados. São fortemente suscetíveis a processos erosivos, deficientes em fósforo e relativamente ácidas.

Quanto à aptidão agrícola proposta por Ramalho Filho & Beek (1995), estas terras são do grupo 1ABc; "boa" para usuários com pequenas e médias tecnologias, que não dispõem de recursos para corrigi-las adequadamente para altas produções (calcário e fósforo), e "regular" para grande proprietários, pois as áreas têm limites estreitos. Não são áreas extensivas e abrangentes como em todo o planalto.



Fig. 10. Cultivo de trigo nas chapadas residuais (pequenas superfícies elevadas restantes do planalto). Entrada do município de Esperança do Sul.



Fig. 11. Início de vale após as chapadas com a parte depressiva desmatada circundando o espigão aplainado. Constituíam-se no início dos vales de drenagem do planalto. Hoje, constitui-se em um sistema fóssil de drenagem em desagregação, após o estabelecimento do rio Uruguai.



Fig.13. Argissolo Vermelho Eutroférico chernossólico situado nas chapadas restantes do antigo planalto que está sendo desgastado pelos processos naturais de erosão.

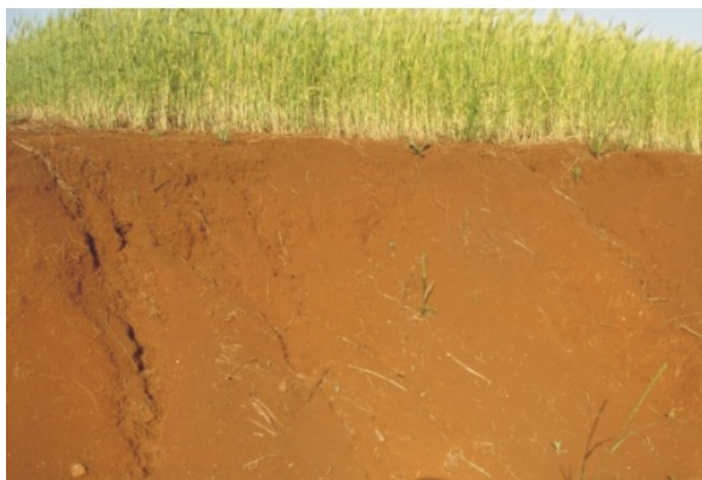


Fig.12. Solos profundos das chapadas residuais com cultivo de trigo. Argissolo Vermelho Eutroférico chernossólico. Áreas muito suscetíveis à erosão.



Fig. 14. Chernossolo Argilúvico latossólico desenvolvido nas bordas das chapadas em fase de amplo desgaste erosivo.

Tabela 5. Informações do perfil ES-1 da unidade Pa.

a) Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy –Rhodic Oxíc Argiudoll. b) Localização: coordenadas = 202.863, 6.971.535, altitude = 390m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas e ácidas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas residuais de nível superior. f) Situação do perfil: topo de chapada. g) Declividade: 1 a 10 %. h) Erosão: não há. i) Relevô: 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)	(solo)
A	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2 úmido e seco); argila-siltosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
AB	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3 úmido e seco); muito argilosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
Bt ₁	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 friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bt ₂	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 friável, lig. duro.

Tabela 6. Resultados das análises do perfil ES-1 da unidade Pa.

Fatores		Horizontes			
		A	AB	Bt ₁	Bt ₂
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-100	100-150
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	21,40	12,20	7,60	5,40
M. O.	%	3,69	2,10	1,31	0,93
P	(mg kg ⁻¹)	1,00	1,00	1,10	1,00
pH (H ₂ O)	-	5,75	5,60	5,60	5,65
pH (KCl)	-	4,32	4,42	4,32	4,38
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	7,20	6,00	4,60	4,00
Mg	"	1,30	0,70	1,00	1,10
K	"	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Na	"	0,01	0,01	<0,01	<0,01
S	"	8,52	6,72	5,62	5,12
Al	"	0,10	0,06	0,45	0,29
H + Al	"	2,60	1,60	1,70	1,50
T	"	11,00	8,00	7,00	7,00
T(arg.)	"	21	12	9	8
V	%	77	81	77	77
Sat. Al	"	1	1	7	5
Fe (total)	"	-	-	-	22
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho	"	9	8	8	13
Areia grossa	"	15	12	8	8
Areia fina	"	38	30	24	20
Silte	"	410	261	148	174
Argila	"	537	697	820	798
Argila natural	"	165	71	10	<1
Agregação	%	69	90	99	100
Silte/argila	-	0,76	0,37	0,18	0,22
Textura	-	SC	Cp	Cp	Cp

C – argila, Cp – muito argilosa, SC – argila-siltosa.

Chapadas (P₀)

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. 15 a 17). As

superfícies estão sendo segmentadas em espigões que no início são pouco individualizados. 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 desses vales (Fig. 18). 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 nos períodos Terciário ou mesmo no final do Cretáceo. Os declives são menores do que 5%, e muito raramente chegam a 10% nas encostas mais acentuadas. Tais chapadas ocupam as cotas máximas de 400 a 430 metros.

No geral, nas chapadas, já lisas e gastas, que se isolam nas bordas do planalto, há maior ocorrência de solos menos intemperizados com horizonte Bt e gradiente textural abrupto entre os horizontes A e Bt. São definidos como pouco profundos, onde pode ser observado o contato lítico, com material de origem parcialmente consolidado (Fig.19). Os solos estão sendo denominados, quando a atividade das argilas é alta, de Chernossolos Argilúvicos Férricos cambissólicos. Apresentam um horizonte A de 25 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3), textura franco, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência, pegajosa, plástica, muito friável, macia, matéria orgânica de 3,09%, acidez definida por pH de 5,59, soma de bases trocáveis de 10,84 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 12,84 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação de bases de 84%.

A camada subsequente, horizonte Bt, de 15 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (2,5 YR 3/6), textura franco-argiloso, estrutura forte em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência, pegajosa, plástica, muito friável, macia, matéria orgânica de 1,43%, acidez com pH de 6,23, soma de bases trocáveis de 11,23 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 12,83 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação de bases de 88%.

A camada inferior, horizonte BC, de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura siltosa, estrutura forte em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,52%, acidez com pH de 6,28, soma de bases trocáveis de 11,83 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 13,43

$\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 88 % (Tabelas 7 e 8).

Observa-se que a alta meteorização das encostas, nas superfícies das bordas, com um tempo curto e insuficiente para uniformizar todos os parâmetros de seus solos, não é igual como a que ocorre nas chapadas que são, mais antigas em termos das variações químicas e físicas analisadas. Nos topos que resistiram, aos processos erosivos, os solos mais profundos, já se apresentam muito desgastados e parcialmente com seus complexos de troca degradados (Fig. 20). O comportamento dos fatores analisados podem ser descritos, em termos de amplitude de variação, com um horizonte A, de 20 cm de espessura, cor vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2), textura franco-argilo-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência pegajosa, plástica, muito friável úmida e macia quando seca, matéria orgânica de 3,69 %, acidez definida por pH 5,82, soma de bases trocáveis de 10,14 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 11,54 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ e saturação por bases de 88 %.

A camada subsequente, horizonte AB de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura argilosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 2,03 %, acidez definida por pH 5,94, soma de bases trocáveis de 8,63 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 10,03 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ e saturação por bases de 86%.

A camada inferior, horizonte Bt₁, 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,27 %, acidez por pH de 5,60, alumínio trocável de 0,11 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 1%, soma de bases trocáveis de 7,42 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 9,02 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ e saturação por bases de 82%.

A camada inferior Bt₂ de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura argila, moderada estrutura em blocos subangulares pequenos e médio, matéria orgânica de 1,27%, acidez definida em pH de 5,44, alumínio trocável de 0,98 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$, saturação por alumínio de 16%, soma de bases trocáveis de 5,13 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 7,53 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 68% (Tabelas 9 e 10) .

Localmente os solos estão sendo denominados de Argissolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos por apresentarem alta saturação por bases e alto gradiente textural entre a camada superficial e o horizonte B textural. Além disto o complexo argiloso é predominante

caulinitico e oxídico. Esse último fator exclui a possibilidade de situá-los como Chernossolos, Luvisolos ou Nitossolos como seria de se esperar em solos férteis sobre basaltos. Parece que a taxonomia atual ficou muito ampla na abrangência de Argissolos. Entretanto em superfícies mais recentes, nas bordas dos vales, se encontram Chernossolos e Cambissolos, são solos vermelhos embora, a taxonomia atual não contemple subordens com essa denominação, parece que no contexto geral caberia uma diferenciação a partir desse critério. Chernossolo Vermelho Eutroférico cambissólico ou Cambissolo Vermelho Eutroférico chernossólico estariam mais próximos do contexto geral da taxonomia do que as proposições existentes. Quanto ao uso agrícola, as terras estão situadas como pertencentes à classe- IIse de capacidade de uso. Os riscos à erosão estão parcialmente controlados com o plantio direto e as correções de acidez e fertilidade do solo, na sua maior parte, já estão sanadas. As condições climáticas talvez sejam os fatores mais limitantes de se situar tais terras em melhor classe.

Quanto a aptidão agrícola 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.15. Borda de superfícies fósseis aplainadas distantes do antigo planalto residual. Estabelecem o início dos vales depressivos do sistema natural de drenagem ao fundo.



Fig.16. Cultivo de soja nas pequenas chapadas restantes do planalto. Ao fundo mata no início dos vales.



Fig.17. Borda de chapada com cultivos de soja. Ao fundo início de espigão cultivado com vales e vegetação de mata nas bordas.



Fig.18. Início da depressão que forma os vales. Sistema antigo de drenagem das chapadas. Local atual de moradias com pequenas barragens.



Fig. 19. Borda das chapadas do antigo planalto com mobilização e deposição do ferro transportado formando crostas. Ao fundo chapadas de nível inferior com solos mais recentes e menos intemperizados.



Fig. 20. Solos poucos profundos dos espigões. Argissolo Vermelho Eutroférico chernossólico.

Tabela 7. Informações do perfil ES-2 da unidade P₀.

a) Classificação: CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Férrico cambissólico ; Soil Taxonomy – Rhodic Lithic Argiudoll. b) Localização: coordenadas = 199.993, 6.973.330, altitude = 402m. 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 aplainada. 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)	(solo)
A	0-25	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3 úmido e seco); franco; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
Bt	25-40	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6 úmido e seco); franco-argiloso; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
BC	40-70	Vermelho-escuro (10 R 3/6 úmido e seco); franco; blocos subangulares pequenos e médios, moderada; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito friável, lig. duro.

Tabela 8. Resultados das análises do perfil ES-2 da unidade P₀.

Fatores		Horizontes		
		A	Bt	BC
Espessura	(cm)	0-25	25-40	40-70
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	17,90	8,30	8,80
M. O.	%	3,09	1,43	1,52
P	(mg kg ⁻¹)	0,90	0,60	0,90
pH (H ₂ O)	-	5,59	6,23	6,28
pH (KCl)	-	4,69	4,79	4,84
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	8,80	9,10	8,80
Mg	"	2,00	2,10	3,00
K	"	0,03	<0,01	<0,01
Na	"	0,01	0,02	0,02
S	"	10,84	11,23	11,83
Al	"	-	-	-
H + Al	"	2,00	1,60	1,60
T	"	12,84	12,83	13,43
T(arg.)	"	72	47	52
V	%	84	88	88
Sat. Al	"	-	-	-
Fe (total)	"	-	-	22
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	54	47
Cascalho	"	257	253	212
Areia grossa	"	154	138	211
Areia fina	"	219	219	219
Silte	"	450	372	314
Argila	"	177	271	256
Argila natural	"	86	113	128
Agregação	%	51	58	50
Silte/argila	-	2,54	1,37	1,23
Textura	-	L	CL	L

L – franco, CL – franco-argilosa.

Tabela 9. Informações do perfil ES-10 da unidade Po.

a) Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Eutroférrico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Oxid Argiudoll. b) Localização: coordenadas = 201.677, 6.968.773, altitude = 428m. 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 já parcialmente desgastado pela erosão. g) Declividade: 1 a 3 %. 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)	(solo)
A	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2 úmido e seco); franco argilo siltosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
AB	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3 úmido e seco); argilosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
Bt ₁	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/4 úmido e seco); argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bt ₂	100-110 +	Vermelho-escuro (10 R 3/6 úmido e seco); argila; blocos subangulares pequenos e médios, moderada; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito friável, lig. duro.

Tabela 10. Resultados das análises do perfil ES-10 da unidade Po.

Fatores		Horizontes			
		A	AB	Bt ₁	Bt ₂
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-100	100-110 +
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	21,40	11,80	7,40	7,40
M. O.	%	3,69	2,03	1,27	1,27
P	(mg kg ⁻¹)	1,40	1,00	1,10	1,50
pH (H ₂ O)	-	5,82	5,94	5,60	5,44
pH (KCl)	-	5,05	4,93	4,66	4,35
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	7,90	7,30	6,40	4,30
Mg	"	2,20	1,30	1,00	0,80
K	"	0,03	0,02	0,01	0,01
Na	"	0,01	0,01	0,01	0,01
S	"	10,14	8,63	7,42	5,13
Al	"	-	-	0,11	0,98
H + Al	"	1,40	1,40	1,60	2,40
T	"	11,54	10,03	9,02	7,53
T(arg.)	"	29	15	12	15
V	%	88	86	82	68
Sat. Al	"	-	-	1	16
Fe (total)	"	-	-	22	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	141	756
Cascalho	"	4	3	12	26
Areia grossa	"	17	10	20	92
Areia fina	"	74	45	53	102
Silte	"	513	280	193	290
Argila	"	396	665	734	516
Argila natural	"	34	52	7	10
Agregação	%	91	92	99	98
Silte/argila	-	1,30	0,42	0,26	0,56
Textura	-	SCL	C	C	C

SiL – franco-siltosa, SCL - franco-argilo-siltosa, C – argila.

Espigões (P₁)

A unidade de relevo compreende as superfícies estreitas e lisas de nível superior, 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. Constituem segmentos elevados perpendiculares aos drenos principais, que são os rios

Uruguai e Turvo (Fig. 21 e 22). Os solos mais recentes, em relação aos latossolos antigos e relativamente intemperizados, se situam onde os resíduos antigos das rochas estão pouco erodidos (Fig. 23 e 24). 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 retílineos, 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 uniforme, as superfícies planas e estreitas dos topos dos espigões, ocasionalmente, comportam afloramentos rochosos planos alternados, estratificados, com solos rasos pouco evoluídos.

No processo de formação 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. Nesses 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 oxidícos, 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 mais altas, nas camadas mais superficiais, com maior intensidade do que nas áreas de chapadas. Isso, certamente se relaciona também com o maior poder de retenção do complexo de troca dos resíduos da floresta anterior. Esse fator parece contrariar a drenagem interna vigente, em que a água percolada, ao atingir a superfície do basalto, flui pela parte inferior do solo em direção das bordas dos drenos naturais.

Mais recentemente, os solos tiveram a sua ocupação pela natureza do relevo, com desmatamento parcial e uso agrícola intensivo. Diferenciam-se em alguns parâmetros analíticos, principalmente químicos, com os estabelecidos nas chapadas. Tal 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, estima-se que, em alguns locais, a remoção da floresta e posterior estabelecimento de culturas contribuem para a constituição de solos mais empobrecidos. Isso parece estar relacionado à grande atividade coloidal orgânica na superfície e a ocorrência, na parte inferior, de uma atividade ácida com maior saturação de alumínio, estágios que esses solos ainda não atingiram. A ocorrência de horizontes chernozêmicos não 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 ao desmatamento. Este fato, talvez esteja relacionado ao tempo menor de uso da terra, ou ao pior manejo na incorporação dos resíduos.

Em relação às chapadas, esta unidade de relevo possui 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 desses espigões, os solos aparentam estar mais empobrecidos. Mesmo assim, não estão necessitadas de insumos adicionados. A correção da acidez do solo certamente não se mostra necessária nessas 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 possa obter altas produções.

No geral, a meteorização das encostas, embora teoricamente menor do que nas chapadas, teve um tempo muito longo e suficiente para nivelar parâmetros, nesse novo relevo, em termos das variações químicas analisadas, principalmente na formação de compostos oxidícos e caulíníficos. Ao se generalizar os prolongamentos iniciais de espigões, semelhantes a coxilhas, e suas encostas, verifica-se que ocorrem solos pouco profundos, os quais possuem um horizonte A de 25 cm de espessura, cor vermelho-acinzentado-escuro (10 R 3/2), textura argila, forte estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, consistência muito friável, úmida, e macia, quando seca, matéria orgânica de 4,08 %, acidez definida por pH de 5,10, alumínio trocável de 0,47 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com o alumínio de 7 %, soma de bases trocáveis de 6,43 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 9,63 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 67 %.

A camada subsequente, horizonte AB, de 25 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, (10 R 3/3) textura de argila, forte estrutura em blocos subangulares pequenos, matéria orgânica de 2,43 %, acidez com pH de 4,72, alumínio trocável de 1,14 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 17 %, soma de bases trocáveis de 5,42 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 8,62 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 63 %.

A camada inferior, horizonte Bnit, de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura de argila, forte estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, matéria orgânica de 1,95 %, acidez com pH 4,94, alumínio trocável de 1,42 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 21 %, soma de bases trocáveis de 5,22 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 8,32 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 63 %.

A camada posterior, horizonte C, de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura argila, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, matéria orgânica de 1,65 %, acidez com pH de 5,07, alumínio trocável de 1,65 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 25 %, soma de bases trocáveis de 4,92 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 8,42 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 58 % (Tabelas 11 e 12).

Denominados, na amplitude regional, de Brunizém Avermelhado por Costa Lemos, em Brasil (1973) e Streck *et al.* (2002), os solos estão sendo localmente caracterizados por Nitossolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos, por apresentarem um horizonte A proeminente sobre um horizonte B nítico, além de apresentarem material subjacente ao perfil com parâmetros comparáveis com argilas caulínticas e altos teores de óxidos de ferro.

Mesmo em processo de segmentação dos restos desse planalto, onde os processos erosivos removeram progressivamente as camadas laterizadas, formam-se alguns solos profundos, com gradiente textural entre os horizontes A e B. Esses solos possuem um horizonte A de 25 cm de espessura, cor vermelho-acinzentado-escuro (10 R 3/2), textura franco-argilo-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência muito friável úmida e macia, quando seca, matéria orgânica de 3,81 %, acidez definida por pH de 6,78, soma de bases trocáveis de 11,52 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 11,92 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 97 %.

A camada inferior mais argilosa, horizonte Bt₁, de 25 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, (10 R 3/3) textura de argila, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 1,74 %, acidez com pH de 6,10, soma de bases trocáveis de 7,32 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 8,62 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 85 %.

A camada subsequente, horizonte Bt₂, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura de argila pesada, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,19 %, acidez com pH 5,90, soma de bases trocáveis de 7,12 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 8,62 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 83 %.

A camada subsequente, horizonte Bt₃, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura argilo-siltosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares médios e pequenos, matéria

orgânica de 1,07 %, acidez com pH de 5,81, soma de bases trocáveis de 6,72 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 8,02 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 84 % (Tabelas 13 e 14).

Esses solos transicionais estão sendo denominados de Argissolos Vermelhos Eutroféricos chernossolos, por apresentarem gradiente textural alto entre horizontes A e Bt e por possuírem baixa atividade de troca no complexo argiloso. Nesse contexto os Chernossolos Argilúvicos estão inseridos.

Quanto ao uso agrícola, as terras foram caracterizadas como pertencentes à classe IIIse de capacidade de uso pelas limitações inerentes a falta de fósforo do solo e à suscetibilidade à erosão, por possuírem encostas mais íngremes no contato com os vales mais aprofundados. 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, sistema proposto para qualificar as terras para três usuários distintos, as restrições estão nos aspectos econômicos para a correção 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 a 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 tecnicada onde as áreas agrícolas são em pequenas e esparsas glebas.



Fig. 21. Cultivo de soja em espigões ainda aplainados (P₁) com solos pouco profundos e muito férteis. Ao fundo, vale íngreme com vegetação restante da floresta.



Fig. 22. Cultivo de soja nos espigões (P_1) cortadas por vales. As encostas ao fundo, embora com declives acentuados, são cultivadas em superfícies estreitas e vales com proteção à erosão muitas vezes com gramíneas perenes em faixas.



Fig. 24 Borda de espigões (P_1). Cultivos de soja em espigões degradados de solos muito rasos e pedregosos. Proteção parcial da erosão com cultivos, nas bordas, com gramíneas perenes.



Fig. 23. Topo de espigão (P_1) com áreas rochosas já decapitadas pelo processo erosivo natural e por práticas culturais inadequadas. Ao fundo, início de vale íngreme com vegetação natural parcialmente adaptada à umidade.

Tabela 11. Informações do perfil ES-3 da unidade P_1 .

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Oxic Hapludoll. b) Localização: coordenadas = 198.652 6.972.611, altitude = 369m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: segmentos residuais longitudinais de superfícies antigas conservadas de um planalto. f) Situação do perfil: topo de antigo seguimento de 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)	(solo)
A ₁	0-25	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2 úmido e seco); argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
AB	25-50	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.
Bnit	50-60	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; transição gradual e plana.
C	60-70	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 friável, lig. duro.

Tabela 12. Resultados das análises do perfil ES-3 da unidade P₁.

Fatores	Horizontes			
	A ₁	AB	Bnit	C
Espessura (cm)	0-25	25-50	50-60	60-70
C. orgânico (g kg ⁻¹)	23,70	14,10	11,30	9,60
M. O. (%)	4,08	2,43	1,95	1,65
P (mg kg ⁻¹)	1,10	1,00	1,00	1,00
pH (H ₂ O)	5,10	4,72	4,94	5,07
pH (KCl)	4,18	4,90	3,78	3,87
Ca (cmol _c .kg ⁻¹)	4,80	4,20	4,40	4,40
Mg	1,60	1,20	0,80	0,50
K	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Na	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
S	6,43	5,42	5,22	4,92
Al	0,47	1,14	1,42	1,65
H + Al	3,20	3,20	3,10	3,50
T	9,63	8,62	8,32	8,42
T(arg.)	19	17	16	20
V (%)	67	63	63	58
Sat. Al	7	17	21	25
Fe (total)	-	-	21	-
Calhaus (g kg ⁻¹)	-	-	24	1930
Cascalho	38	89	150	103
Areia grossa	37	36	44	132
Areia fina	91	85	104	147
Silte	360	364	335	294
Argila	512	515	517	427
Argila natural	80	149	117	122
Agregação (%)	84	71	77	71
Silte/argila	0,70	0,71	0,65	0,69
Textura	C	C	C	C

C – argila.

Tabela 13. Informações do perfil ES-9 da unidade P₁.

a) Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Oxic Argiudoll. b) Localização: coordenadas = 205.690, 9.972.811, altitude = 396m. 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)	(solo)
A	0-25	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2 úmido e seco); franco argilo siltosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
Bt ₁	25-50	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.
Bt ₂	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 friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bt ₃	100-150	Vermelho-escuro (10 R 3/6 úmido e seco); argilo siltosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito friável, lig. duro.

Tabela 14. Resultados das análises do perfil ES-9 da unidade P₁.

Fatores	Horizontes			
	A ₁	Bt ₁	Bt ₂	Bt ₃
Espessura (cm)	0-25	25-50	50-100	100-150
C. orgânico (g kg ⁻¹)	22,10	10,10	6,90	6,20
M. O. (%)	3,81	1,74	1,19	1,07
P (mg kg ⁻¹)	1,80	1,30	1,20	1,20
pH (H ₂ O)	6,78	6,10	5,90	5,81
pH (KCl)	5,69	4,87	5,00	4,91
Ca (cmol _c .kg ⁻¹)	8,10	6,20	5,80	5,00
Mg	3,40	1,10	1,30	1,70
K	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Na	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
S	11,52	7,32	7,12	6,72
Al	-	-	-	-
H + Al	0,40	1,30	1,50	1,30
T	11,92	8,62	8,62	8,02
T(arg.)	38	15	14	15
V (%)	97	85	83	84
Sat. Al	-	-	-	-
Fe (total)	-	-	20	-
Calhaus (g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho	6	5	8	8
Areia grossa	28	14	16	17
Areia fina	123	28	39	33
Silte	538	385	315	410
Argila	311	573	630	540
Argila natural	87	5	4	3
Agregação (%)	72	99	99	99
Silte/argila	1,73	0,67	0,50	0,76
Textura	SiCL	C	Cp	SC

SiCL- franco-argiloso-siltosa, C- argila, Cp- muito argilosa, SC – argila-siltosa.

Espigões degradados (P₂)

A unidade compreende pequenas superfícies elevadas. 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 seu eixo inicial. O processo erosivo atinge desde os topos dos segmentos até as bordas evidenciando os solos rasos e as exposições rochosas. Esses espigões erodidos situam-se nos extremos dos que estão conservados, compondo níveis altimétricos intermediários (324 metros). Teoricamente teriam seu início nos topos menos desgastados ainda com resíduos (P₁) até as bordas dos vales profundos (Ve) (Fig. 25 e 26). São superfícies em desagregação que irão constituir a unidade "serras" (Sr) quando os declives mais se acentuarem.

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. 27 e 28). São

solos pouco profundos, porém, muito férteis, possuem um horizonte A de 25 cm de espessura, cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura franco-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, consistência muito friável, úmida, e macia quando seca, matéria orgânica de 4,59 %, acidez definida por pH de 5,60, alumínio trocável de 0,02 cmol_c.kg⁻¹, saturação com o alumínio de <1 %, soma de bases trocáveis de 23,82 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 26,92 cmol_c.kg⁻¹, e saturação de bases de 88 %.

A camada subsequente, horizonte ABi, de 15 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura franco-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 1,71 %, acidez com pH de 5,88, alumínio trocável de 0,20 cmol_c.kg⁻¹, soma de bases trocáveis de 23,22 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 23,42 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 99 %.

A camada inferior, horizonte BiC, de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura franco-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médio, matéria orgânica de 1,48 %, acidez com pH de 5,72, alumínio trocável de 0,35 cmol_c.kg⁻¹, soma de bases trocáveis de 27,67

$\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de $29,83 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 93% (Tabelas 15 e 16).

Estão sendo denominados de Cambissolos Háplicos Eutroféricos chernossólicos, por apresentarem horizonte Bi ferruginoso com muita alta saturação por bases em todos os horizontes. A subordem Vermelho parece ser a mais adequada entretanto ainda não foi proposta nesta taxonomia.

Quanto ao uso agrícola, as terras foram caracterizadas como pertencentes à classe Vlse de capacidade de uso, 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.



Fig. 25. Borda de espigão em desagregação (P_2) com nível inferior em prosseguimento ainda aplainado com solos mais férteis.



Fig. 26. Borda de fundo de vale muito aplainado, com espigões ao fundo. Cultivos de soja no vale e lavouras alternadas nas encostas com altos declives.



Fig. 27. Cambissolo Háplico Eutroférico chernossólico desenvolvido na meia encosta de área de cultivo de soja.



Fig. 28. Solos dos espigões residuais (P_2) eutrófico chernossólico. Borda de encosta com Neossolo Litólico.

Tabela 15. Informações do perfil ES-8 da unidade P₂.

a) Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Haplumbrept. b) Localização: coordenadas = 206.086, 6.976.454, altitude = 324m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: escarpas rochosas nas bordas dos vales e chapadas nos topos dos espigões. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: > 45 %. h) Erosão: moderada. i) Relevo: escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 5 %. m) Rochosidade: 10 %. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: mata. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A	0-25	Vermelho-escuro (10 R 3/3 úmido e seco); franco-siltosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
ABi	25-40	Vermelho-escuro (10 R 3/3 úmido e seco); franco-siltosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
BiC	40-60	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 friável, lig. duro.

Tabela 16. Resultados das análises do perfil ES-8 da unidade P₂.

Fatores		Horizontes		
		A	ABi	BiC
Espessura	(cm)	0-25	25-40	40-60
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	26,60	9,90	8,60
M. O.	%	4,59	1,71	1,48
P	(mg kg ⁻¹)	1,20	1,40	1,50
pH (H ₂ O)	-	5,60	5,88	5,72
pH (KCl)	-	4,67	4,21	4,10
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	20,60	19,50	21,50
Mg	"	3,20	3,70	6,10
K	"	0,01	0,01	0,01
Na	"	0,01	0,01	0,02
S	"	23,82	23,22	27,67
Al	"	0,02	0,20	0,35
H + Al	"	3,10	1,90	2,20
T	"	26,92	23,42	29,83
T(arg.)	"	12,12	14,36	16,66
V	%	88	99	93
Sat. Al	"	<1	-	-
Fe (total)	"	-	-	24
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-
Cascalho	"	64	66	57
Areia grossa	"	93	107	158
Areia fina	"	169	81	83
Silte	"	516	649	580
Argila	"	222	163	179
Argila natural	"	42	47	49
Agregação	%	81	71	73
Silte/argila	-	2,32	3,98	3,24
Textura	-	SiL	SiL	SiL

SiL – franco-siltosa.

Serras (Sr)

A unidade forma superfícies íngremes, de relevo com aspectos de serra, fortemente escarpadas, que se alternam entre restos de espigões de planalto em desagregação, e vales fortemente encravados. 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 profundos e 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. Não há superfícies aplainadas no fundo dos vales. Os produtos finos (argilosos) dos processos erosivos acelerados são removidos. Os restos de estratos rochosos estratificados com poucos resíduos mais antigos permanecem ao longo dos percursos dos vales.

Devido as 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.

Saltos bruscos nas corredeiras dos vales são efeitos das cargas hidráulicas alternadas no processo erosivo. 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 chernossólicos (Fig. 29 e 30).

No geral, os solos mais desenvolvidos são localmente denominados de Cambissolos Háplicos Eutroféricos chernossólicos com um horizonte A de 25 cm de espessura, cor vermelho-escuro (2,5 YR 4/6 e 3/6), textura franca, estrutura forte em grumos e blocos subangulares, pequenos, consistência muito friável, úmida, e macia, quando seca, matéria orgânica de 3,74%, acidez definida por pH de 5,88, alumínio trocável de 0,01 cmol_c.kg⁻¹, saturação com o alumínio < 1%, soma de bases trocáveis de 15,02 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 17,22 cmol_c.kg⁻¹, e saturação de bases de 87%.

A camada subsequente, horizonte A₂, de 25 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (2,5 YR 4/6 e 3/6), textura franca, forte estrutura em blocos

subangulares pequenos, matéria orgânica de 2,52 %, acidez com pH de 6,35, soma de bases trocáveis de 14,22 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 15,82 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 90%.

A camada inferior, horizonte Bi_1 , de 50 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 1,66%, acidez com pH de 6,68, alumínio trocável de 0,01 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de < 1,0%, soma de bases trocáveis de 13,02 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 14,02 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 93%.

A camada posterior, horizonte Bi_2 , de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6 e 3/4), textura franca, moderada a forte estrutura em blocos subangulares médio e pequenos, matéria orgânica de 0,98%, acidez com pH de 6,83, soma de bases trocáveis de 18,12 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 19,22 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 94% (Tabelas 17 e 18). Tais superfícies entretanto, ainda comportam solos mais rasos, com rocha matriz em desagregação, a uma profundidade de no máximo 70 cm. Estão sendo denominados de Cambissolos Háplicos Eutroféricos saprolíticos. Apresentam um horizonte A de 25 cm de espessura, cor bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3), textura franco-arenosa, forte estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, consistência muito friável, úmida, e macia, quando seca, matéria orgânica de 2,36%, acidez definida por pH 6,17, alumínio trocável de 0,01 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com o alumínio < 1%, soma de bases trocáveis de 28,12 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 29,72 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação de bases trocáveis 95%.

A camada subsequente, horizonte ABi , de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-amarelo (5 YR 4/6), textura de franco-arenosa, estrutura em blocos subangulares pequenos, matéria orgânica de 2,36%, acidez com pH de 6,97, soma de bases trocáveis de 32,52 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 33,32 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 98%.

A camada inferior, horizonte BiC , de 25 cm de espessura, possui cor vermelho-amarelo (5 YR 4/4), textura de franco-arenosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,33%, acidez com pH de 6,98, soma de bases trocáveis de 30,82 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 31,72 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis de 97%. A camada inferior, horizonte D, é representado pela rocha em desagregação (Tabelas 19 e 20).

No geral há uma dominância de Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos nas superfícies em desagregação. A denominação de grandes grupos Eutroféricos não contemplada na taxonomia atual, seria mais apropriada a esses solos, pelos altos teores de ferro segregados. Quanto ao uso agrícola, as terras foram caracterizadas como pertencentes à classe VIIse no sistema de classificação denominado de capacidade de uso com limitações muito a 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 fruticultura parece ser o caminho mais indicado. Quanto a aptidão agrícola proposta por Ramalho Filho e I. Beek (1995), estas terras são do grupo 4PS, que pela alta fertilidade devem ser usadas com espécies perenes (frutíferas) e pastagens cultivadas, onde possam ser melhor conservadas.



Fig. 29. Neossolo Litólico Eutrófico saprolítico desenvolvido nas áreas transicionais de relevo íngreme e de serras. Borda do rio Uruguai. Solos rasos, muito férteis e muito pedregosos.



Fig. 30. Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico desenvolvido em encostas íngremes de serra com cultivos familiares.

Tabela 17. Informações do perfil ES-5 da unidade Sr.

a) Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Eutroférico chernossólico Soil Taxonomy – Rhodic Haplumbrept. b) Localização: coordenadas = 195.515, 6.976.288, altitude = 195m. 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 do rio Uruguai g) Declividade: 30 %. h) Erosão: não há. i) Relevo: escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 10%. m) Rochosidade: 10 á 20%. n) Drenabilidade: fortemente drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-25	Vermelho-escuro (2,5 YR 4/6 e 3/6 úmido e seco); franco; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
A ₂	25-50	Vermelho-escuro (2,5 YR 4/6 e 3/6 úmido e seco); franco; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
Bi ₁	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/4 úmido e seco); franco; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, pegajosa, plástica, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bi ₂	100-150	Vermelho-escuro (10 R 3/6 e 3/4 úmido e seco); franco; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e pegajosa, plástica, muito friável, lig. duro.

Tabela 18. Resultados das análises do perfil ES-5 da unidade Sr.

Fatores		Horizontes			
		A ₁	A ₂	Bi ₁	Bi ₂
Espessura	(cm)	0-25	25-50	50-100	100-150
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	21,70	14,60	9,60	5,70
M. O.	%	3,74	2,52	1,66	0,98
P	(mg kg ⁻¹)	4,80	1,20	1,50	2,00
pH (H ₂ O)	-	5,88	6,35	6,68	6,83
pH (KCl)	-	4,68	4,73	4,94	4,92
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	11,9	12,1	10,9	14,2
Mg	"	3,10	2,10	2,10	3,90
K	"	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Na	"	0,01	0,01	0,01	0,01
S	"	15,02	14,22	13,02	18,12
Al	"	0,01	-	0,01	-
H + Al	"	2,20	1,60	1,00	1,10
T	"	17,22	15,82	14,02	19,22
T(arg.)	"	86	77	65	91
V	%	87	90	93	94
Sat. Al	"	<1	-	<1	-
Fe (total)	"	-	-	-	17
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho	"	39	41	87	115
Areia grossa	"	95	87	45	197
Areia fina	"	213	257	203	171
Silte	"	492	451	536	420
Argila	"	200	205	216	212
Argila natural	"	49	48	82	96
Agregação	%	76	77	62	55
Silte/argila	-	2,46	2,20	2,48	1,98
Textura	-	L	L	SiL	L

SiL – franco-siltosa, L- franco.

Tabela 19. Informações do perfil ES-6 da unidade Sr.

a) Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Eutroférico saprolítico; Soil Taxonomy Rhodic Lithic Udorthent. b) Localização: coordenadas = 199.650, 6.977.470, altitude = 223m. 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) Relevo: 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)	(solo)
A	0-25	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3 úmido e seco); franco-arenoso; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
ABi	25-45	Vermelho-amarelado (5 YR 4/6 úmido e seco); franco-arenoso; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
BiC	45-70	Vermelho- amarelado (5 YR 4/4 úmido e seco); franco-arenoso; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca,; pegajosa, plástica, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
D	70+	Rocha em desagregação.

Tabela 20. Resultados das análises do perfil ES-6 da unidade Sr.

Fatores	Horizontes				
	A	ABi	BiC	D	
Espessura (cm)	0-25	25-45	45-70	70+	
C. orgânico (g kg ⁻¹)	13,70	13,70	7,70	-	
M. O. (%)	2,36	2,36	1,33	-	
P (mg kg ⁻¹)	10,50	7,30	5,30	-	
pH (H ₂ O)	6,17	6,97	6,98	-	
pH (KCl)	4,73	5,21	4,87	-	
Ca (cmol _c .kg ⁻¹)	21,70	25,50	24,80	-	
Mg	6,40	7,00	6,00	-	
K	0,01	<0,01	<0,01	-	
Na	0,01	0,01	0,01	-	
S	28,12	32,52	30,82	-	
Al	0,01	-	-	-	
H + Al	1,60	0,08	0,90	-	
T	29,72	33,32	31,72	-	
T(arg.)	50	76	48	-	
V	95	98	97	-	
Sat. Al	<1	-	-	-	
Fe (total)	-	-	24	-	
Calhaus (g kg ⁻¹)	-	-	-	-	
Cascalho	63	67	67	-	
Areia grossa	185	134	176	-	
Areia fina	310	387	457	-	
Silte	445	436	301	-	
Argila	60	43	66	-	
Argila natural	23	31	27	-	
Agregação (%)	62	28	59	-	
Silte/argila	7,41	10,14	4,56	-	
Textura	SL	SL	SL	-	

SL – franco-arenosa.

Vales íngremes (Ve)

Os vales íngremes são as terras depressivas situadas entre as chapadas e espigões. Formam um relevo ondulado onde se desenvolvem vales muito profundos de encostas com altos declives (>25%) entre os espigões. São áreas de encostas com menos declives, rochosidade menor e menos pedregosidade do que a unidade Sr. Os processos erosivos são mais antigos mas ainda próprios do período Quaternário. Os solos estão sendo expostos com menor tempo de

intemperização, na sua maior parte, do que nos espigões, mas estão sendo construídos nos vales de encostas já em aplainamento. São vales em que as bordas já estão lisas e as superfícies apresentam curvaturas lisas, sem rochosidade exposta em uma grande parte (Fig. 31 a 34).

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 íngremes como as unidades de serras (Sr) ou com declives menores onde 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, contribuiu para a diferenciação entre vales e serras (proposição local de diferenciação geomorfológica).

São vales depressivos profundos, muito estreitos inicialmente com bordas ainda curvilíneas. As serras possuem transições abruptas e quebradas na união das superfícies. Os vales possuem transições brandas 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 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 rochiosidade 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 (Fig. 35). Nessas deposições planas os solos são muito rasos mas se tornam mais espessos a medida que os vales se alargam. São poucos os cortes retilíneos acompanhados de escarpas rochosas, onde rochas vulcânicas mais silicosas afloram. Junto a algumas encostas, onde há menores declives, podem haver sedimentos coluviais. Áreas rochosas e pedregosas esparsas são ocasionais (Fig. 36).

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.

Nesses vales há quase total ocorrência de solos pouco intemperizados, definidos como pouco profundos que possuem um horizonte A, de 25 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2), textura de franco-argilo-siltosa, forte, estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 3,53%, acidez com pH de 5,92, soma de bases trocáveis 9,34 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 11,54 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis 81%.

A camada inferior, horizonte ABi, de 45cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura de franco-argilo-siltosa, forte estrutura em blocos subangulares pequenos e grumos, matéria orgânica de 1,84%, acidez com pH de 5,67, alumínio trocável de 0,05 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 1%, soma de bases trocáveis de 6,82 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$,

capacidade de troca de cátions de 9,02 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis de 76%.

A camada subsequente, horizonte BiC, de 10 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/4), textura de franco-argiloso, estrutura em blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 1,33%, acidez com pH de 5,88, alumínio trocável de 0,04 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 1%, soma de bases trocáveis de 6,32 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 8,12 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis de 78% (Tabelas 21 e 22).

Assemelham-se, na sua maioria, ao descrito por Costa Lemos, em Brasil (1973) como pertencente à unidade de mapeamento Ciríaco nas formas morfológicas. Outros mais rasos se assemelham a unidade Charrua. 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.

No fundo dos vales mais aplainados e nas superfícies mais antigas das encostas se caracterizam os Chernossolos Argilúvicos Férricos típicos. Apresentam um horizonte A, de 25cm 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 2,81%, acidez com pH de 6,26, sem alumínio trocável, soma de bases trocáveis de 17,92 capacidade de troca de cátions de 19,52 e saturação de bases trocáveis de 92%.

A camada inferior, horizonte AB, de 25cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/3), textura franco-argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos, matéria orgânica de 1,98%, acidez com pH de 6,34, alumínio trocável de 0,01, soma de bases trocáveis de 13,42, capacidade de troca de cátions de 15,12 e saturação de bases trocáveis de 89%.

A camada posterior, horizonte Bt₁, de 30cm de espessura, possui cor vermelho-escuro (10 R 3/6), textura franco-argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,31%, acidez com pH de 6,26, sem alumínio trocável, soma de bases trocáveis, 13,62, capacidade de troca de cátions de 15,12 e saturação de bases trocáveis de 90%.

A camada inferior, horizonte Bt₂, de 20cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura franco-argilosa, moderada a forte estrutura em blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 1,31%, acidez com pH de 6,18, sem alumínio trocável, soma de bases trocáveis de 13,32, capacidade de troca de cátions de 14,72 e saturação de bases trocáveis de 90%.

Estas terras férteis e menos suscetíveis aos processos erosivos naturais do que as serras (Sr), são entretanto passíveis de serem atacadas pelos processos erosivos provocados. As bordas dos vales sempre foram cultivadas intensamente, após a colonização, apesar de estarem em áreas de alto risco. Pertencem a classe Vlse na sua conjuntura total. Próprias a cultivos perenes e pastagens cultivadas. Os vales aplainados (várzeas) se fosse possível separá-las do contexto geral seriam da classe Ilse, pois são áreas muito favoráveis a processos agrícolas. Não são próprias a um uso de grandes empresas agrícolas em virtude das suas pequenas dimensões. São áreas próprias a cultivos com uma agricultura familiar em pequenas glebas. Estão sendo propostas pelos sistemas taxonômicos ao uso como próprias apenas a cultivos perenes, 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 sedimentares antes de chegarem aos rios Uruguai e Turvo.



Fig. 31. Borda de serra a esquerda com encostas íngremes ou rochas onde os cultivos no fundo do vale são ocasionais. Os riscos muito acentuados da erosão ocorrem nas encostas dos vales.



Fig. 32. Vale de fundo aplainado com encostas de altos declives sendo cultivado a medida que a vegetação é removida.



Fig. 33. Vales íngremes. Início dos vales com desmate ainda parcial. Encostas com alguma vegetação de mata. Agricultura totalmente familiar com predominância da monocultura da soja.



Fig. 34. Configuração fisiográfica dos vales situados entre espigões do planalto em dissecação. Antigos leitos de lajeados rochosos, deposições coluviais nas bordas, solos rasos muito férteis, cultivos em pequenas glebas nas bordas e modestas moradas se sucedem no tempo e na paisagem.



Fig. 35. Fundo do vale aplainado, com áreas sedimentares, cercado de espigões com encostas ainda com mata.



Fig. 36. Neossolo Litólico Eutrófico saprolítico desenvolvido nas bordas dos vales íngremes.

Tabela 21. Informações do perfil ES-4 da unidade Ve.

a) Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Haplumbrept. b) Localização: coordenadas = 196.716, 6.975.795, altitude = 243m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: vales estreitos aplainados no centro. f) Situação do perfil: borda do vale. g) Declividade: 10 % nas bordas. 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)	(solo)
A ₁	0-25	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2 úmido e seco); franco-argilo-siltoso; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
ABi	25-70	Vermelho-escuro (10 R 3/3 úmido e seco); franco-argilo-siltoso; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
BiC	70-80+	Vermelho-escuro (10 R 3/4 úmido e seco); franco-argiloso; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca; moderada; plástica, muito friável, lig. dura.

Tabela 22. Resultados das análises do perfil ES-4 da unidade Ve.

Fatores		Horizontes		
		A ₁	ABi	BiC
Espessura	(cm)	0-25	25-70	70-80+
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	20,50	10,70	7,70
M. O.	%	3,53	1,84	1,33
P	(mg kg ⁻¹)	1,60	1,00	1,40
pH (H ₂ O)	-	5,92	5,67	5,88
pH (KCl)	-	4,72	4,58	4,59
Ca	(cmol _c kg ⁻¹)	7,30	5,80	5,50
Mg	"	2,00	1,00	0,80
K	"	0,03	<0,01	<0,01
Na	"	0,01	0,01	0,01
S	"	9,34	6,82	6,32
Al	"	-	0,05	0,04
H + Al	"	2,20	2,20	1,80
T	"	11,54	9,02	8,12
T(arg.)	"	37	25	22
V	%	81	76	78
Sat. Al	"	-	1	1
Fe (total)	"	-	-	25
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	25	195
Cascalho	"	91	176	214
Areia grossa	"	54	59	77
Areia fina	"	125	59	141
Silte	"	508	519	419
Argila	"	313	363	363
Argila natural	"	73	101	90
Agregação	%	77	72	75
Silte/argila	-	1,62	1,42	1,15
Textura	-	SiCL	SiCL	CL

SiCL – franco-argilo-siltosa, CL – franco-argilosa.

Tabela 23. Informações do perfil ES-7 da unidade Ve.

a) Classificação: CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Férrico típico; Soil Taxonomy – Rhodic Argiudoll. b) Localização: coordenadas = 202.983, 6.976.454, altitude = 201m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: vales estreitos. f) Situação do perfil: borda de vale. g) Declividade: > 20 %. 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)	(solo)
A	0-25	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2 úmido e seco); siltosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
AB	25-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3 úmido e seco); franco-argilosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajosa, plástica, muito friável, macia; transição gradual e plana.
Bt ₁	50-80	Vermelho-escuro (10 R 3/4 úmido e seco); franco-argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca, moderada; pegajosa, plástica, muito friável, lig. dura; transição gradual e plana.
Bt ₂	80-100	Vermelho-escuro (10 R 3/6 úmido e seco); franco-argilosa; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajosa, plástica, muito friável, lig. dura.

Tabela 24. Resultados das análises do perfil ES-7 da unidade Ve.

Fatores		Horizontes			
		A	AB	Bt ₁	Bt ₂
Espessura	(cm)	0-25	25-50	50-80	80-100
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	16,30	11,50	7,60	7,60
M. O.	%	2,81	1,98	1,31	1,31
P	(mg kg ⁻¹)	10,1	1,8	1,4	1,3
pH (H ₂ O)	-	6,26	6,34	6,26	6,18
pH (KCl)	-	4,61	4,76	4,86	4,90
Ca	(cmol _c kg ⁻¹)	13,20	10,40	10,30	9,80
Mg	"	4,70	3,00	3,30	3,50
K	"	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Na	"	0,01	0,01	0,01	0,01
S	"	17,92	13,42	13,62	13,32
Al	"	-	0,01	-	-
H + Al	"	1,60	1,70	1,50	1,40
T	"	19,52	15,12	15,12	14,72
T(arg.)	"	127	61	39	39
V	%	92	89	90	90
Sat. Al	"	-	<1	-	-
Fe (total)	"	-	-	25	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho	"	60	84	87	66
Areia grossa	"	142	170	154	114
Areia fina	"	341	236	202	229
Silte	"	363	347	260	276
Argila	"	154	247	384	381
Argila natural	"	39	55	64	68
Agregação	%	75	78	83	82
Silte/argila	-	2,36	1,40	0,68	0,72
Textura	-	L	CL	CL	CL

L – franca, CL – franco-argilosa.

Discussão

Formas de relevo e solos

O município de Esperança do Sul, situado na região do Alto Uruguai, está situado 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 climas

passados. 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-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 430 metros e aumenta na medida em que as sangas e riachos vão acumulando maiores volumes de água até chegarem no 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 Esperança do Sul.

Nos climas anteriores ao período Quaternário, o planalto se ajustou a um sistema de drenos sem valas abertas, com baixos declives nas encostas. Tal modelamento de relevo ainda se conservou 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. As depressões 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 apresenta 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 que pouco se

repetem integralmente nas superfícies das unidades do novo relevo.

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 às lombadas sedimentares da região Sul do RS.

A 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 aprofundar 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 determine 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 seus ângulos agudos, têm-se denominado de "Vales Íngremes". 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. Faz referência 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, as bordas e vales Costa Lemos em Brasil (1973) situou esses solos 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 et.al. 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 Bt 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 um gradiente textural abrupto entre os horizontes A e Bt. Estes atributos tem sido considerados como características locais dos horizontes Bt argílico ou textural. 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 oxidicos envolvendo as argilas cauliniticas, progressivamente crescente, na direção da parte inferior do solo.

A congregação de fatores caracteriza os Argissolos Vermelhos ou melhor exclui os Chernossolos, Luvissolos e Nitossolos. A dominância de altos teores de bases trocáveis saturando o complexo de troca disponível caracteriza esses solos como eutróficos e com altos teores de ferro. A conjugação desses 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 Luvissolos. Assim, a ocorrência destes solos é intermitente no relevo que se desagrega por camadas paralelas.

Esses Argissolos são essencialmente férteis, pois tendo alta saturação de bases, não são ácidos e nem apresentam teores altos de alumínio trocável, como é comum nos solos vizinhos parcialmente laterizados e mais antigos de chapadas em outras partes do platô. São diferenciados dos Argissolos formados em rochas graníticas ou sedimentares que são pobres de bases trocáveis, muito ácidos e aluminicos (saturação alta de alumínio trocável).

Ainda nas chapadas e espigões restantes, ocasionalmente, em superfícies conservadas, com exposições mais antigas e contribuição de restos mineralizados da floresta anterior, há solos com transição textural gradual e Eutroféricos com horizonte B nítico (saturação de bases alta e baixa capacidade de troca das argilas). Tais fatores induzem a que se tenha também Nitossolos. Estas ocorrências são muito, esparsas. Possivelmente a tendência, em determinado clima passado, seria de que os solos fossem extintos como os Latossolos. Em virtude dessas poucas superfícies antigas optou-se por não contemplar a possível ocorrência de subgrupos latossólicos nessas unidades de relevo. Provisoriamente, os subgrupos dos chernossólicos estão sendo mais evidenciados devido à provável ocorrência já que estão muito próximos dos

Cambissolos, muito generalizados nas superfícies modernas locais. Ainda não há parâmetros taxonômicos específicos estabelecidos para a conceituação dos subgrupos. Deve-se entretanto considerar que a ordem dos Chernossolos teria uma evolução antagônica à que se supõe que tenha ocorrido no caso. Cabe ainda encontrar uma terminologia para os subgrupos expressarem a alta fertilidade superficial, baseada em compostos orgânicos, sobre resíduos oxidicos.

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 nessas rochas basálticas. Certamente 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 devesse ser Eutroféricos. A taxonomia generaliza muito esses grandes grupos que na verdade deveriam ser específicos. Nos vales, a homogeneidade de solos rasos é comum, com total ocorrência de solos muito férteis. Concomitante com os Cambissolos, 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 atual, taxonômico a subordem Vermelho e grande grupo Eutroférico poderia melhor agrupar os solos no contexto local.

Os solos mais rasos, encontrados nas bordas, pouco menos intemperizados, têm sido denominados de Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos, que seriam transições entre as unidades Ciríaco e Charrua conforme propõe Costa Lemos, em Brasil (1973). A distribuição desses solos no contexto geral consta na Tabela 25.

Tabela 25. Formas de relevo, solos, aptidão agrícola, capacidade de uso das terras e áreas (km²) do município de Esperança do Sul.

Formas de relevo	Legenda	Solos				Classes de Terras		Área	
		Ordem	Subordem	Grande-grupo	Subgrupo	Apt. agrícola	Cap. de uso	km ²	%
Chapadas residuais (Pa)	PVef ₁	ARGISSOLO VERMELHO	Eutroférico	chernossólico		1ABc	IVse	4.71	3.27
Chapadas (Po)	PVef ₂	CAMBISSOLO HÁPLICO	Eutroférico	chernossólico		1ABC	IIse	14.50	10.08
Espigões (P ₁)	PVef ₃	ARGISSOLO VERMELHO	Eutroférico	chernossólico		1ABc	IIIse	14.89	10.35
Espigões degradados (P ₂)	CXef	CAMBISSOLO HÁPLICO	Eutroférico	chernossólico		1A(b)	VIse	29.76	20.69
Serras (Sr)	RLe _f	NEOSSOLO LITÓLICO	Eutrófico	chernossólico		4PS	VIIse	47.95	33.33
Vales íngremes (Ve)	MTef	CHERNOSSOLO ARGILUVICO	Férrico	típico		1Ab	VIse	32.06	22.28

Tabela 26. 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)	(solo)
A _p	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, friável, muito plástico e não pegajoso; transição difusa e plana; raízes abundantes.
A ₃	25-48	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido amassado); franco-argiloso; fraca, pequena blocos subangulares e fraca pequena, granular; poroso; macio, friável, muito plástico e não pegajoso; transição clara e plana ; raízes comuns.
B ₂	48-90	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido); bruno-avermelhado-escuro (5Yr 3/3, úmido amassado); franco-argiloso; forte, média e grande, blocos subangulares; cerosidade forte e abundante; pouco poroso; e muito duro, firme, muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada; raízes ausentes.
R	90-150+	Fragmentos com 15 a 30 cm de comprimento de meláfrio em decomposição.

Fonte: BRASIL (1973).

Tabela 27. Resultados das análises do perfil RS -25 da unidade Ciríaco.

Fatores	Horizontes		
	A _p	A ₃	B ₂
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 ₂ O) -	5,9	6,2	6,7
pH (KCl) -	5,0	5,1	5,5
SiO ₂ %	11,2	12,0	22,1
Al ₂ O ₃ "	5,3	6,0	12,3
Fe ₂ O ₃ "	24,5	24,4	21,3
TiO ₂ "	7,99	8,97	6,98
P ₂ O ₅ "	0,33	0,23	0,20
MnO "	-	-	-
Ki -	3,63	3,38	3,49
Kr -	0,912	0,94	1,45
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ -	0,34	0,39	0,90
Ca (mE/100 g)	10,9	11,4	16,1
Mg "	2,0	2,0	4,0
K "	0,08	0,06	0,04
Na "	0,03	0,03	0,04
S "	12,7	13,4	20,0
Al "	0	0	0
H + Al "	5,0	3,7	2,6
T "	17,7	17,0	22,8
T(arg.) "	-	-	-
V %	72	79	89
Sat. Al "	0	0	0
Cascalho "	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 28. 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)	(solo)
A	0-20	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); franco-siltoso; fraca, pequena, granular; muito poroso; macio, friável, ligeiramente plástico a plástico e não pegajoso; presença na parte inferior do horizonte de pedras arestadas e algumas arredondadas 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 arestadas (basalto) e algumas arredondadas (basalto amigdalóide) que aumentam de tamanho a medida que o perfil se aprofunda. Obs.: - Na superfície do solo ocorrem inúmeras pedras arredondadas.

Fonte: BRASIL (1973).

Tabela 29. 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 ₂ O) -	5,8	6,0
pH (KCl) -	4,7	4,7
SiO ₂ %	27,1	29,1
Al ₂ O ₃ "	10,8	12,8
Fe ₂ O ₃ "	24,06	24,11
TiO ₂ "	3,73	3,84
P ₂ O ₅ "	0,29	0,28
MnO "	-	-
Ki -	4,25	3,87
Kr -	1,76	1,76
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ -	0,70	0,83
Ca (mE/100 g)	33,0	32,9
Mg "	5,4	6,7
K "	0,56	0,45
Na "	0,04	0,07
S "	39,0	40,1
Al "	0,2	0,2
H + Al "	6,6	5,6
T "	45,8	45,8
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, 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 suínocultura a partir do anos 60 direcionou o uso da terra para os cultivos de milho. Varrida do agronegócio regional por aspectos comuns, como todas as atividades agrícolas que se tornaram competitivas nos mercados econômicos (aparecimento de doenças) esta atividade praticamente ficou inativa. Entretanto, a soja, bruscamente, substituiu, em grande parte, as lavouras com múltiplos cultivos. Hoje 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 estruturando-se 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, envolveram uma grande fonte de recursos, no que se refere à pesquisa nas áreas agrícolas.

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 estudaram 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 efetuava (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, estão, de certa forma, 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.

Para quantificar as áreas agrícolas diferenciadas e os tratamentos para a manutenção em relação a sua capacidade produtiva, em locais de um Brasil já desenvolvido no seu sistema agrícola, a classificação de capacidade de uso da terra 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) com o meio (susceptibilidade a erosão) e o clima (deficiência ocasional de água no verão) predispõem essas terras de chapadas (P_s e P_o) e espigões (P_i) a serem situadas em uma ordem decrescente de utilidade agrícola (Tabela 30).

Tabela 30. 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	
	fertilidade*	-H ₂ O ** (déficit)	+ H ₂ O (drenagem)	erosão	mecanização	apt. agrícola	cap. de uso
Chapadas residuais (Pa)	N/L	L/M	N	M	N/L	1ABc	IVse
Chapadas (Po)	N/L	L/M	N	L/M	N	1ABC	IIse
Espigões (P ₁)	N/L	L/M	N	M	N/L	1ABc	IIIse
Espigões degradados (P ₂)	N	L/M	N	F	M	1A(b)	VIse
Serras (Sr)	N	L	N	MF	MF	4PS	VIIse
Vales íngremes (Ve)	N	N/L	L/M	M/F	M/F	1Ab	VIse

*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, calcários, 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 30). De uma forma genérica e especificada está sendo proposto o uso das terras conforme as suas classes (Tabela 31).

Tabela 31. 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)	IIse	Terras aptas a cultivos anuais com leves limitações de solo (fósforo), ligeira a moderada suscetibilidade à erosão e deficiência hídrica ocasional (verão).
Espigões (P ₁)	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 ₂)	VIse	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).
Serras (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 íngremes (Ve)	VIse	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 30). 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 os sistema de Capacidade de Uso. Assim, pelo sistema proposto, observando-se as limitações da Tabela 30, as terras podem ser classificadas conforme a Tabela 32.

Tabela 32. Formas de relevo e subgrupos de aptidão agrícola das terras

Formas de relevo	legenda	subgrupos	aptidão das terras
Chapadas residuais	(Pa)	1 ABc	Terras “ <u>boa</u> ” para cultivos em sistemas subdesenvolvidos e “ <u>regular</u> ” para sistema desenvolvido, com limitações de mecanização e suscetibilidade a erosão.
Chapadas	(Po)	1 ABC	Terras “ <u>boa</u> ” para todos os sistemas de cultivos.
Espigões	(Pi)	1 ABc	Terras “ <u>boa</u> ” para cultivos com baixa tecnologia e “ <u>regular</u> ” para cultivos com sistema desenvolvido.
Espigões degradados	(Pz)	1 A(b)	Terras “ <u>boa</u> ” para, cultivos em sistema primitivo e “ <u>restrita</u> ” para sistema pouco desenvolvido.
Serras	(Sr)	4 PS	Terras “ <u>boa</u> ” para pastagem cultivada, cultivos perenes e silvicultura.
Vales íngremes	(Ve)	1 Ab	Terras “ <u>boa</u> ” para cultivos, um sistema primitivo e “ <u>regular</u> ” para sistema pouco desenvolvido.

Conclusões

O estudo de solos do município de Esperança do Sul, em nível de reconhecimento, situado na parte noroeste do Planalto RS, mais precisamente entre as antigas regiões das Missões e Alto Uruguai, caracteriza partes de um planalto em fase acentuada de dissecação pelos processos erosivos naturais. Esses restos de planalto são constituídos, por partes do platô que se segmenta em mesetas e espigões. Nos segmentos menos erodidos as mesetas 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.

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 Brunizem Avermelhado e Solos Litólicos por Costa Lemos, em

Brasil (1973) e IBGE (1986). Atualmente, com dados locais, além dos intensivos processos erosivos fluviais, desagregando as superfícies e constituindo solos rasos e muito férteis nas bordas dissecadas, denominados de Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos, Cambissolos Háplicos Eutroféricos chernossólicos e Chernossolos Argilúvicos Férricos típicos, constata-se que ainda restam nas pequenas mesetas, alguns mais antigos como os Argissolos Vermelhos Eutroféricos chernossólicos e os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos 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 10,08%, IIIse 10,35% e IVse 3,27%), 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 VIse 22,28%). 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 20,69%). Comportam pastagens cultivadas ou frutíferas. As terras mais íngremes (serras) ou seja bordas de espigões, embora muito férteis, devem ser usadas parcialmente com a fruticultura e a floresta ainda existente (classe VIIse 33,33%). 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".

Os autores agradecem a generosa colaboração do Doutor 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 Erexim, Passo Fundo e Santo Ângelo**. Porto Alegre: UFRGS, 1974. 132 p.

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

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

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

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

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

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

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

IBGE. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e 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; 1815/20 até 1940**. Porto Alegre: EVANGRAF, 2000. 159 p.

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

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 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 - (Latosolo Roxo Distrófico)**. Porto Alegre: UFRGS, 1981. 23 p.

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

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

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

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

Circular Técnica, 49

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

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

Fone: (0xx53) 3275-8100

Fax: (0xx53) 3275-8221

E-mail: www.cpact.embrapa.br
sac@cpact.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2005): 30

Comitê de publicações

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro

Secretário-Executivo: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia
Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena
Vernetti Azambuja, 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

Fotos: Roger Garcia Mendes

Revisão de texto: Sadi Macedo Sapper

Editoração eletrônica: Oscar Castro

