

Autores

Noel Gomes da Cunha

Eng. Agrôn., M.Sc.,
Pesquisador

Embrapa Clima Temperado.

Cx. Postal 403, 96001-970

Pelotas, RS

Ruy José da Costa Silveira

Eng. Agrôn. Dr., Prof. Adj.

do Depto. de Solos

UFPEL-FAEM,

Cx. Postal 345, 96001-970

Pelotas, RS.

Carlos Roberto Soares

Severo

Eng. Agrôn. M.Sc. Prof.

Subst. do Depto. de Solos

UFPEL-FAEM,

Cx. Postal 345, 96001-970

Pelotas, RS.

Estudo de Solos do Município de Cristal - RS

Resumo

O município de Cristal, situado nas bordas do planalto Sul-Rio-Grandense e da lagoa dos Patos, está constituído sobre um embasamento de rochas graníticas, pouco diversificadas, denominado de Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense. Localmente possui características de pequena borda de um planalto no seu limite com coxilhas, cobertas por uma savana de gramíneas. As coxilhas se inserem gradativamente nas lombadas e planícies costeiras da lagoa dos Patos com vegetação de campos úmidos.

Pela natureza homogênea das rochas graníticas e suas amplas extensões longitudinais, verifica-se um modelamento local semelhante e contínuo nas formas de relevo. A monotonia nas formas das coxilhas, compostas por espigões, declives, aplainamentos e solos, se repetem. A inserção dessas coxilhas de solos vermelhos, no contraste sedimentar do final do Terciário e início do Quaternário, com solos hidromórficos ocorre sutilmente com o abrandamento do relevo. As planícies sedimentares se sucederam com o tempo em altitudes decrescentes em direção a lagoa dos Patos. O rio Camaquã corta transversalmente essa seqüência monótona de relevo.

A vegetação denominada pelo IBGE(1986), como composta, inicialmente por uma Savana (campos), já está praticamente modificada pela remoção das matas(capões) existentes nessas coxilhas. Nas lombadas e planícies a vegetação de uma savana úmida é denominada pelo IBGE (1986) de Formações Pioneiras. Esta vegetação constituída por gramíneas muito resistentes aos



Nesta colina iluminada viveu Bento Gonçalves da Silva.
Houve um sonho; criou-se uma esperança; floresceu uma nação.
Na luta os seus bravos tombaram. Hoje, sem toques de clarim e sem
o tropel da Cavalaria Farrapa, a cerração, serena, pouco a pouco cobre,
ao entardecer, a República Riograndense. Na bandeira Farrapa a
República está viva, ficaram gravados os ideais dos bravos guerreiros
que por ela lutaram, mas o sonho acabou.

períodos de seca, tem sido remodelada pelo pastoreio e culturas atuais durante dois a três séculos. As culturas atuais são milho, soja, azevém, etc. Nos vales dos arroios e rio Camaquã a vegetação da mata está sendo lentamente removida.

Os solos foram denominados por Costa Lemos em Brasil (1973) de Unidade Camaquã, nas coxilhas, e Unidade Pelotas, nas planícies. Essas unidades descreviam um Podzólico Vermelho-Amarelo e um Planossolo Hidromórfico. Hoje, conforme Embrapa (2006), estão situados como Argissolo Vermelho Distrófico típico e Planossolo Háplico Eutrófico típico.

As formas brandas de relevo predominantemente de coxilhas, lombadas e planícies pouco suscetíveis à erosão, caracterizam o município como próspero produtor de cultivos de grãos. A alta disponibilidade de recursos hídricos predispõe projetos futuros de agricultura irrigada, além do arroz.

Quanto ao uso agrícola das terras, o sistema de classificação (capacidade de uso das terras), que se propunha a uma ordenação do uso e controle da degradação das terras, tem a finalidade atual de caracterizar a potencialidade agrícola local das terras. No caso, as terras altas aplainadas e dissecadas pela erosão natural do planalto (Ta , Sr_0 e Sr) se constituem em áreas de risco à erosão (classes IV_{se} , V_{se} e VII_{se}). Ocupam pequenas áreas ($77,75\text{km}^2$ - $11,11\%$). As coxilhas (C_0) oferecem um bom potencial agrícola local para uma agricultura desenvolvida (classes III_{se} $229,79\text{km}^2$ - $32,87\%$). Entretanto, as terras das lombadas menos suscetíveis à erosão, e mais aplainadas são mais favoráveis a cultivos anuais (classe II_{sd} $137,47\text{km}^2$ - $19,66\%$). As planícies de origem em sedimentos marinhos, onde se cultiva o arroz irrigado são as terras que podem oferecer maior retorno econômico (classe III_{sd} $86,80\text{km}^2$ - $12,41\%$). As terras planas de várzeas alagáveis, são próprias para pastoreio natural ou cultivo de alguma pastagem devido ao alagamento pelas cheias dos arroios e rio Camaquã (classe V_d $167,36\text{km}^2$ - $23,94\%$).

Introdução

Até onde registra a história, a região de coxilhas e planícies costeiras que margeiam o rio Camaquã, no atual município de Cristal, teve ciclos distintos na sua economia sempre relacionados ao município de Camaquã. De uma criação extensiva de pecuária, onde a história regride a períodos anteriores à revolução Farroupilha, a cultura do arroz irrigado nas várzeas com altas tecnologias, a partir da metade do século passado, incrementou a economia local. Hoje essa cultura, apesar das variações de lucro e perdas dos produtores, é a cultura de maior fonte de riquezas do município.

Muitas outras atividades agrícolas ainda têm peso econômico pouco definido no local. O florestamento, opção aparentemente criada regionalmente para substituir o plantio de fumo e a pecuária, parece ter sido aceita como uma solução econômica regional atual.

Estas indefinições do que plantar não deveriam ser comuns em Cristal, que possui terras aptas para uma agricultura tecnificada, próprias à produção de alimentos. Partindo-se da lógica de que as áreas destinadas à silvicultura deveriam ser impróprias ao cultivo de grãos.

As consequências de um florestamento, que marcha acelerado para caminhos pouco conhecidos em sua sustentabilidade, onde a sociedade local possui poucos parâmetros para avaliação dos aspectos físicos, sociais e econômicos, nas suas terras, ao longo do tempo, devem ser postas em discussão. Este estudo de solos pretende fornecer um conhecimento regional das paisagens fisiográficas locais e suas relações regionais, além de propôr o uso das terras dentro de suas limitações referentes à suscetibilidade à erosão, graus de hidromorfismo e deficiência dos solos.

O estudo dos solos do município de Cristal, em nível de reconhecimento, faz parte das proposições da Embrapa Clima Temperado para fomentar o desenvolvimento regional. Além disso, também responde em parte ao questionamento dos

produtores rurais e de seus órgãos representativos que, após quase dois séculos contínuos com atividades relacionadas a pecuária extensiva e que gradativamente deixa de ser rentável, procuram novos parâmetros para a diversificação com culturas ou outras atividades rurais.

Ao se estudar os solos e suas distribuições em superfícies determinadas, busca-se, inicialmente, relacionar os conhecimentos que a ciência (pedologia) tem reunido ao longo do tempo, sobre todos os componentes de variabilidade destes resíduos superficiais das rochas, as transformações e relações com os fatores externos temporais relacionados ao clima (água, luz, etc) e bióticos.

Ao se generalizar os estudos de solos, tendo como base essa confluência de informações específicas de ciências, que se distanciam entre si e se isolam nas suas especificidades, como a geologia (estudo das rochas), a geomorfologia (estudo das formas de relevo), a pedologia (estudo dos solos) e a edafologia (estudo do uso das terras), percorrem-se caminhos considerados como o de uma metodologia muito abrangente e pouco adequada para análises de situações pontuais.

Converter essa diversificação de informações, dispersas entre si, a um conjunto interativo e limitado e, evidenciá-las dentro de uma praticidade de uso ao meio agrícola, para a sua aplicação, é o objetivo desses estudos regionais de solos.

Este estudo é um degrau de um segmento, onde os problemas que se inserem na sustentabilidade dos ecossistemas, relações de produtividade e produtos adicionados, que sustentam ações na agricultura ou silvicultura, precisam de pesquisas específicas.

Revisão bibliográfica

Aspectos locais

O município de Cristal surgiu há 18 anos ao longo da BR-116 sul, encosta do Planalto Sul-Rio-Grandense, na borda costeira da bacia do rio Camaquã, agregando a área da “Estância do Cristal”, propriedade histórica da família de Bento

Gonçalves da Silva, herói Farroupilha que viveu nesta época durante 40 anos.

A história do município de Cristal está muito relacionada ao passado comum da ocupação das várzeas e coxilhas da região costeira da lagoa dos Patos. São planícies, lombadas e coxilhas, cobertas por savanas. Nas várzeas baixas as savanas são formadas por espécies higrófilas. Nas várzeas mais altas, as espécies forrageiras são mais tolerantes às secas de verão, do que nas lombadas e coxilhas.

Nesses campos se espalhou a criação de gado com a concessão gradativa das terras pela Coroa Portuguesa à alguns de seus súditos, há três séculos. A bovinocultura e, posteriormente a ovinocultura, foram as atividades regionais até 1940/50 quando a lavoura de arroz irrigado passou a ser intensiva nessas planícies.

No amplo domínio secular histórico de criação de gado, que modelou o comportamento do povo riograndense, criando a figura lendária do gaúcho, houve contendas pela desigualdade na coleta e na repartição entre os tributos das regiões ricas e pobres do País. A taxa de impostos à província em 1835, na época julgada excessiva aos produtos e insumos da pecuária, foram os motivos cruciais da luta dos gaúchos contra o governo imperial, denominada de Revolução Farroupilha.

Neste contexto, Cristal figura como protagonista de um fato marcante por ter sido um local básico de ações dos revolucionários farroupilhas. Essas ações guerreiras e heróicas do passado parecem que não precisavam de fortes causas. O homem sempre foi e irá à guerra em intervalos de tempo ainda indeterminados, talvez previsíveis. Pelas mesmas razões alegadas outrora, hoje haveria uma guerra posterior a cada eleição, quando o novo governo taxa novos tributos.

Estranha esta ironia do destino, quando a sociedade atual multitributada, que cultiva a imagem aguerrida do gaúcho, por todos os cantos do Rio Grande do Sul, tenha posto um pedágio próximo a porteira das terras de Bento Gonçalves. É de se pensar que a índole do gaúcho tenha sido aplacada pelo tempo e que a submissão atual, sem protestos, tenha aceitado como justo os tributos.

Conforme Wrege (2006), o clima local é temperado com a temperatura média de 18,5°C. A máxima supera os 30 °C em alguns dias durante o verão. A mínima pode chegar abaixo de 0°C em alguns dias do inverno. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro, e os mais frios são junho e julho. A diferença das temperaturas entre inverno e verão alcança os 21 °C (Tabela 1).

Nos anos normais, nos meses de setembro a novembro, época de plantio das culturas de verão, a distribuição de chuvas é regular e oportuna. Nessa época não há escassez de umidade. Já nos meses de dezembro a maio, o volume de chuvas é menor e esparsos ocorrendo secas ocasionais.

Para IBGE (2005), a população do município se manteve estável nesses dois últimos anos com 6.790 habitantes em 2004 e 6.852 habitantes em 2005. Os habitantes geralmente estão localizados na área urbana (4.403).

Conforme ainda IBGE (2005), a distribuição fundiária do município consiste basicamente em 625 propriedades rurais, onde os pequenos produtores, 2 a 50 ha, possuem 76% das propriedades. A maior percentagem está nas faixas de 10 a 50 ha. Nestas propriedades observa-se uma agricultura e pecuária de subsistência, onde o agricultor não possui recursos para investir na produção. Há poucos excedentes da alimentação familiar para serem comercializados. Normalmente essas pequenas propriedades estão situadas nas formas mais movimentadas do relevo, onde as terras ofereciam maiores dificuldades para a criação do gado. Essas terras altas sempre possuíam menor valor econômico no mercado de troca, pois as pastagens nativas das savanas, com maior volume de forrageiros, eram mais procuradas por apresentarem poucas invasoras (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de estabelecimentos e variações absoluta no município de Cristal - 1996.

Grupos de área total	Unidades	
	1996	% Acum. 1996
Menos de 1 ha	3	0,48
1 a menos de 2 ha	2	0,80
2 a menos de 5 ha	68	11,68
5 a menos de 10 ha	76	23,84
10 a menos de 20 ha	162	49,76
20 a menos de 50 ha	163	75,84
50 a menos de 100 ha	55	84,64
100 a menos de 200 ha	29	89,28
200 a menos de 500 ha	41	95,84
500 a menos de 1.000 ha	19	98,88
1.000 a menos de 2.000 ha	5	99,68
2.000 a menos de 5.000 ha	2	100,00
5.000 a menos de 10.000 ha	-	-
Mais de 10.000 ha	-	-
Total	625	

Fonte: IBGE – Censo agropecuário 1995/1996

A agricultura foi, com o tempo, tendo desenvolvimento natural em Cristal. A produção agrícola atual está baseada nas lavouras de arroz irrigado, principalmente, feijão, milho, soja e fumo (Tabela 3). A produção de fumo ocupa lugar de destaque entre os pequenos produtores, sendo para a maioria das famílias do meio rural a principal fonte de renda.

Conforme IBGE (2003), tendo sua economia no setor primário, os criadores estão diversificando as atividades. Estas diversificações lentas conduzem à mudanças e contrastes no meio rural, tanto sociais como econômicos (Tabela 4). Salvo a criação de gado, os rebanhos de ovelhas têm sido reduzidos em virtude do pouco valor da lã. Poucas propriedades ainda criam algumas ovelhas. Há também poucos animais com finalidade de produzir leite (Fig. 1 a 9).

Tabela 1. Dados climatológicos de temperatura e precipitação.

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
Temp.mínima média °C	17,5	17,5	16,5	13,5	10,5	9,5	9,5	10,5	11,5	13,5	14,5	16,5	13,4
Temp. máxima média °C	29,5	28,5	27,5	24,5	21,5	18,5	18,5	19,5	20,5	22,5	25,5	27,5	23,6
Temp.média °C	23,5	23,5	21,5	18,5	15,5	12,5	12,5	13,5	15,5	19,5	19,5	21,5	18,0
Precipit. Pluvial (mm)	103,5	123	113,5	82	104,5	94,5	141	120	130,5	130,5	90,5	109,5	111,9

Fonte: Embrapa Clima Temperado, 1989.

Tabela 3. Principais culturas, produtividade, produção e área, 2004.

Cultura	Área (ha)	Produtividade kg.ha ⁻¹	Produção (t)	Valor (R\$)
soja	1.800	1.500	2.700	1.993.000
arroz	5.020	6.233	31.290	8.461.000
feijão	80	1.825	146	175.000
milho	2.400	1.800	4.320	1.577.000
fumo	400	2.100	840	1.386.000

Fonte: IBGE (2004).

Tabela 4. Principais rebanhos em 2003.

Rebanho	nº de animais
bovino	33.000
ovino	2.800
galinhas	4.200
caprino	135
eqüino	1.300
suíno	2.020

Fonte: IBGE (2003)



Fig. 1. Lombada na borda das coxilhas (acácias cultivadas) com criação de gado. São estratos longitudinais acompanhando paralelamente os rios em antiga foz de beira mar.



Fig. 2. O curso do rio Camaquã junto a cidade de Cristal. Local de antigo projeto de barragem para produção de energia e irrigação das planícies.



Fig. 3. O transporte rural na região alta de pequenos produtores continua semelhante a épocas passadas longínquas.



Fig. 4. Plantação de sorgo nas lombadas. O eventual grau de hidromorfismo em períodos chuvosos não reduz significativamente a produção dessa cultura.



Fig. 5. Provável local de leito abandonado ao norte do rio Camaquã, cortando as coxilhas num passado distante (Terciário).



Fig. 6. Seqüência de descontinuidades em sedimentos fluviais, lacustres e fluviais que compõem as bordas das planícies costeiras.

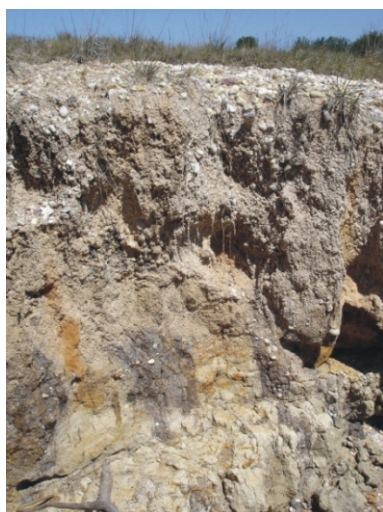


Fig. 7. Seqüência de sedimentos fluviais sobre sedimentos marinhos que compõem as lombadas próximas ao rio Camaquã.



Fig. 8. Vegetação de banhado em áreas depressivas na planície baixa. Antigo leito abandonado do rio Camaquã.



Fig. 9. Vegetação natural de gramíneas que possivelmente cobriam os planossolos em épocas passadas. Hoje estão restritas a beira de estradas.

Aspectos de vegetação

A vegetação atual que cobre o município na pequena zona alta de chapadas, serras e terras altas é praticamente toda constituída de uma sucessão intermitente de matas ciliares nas encostas mais úmidas das sangas e arroios e, gramíneas, na maior parte, formando "campos sujos". Há matas de galerias nos vales de sangas e arroios. Nas partes secas das terras altas e coxilhas, há uma cobertura de campos limpos, caracterizada como savana, talvez parcialmente estabelecida pela ação do fogo intermitente nas propriedades, quando eram constituídas roças de sequeiro.

A vegetação original das coxilhas ainda está parcialmente conservada. É caracterizada pela existência de um estrato herbáceo contínuo, composto basicamente por gramíneas cespitosas e, em menor escala, rizomatosas, sobre o qual se encontram distribuídos, de forma isolada ou pouco agrupada, espécies arbóreas e grupos de arvoretas nas partes depressivas onde há nascentes de água formando pequenos banhados com tiririca (*Cyperus rotundus*).

Esta fitofisionomia é consideravelmente desuniforme, ora predominando longos trechos com raros exemplares arbóreos ou grupos de arvoretas, ora pequenos trechos demasiadamente povoados, junto a agrupamentos pouco extensos de mata, situados nas encostas dos morros e junto aos cursos de água, formando galerias.

Conforme IBGE (1986), a ocorrência de uma Savana Arbórea Aberta é comum em todo Planalto Sul-Rio-Grandense, entretanto são feitas distinções entre as variações dessa cobertura vegetal um tanto modificada pelo uso atual. O termo savana é antigo e originário da América do Sul, possivelmente utilizado para designar formações gramíneas mais ou menos ricas em árvores e arbustos. Lindman (1906), estudando a vegetação campestre do Rio Grande do Sul, justifica a denominação apenas de campo para essa vegetação rasteira de gramíneas. A savana, como a entende IBGE (1986), ocorre em ambientes caracterizados pelas seguintes condições: clima estacional; solos rasos ou arenosos lixiviados; relevo geralmente aplainado; pedogênese férrica (solos distróficos ou álicos); e vegetação gramíneo-lenhosa.

Para IBGE (1986), no Planalto Sul-Rio-Grandense, a Savana Arbórea Aberta (vegetação campestre com árvores esparsas) ocupa área de relevo aplainado e dissecado, em altitudes até pouco superiores a 400 m, caracterizada por solos litólicos, distróficos e eutróficos, rasos, bem como solos podzólicos, onde predominam granitos e gnáisses do Pré-Cambriano. Apresenta vasta distribuição geográfica em todo Planalto. Faz limites com os tipos de vegetação existente nas planícies. Não estabelece limites entre a vegetação de mata das terras altas com a campestre das coxilhas.

Com referência ao clima, esta vegetação, face à sua extensa área de dispersão, desenvolve-se tanto em condições ombrófilas como estacionais, neste último caso em função do frio. Lindman (1906) analisa e conclui que o clima seria o fator de influência no desenvolvimento da vegetação campestre. Rambo, citado pelo IBGE (1986), referindo-se ao estudo geográfico da região, concluiu que o fator edáfico é determinante na constituição da savana. Ainda referindo-se ao clima da savana, esse mesmo autor, baseando-se em outros pesquisadores, admite que as savanas foram constituídas em climas secos no passado.

Rambo, confere aos fatores edáficos a grande diversidade das comunidades vegetais nestas áreas, chegando a afirmar que, nas terras altas onde o solo permite, por exigência do clima, ocorre a "floresta subtropical".

Em Cristal, na região de lombadas e planícies, conforme IBGE (1986), a composição florística desta vegetação foi sendo alterada, no início, pela atividade pastoril e, mais tarde pelos cultivos agrícolas, nos locais de solo mais profundos e férteis, desde a época do povoamento das áreas campestres, por volta de 1800. Há poucas referências à provável composição botânica que vigorava na área antes da interferência humana.

IBGE (1986), caracteriza os campos das planícies lacustres como Áreas das Formações Pioneiras campestres, formada por gramíneas e ciperáceas hemicriptófitas ralas com *Andropogon leucostachyus* (fura-bucho) *Cenchrus echinatus* (amoroso) *Andropogon arenarius* (plumas) etc.

A caracterização das planícies de solos hidromórficos, constituídas por campos como uma Formação Pioneira, parece contraditório com a proposição de Rambo. Os solos antigos, rasos e hidromórficos (Planossolos), com seus atributos bem definidos (não são transicionais), já teriam tempo suficiente para estabelecer como savanas essas áreas de concentração de espécies vegetais bem específicas em cada tipo de solo. As formas distintas dessas planícies, em relação aos graus de hidromorfismo, são os fatores que comportam uma grande variabilidade de espécies, mas como um todo aparentam uma savana úmida, sem vegetação arbórea.

Aspectos geológicos

O Escudo Sul-Rio-Grandense, cuja consolidação foi concluída no final do Ciclo Brasileiro, compreende unidades metamórficas e ígneas do Proterozóico Inferior e Superior, além de granitóides intrusivos, mais modernos, com idades até o Cambriano e coberturas de rochas sedimentares e vulcânicas derivadas do final do processo de consolidação.

Na porção leste do escudo, região denominada por alguns autores como Batólito Pelotas (Philipp et al., 2000), em razão dessa ser composta quase totalmente por suítes granitóides, as rochas estão compartimentadas em dois blocos principais, um ocidental (Encruzilhada do Sul) e outro oriental (Dom Feliciano) limitados por grandes falhamentos regionais, de movimentação dominante transcorrente, de direção geral NE-SW. No bloco Dom Feliciano, Philipp et al. (2000) distinguem cinco suítes, denominadas Suíte Intrusiva Pinheiro Machado (SIPM), mais precoce e dominada por termos granodioríticos a monzograníticos, Suíte Intrusiva Erval (SIE), monzogranítica e restrita a porção sul do Batólito, Suíte Intrusiva Viamão (SIV), monzogranítica mas com granodioritos e sienogranitos subordinados, que ocorrem na forma de corpos alongados de forma elíptica ao longo de todo o batólito, e por fim as Suítes Graníticas Cordilheira (SGC) e Dom Feliciano (SGDF), a primeira de composição monzo a sienogranítica com duas micas (biotita e muscovita), de ocorrência restrita a área oeste do Batólito, e a segunda, de caráter intrusivo nas demais, composição dominada por termos sienograníticos, ocupando cerca de 20% da área do Batólito, distribuídas ao longo de toda sua extensão mas com suas maiores extensões concentradas na porção norte.

A área do município de Cristal, localizada na área do Escudo Sul-Rio-Grandense, está contida integralmente em terreno da Suíte Granítica Dom Feliciano (SGDF). Rangrab (1997), no mapeamento da Folha Porto Alegre, escala 1:250.000, distingue estes granitos como tipo Arroio Carajá monzogranitos avermelhados a cinza-avermelhados, equigranulares médios a grossos, localmente porfiríticos, com a presença de megacristais de feldspato alcalino e ocorrência de xenólitos centi a decimétricos de rochas gnássicas e dioríticas a granodioríticas próximo

das zonas de contato dessa com a Suíte Intrusiva Pinheiro Machado (SIPM).

No longo processo de quiescência tectônica e de arrasamento das montanhas formadas pelo ciclo brasileiro, que veio ocorrendo desde o cambriano até a época atual no relevo do município, foram esculpidas no município duas formas de relevo aqui denominadas de Terras Altas e Coxilhas.

Ao relevo do Escudo, de rochas muito antigas, contrastam os relevos relativamente planos e de idade geológica bem mais recente da Planície Costeira, formada a partir do final do período Terciário até os dias atuais em virtude de oscilações no nível do oceano. Evento este ligado aos ciclos glaciais e interglaciais, que dominaram o cenário climático global neste último milhão de anos e que geraram uma sucessão de climas áridos e úmidos. Nesta região costeira do globo a morfologia do litoral evolui no sentido de, durante os períodos de regressão do mar, criar longas barreiras arenosas que isolaram corpos lagunares entre essa e o continente (retobarreira); evento que na região ocorreu por três vezes (sistemas barreira-laguna II, III e IV), responsáveis pelas formações das lagoas Mirim, dos Patos e Mangueira, por exemplo.

No contato com as coxilhas, o relevo da planície apresenta em sua porção mais próxima, depósitos gravitacionais de encostas de idade terciário-quaternária (Plioceno-Pleistoceno), representados por litofáceis de aluviões e coluviões. Constituem leques aluviais alimentados principalmente pelas rochas de Escudo. Desenvolveram morfologia de cunha de clásticos que se espessa no sentido do interior da Bacia de Pelotas, situada a leste. Englobam um conjunto de fácies sedimentares resultantes de processos de transporte associados aos ambientes de encosta de terras altas. Na parte próxima incluem depósitos gerados por processos predominantemente gravitacionais, de rastejamento e de fluxo de detritos (talus, eluviões e coluviões). Nas porções mais distantes gradam para depósitos transportados e depositados em meio aquoso (aluviões). A morfologia de leque na maior parte das vezes é obscurecida e as fácies distribuem-se em forma de rampa suave, mesmo em alguns depósitos do Holoceno parcialmente ativos. As flutuações entre climas áridos e úmidos que ocorrem no Terciário Superior e Quaternário

tiveram grande influência no desenvolvimento deste sistema deposicional. Litologicamente são constituídos de conglomerados, diamictitos, arenitos conglomeráticos, arenitos e lamitos, de cores avermelhadas, maciços ou com estruturas acanaladas.

Nas bordas das planícies há depósitos aluvionares subatuais. São areias e cascalhos imaturos, mal classificados, ao longo das calhas dos cursos d'água; areias finas, siltes e argilas orgânicas nas planícies aluviais (Pleistoceno).

Conforme Rangrab (1997), os depósitos lagunares estão representados pela fácies de planícies lagunares. Refletem a sedimentação ocorrida enquanto o ambiente de retrobarreira permaneceu ativo, bem como o ocorrido durante os eventos transgressivos-regressivos posteriores. Suas características são muito semelhantes. Litologicamente são areias siltico-argilosas, mal selecionadas, de laminação plano-paralela incipiente, contendo concreções carbonáticas e ferro-manganesíferas.

Esses depósitos mais recentes foram acumulados em ambientes desenvolvidos no espaço de retrobarreira, o qual, no pico da transgressão, foi ocupado por grandes corpos lagunares que, com o subsequente rebaixamento do nível do mar, evoluíram para ambientes deposicionais que incluem corpos aquosos costeiros (lagos e lagunas), sistemas aluviais (rios meandantes e canais interlagunares), sistemas delticos (deltas flúvio-lagunares e deltas de "maré lagunar") e sistemas paludiais (pântanos, alagadiços e turfeiras).

Nos leitos dos arroios e rio Camaquã há depósitos aluvionares atuais. São areias e cascalhos imaturos, mal classificados, ao longo das calhas dos cursos d'água; areias finas, siltes e argilas orgânicas nas planícies aluviais (Holoceno).

Metodologia

O estudo em nível de reconhecimento delinea cartograficamente, por meio de fotos aéreas verticais, na escala 1:60.000, do ano de 1965, unidades de relevo onde são determinados solos, classes de capacidade de uso, aptidão agrícola das

terras, principais estradas de rodagem, redes hidrográficas e açudes.

Para a classificação taxonômica, foram usados o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 1999), a Proposta de Revisão e Atualização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa 2003) 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). Esses 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 esse 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. No Brasil tem sido usada para fomentar uma idéia de potencialidade agrícola das terras. Esse conceito generalizado parece próprio, pois à medida que a erosão acelerada passou a ser quase debelada por práticas conservacionistas de plantio direto, essa diferença de risco imediato, que diferenciava uma classe da outra, parece ter se tornado menor.

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

Além disso, 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 disso, o sistema considera três tipos de níveis de manejo: A (primitivo, sem tecnologia), B (intermediário, com alguma tecnologia) e C (alto nível tecnológico). Para cada tipo de manejo (A, B ou C), a aptidão da terra pode ser "boa" (representada pela letra maiúscula do respectivo manejo), "regular" (letra minúscula), "restrita" (letra minúscula entre parênteses) e "inapta" (ausência de letras).

Para determinar a aptidão agrícola, consideram-se os seguintes fatores limitantes: fertilidade natural, excesso de água, falta de água, 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 1:128.000.

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

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

- pH em água e pH em KCl;
- 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 1M e titulado com NaOH 0,025 M e azul-bromotimol como indicador;

- A determinação do carbono orgânico no solo, descrita por Tedesco et al. (1995), é baseada no método de Walkley & 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 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, serras, terras altas, coxilhas, lombadas, planície alta e planície baixa cordão arenoso) aqui diferenciadas nas fotos aéreas, mais especificamente pelos 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 intimamente com o uso agrícola das terras, objetivo preponderante neste trabalho. Os perfis foram coletados em cortes de estradas. As estradas municipais dão acesso a todas as propriedades onde a constatação dos solos foi feita sem restrições.

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

Resultados

Planície Baixa Aluvial (F)

Compreendem as terras baixas inundáveis pelo rio Camaquã e arroios Evaristo, Sapato, Salso e Santa Isabel, situados em leitos cavados sobre sedimentos antigos ou na rocha granítica básica. São terraços baixos segmentados e meandros fósseis de antigos leitos abandonados. Compõem um conjunto heterogêneo de terras alagadas e temporariamente secas. São cobertas por uma vegetação de mata. Onde há desmatamento surge uma capoeira com arbustos. Nesses locais há cultivos ocasionais. No período de verão, quando as chuvas são raras, essas terras permanecem úmidas propiciando cultivos localizados em pequenas roças.

Os solos são incipientes no seu desenvolvimento pedológico e heterogêneo na sua continuidade, pois as águas, principalmente do rio Camaquã, nesse trecho do município, adquirem muita velocidade e os sedimentos depositados são muito transitórios. Brasil (1970), em estudo semidetalhado dos solos desse leito do rio Camaquã encontrou, como era de se esperar, muitas associações de Neossolos Flúvicos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Eutróficos e até Chernossolos. São relatadas raras ocorrências de horizontes argílicos, que indicariam solos mais antigos (Fig. 10 e 11).

Quanto ao uso agrícola, Brasil (1970) situa alguns terraços como próprios a irrigação, caso as inundações fossem contidas com o projeto proposto na época de barragem do rio Camaquã, para aproveitamento de energia e irrigação das planícies entre Tapes e São Lourenço do Sul.



Fig. 10. Planície baixa aluvial em época de cheias no rio Camaquã.

Planície Baixa (Pb)

Compreendem as planícies alagadas, após as chuvas, que se situam pouco mais elevadas do que os leitos recentes cavados nos sedimentos pleistocênicos. São áreas sedimentares de depósitos finos e arenosos recentes nas bordas dos rios. Sofrem inundações freqüentes em todas as épocas de chuvas, mas o nível do alagamento é muito baixo. São sedimentos recentes, desde o início do Holoceno, depositados sobre sedimentos pleistocênicos. Há hidromorfismo esporádico nas terras no período de verão. São áreas planas, com pequenos depósitos sedimentares segmentadas por leitos antigos de riachos fósseis que as cortaram posteriormente (Fig 12 a 15).

Estas planícies estão condicionadas diretamente na distribuição e no estabelecimento dos volumes dos depósitos sedimentares e na extensão da bacia hidrográfica do rio Camaquã e arroios que lhes dão origem. Além disso, a dimensão, natureza e espessura de cada manto de sedimentação, estão relacionadas aos ciclos climáticos passados e a proporcionalidade com que as rochas liberam seus minerais no processo erosivo. Essas sedimentações têm maiores expressões ao longo do rio Camaquã e pouca ocorrência nos arroios com maiores bacias hidrográficas, principalmente onde os gradientes hidráulicos desses rios e arroios são menores. Poucas áreas podem ser evidenciados na escala proposta.



Fig. 11. Borda da planície aluvial do rio Camaquã.

Nessa planície moderna, os estratos siltosos, próprios da fase local holocênica de ampla sedimentação e rupturas de leitos, constituem solos novos, situados sobre sedimentos argilosos mais antigos. Onde essas deposições estão situadas nas bordas, ou próximas à Planície Alta, os contrastes texturais (siltosos e argilosos) parecem constituir gradientes texturais A/Bt desenvolvidos como uma evolução pedológica antiga. Também abriga sedimentos já pré-intemperizados, possivelmente pertencentes aos estratos triássicos da principal cobertura erodida das fossas tectônicas.

Constatou-se que, nas partes altas da bacia hidrográfica do rio Camaquã, os sedimentos que constituem terraços sobrepostos e intermitentes na borda do rio Camaquã, apresentam solos com características residuais caulíníticas. É possível que essa ocorrência se estenda até a parte baixa do rio Camaquã.

Esses solos têm sido classificados conforme Embrapa (2006), como Neossolos Flúvicos Eutróficos gleicos e Gleissolos Melânicos Eutróficos planossólicos; Neossolos Flúvicos Húmicos e Cambissolos. Brasil (1970) em estudo semidetalhado, encontrou associações de solos incipientes (Cambissolos) com solos mais evoluídos (Argissolos e Chernossolos).

Os solos na Planície Baixa do rio Camaquã, apesar da heterogeneidade própria do material de origem,

trazem, em vários estratos acumulativos, boas condições de uso agrícola a nível de uma agricultura de subsistência com riscos próprios da incerteza da frequência e intensidade das cheias.

Com respeito ao uso no passado, essas planícies sedimentares pouco têm sido cultivadas na sua parte baixa. Ocasionalmente, em pequenas planícies de arroios e até mesmo nas planícies do rio Camaquã, algumas roças foram cultivadas, entretanto, as cheias sempre foram limitantes até mesmo no cultivo de roças familiares. Além de pastagens nativas ou cultivadas há poucas perspectivas de outras atividades agrícolas, como repor as árvores de madeira especiais, que têm sido removidas da mata nativa.



Fig. 12. Planície Baixa que se insere na Planície Alta (Pa₁).



Fig. 13. GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico típico na borda das planícies baixas.



Fig. 14. Planície Baixa de antigo leito do rio Camaquã com banhados e pastagens. Cultivos de arroz irrigado ocorrem ocasionalmente.



Fig. 15. Área de banhado na Planície Baixa.

Cordão Arenoso Aluvial (Tp)

São as deposições de areias nas suas bordas ao longo do rio Camaquã. São áreas alagadas em cada cheia com transbordamento do leito normal. Alguma adição com silte nas cheias compõem estratos coesos a esses solos. No geral, são estratos longitudinais espessos de areias grosseiras. Não chegam a constituir áreas agrícolas diferenciadas. As terras por serem superficialmente alagadas nas cheias são usadas como pastagens, ou ocasionalmente são cultivadas com arroz irrigado. Os solos arenosos são Neossolos Flúvicos Psamíticos coesos associados a outros solos incipientes (Fig. 16).



Fig. 16. Neossolos Flúvicos Psamíticos coesos formados em depósitos de sedimentos arenosos antigos nas bordas dos rios.

Planície Alta (Pa₁)

São as planícies pleistocênicas não inundáveis com origem em sedimentos marinhos finos (Formação Graxaim). Situam-se como amplas superfícies planas, onde após o recuo do nível do mar, durante o início do Pleistocênio, o rio Camaquã já estabelecido, depositou poucos sedimentos suplementares. Possivelmente as cheias do rio Camaquã posteriormente tenham contribuído superficialmente com alguma sedimentação fina, durante a busca desse rio pelo seu leito ideal. Devido ao regime hídrico muito variável desse rio, seus possíveis leitos passados e atuais parecem indicar uma busca perpétua nesse local de contato com as planícies.

A Planície Alta, denominada por Sombroek (1969) como um terraço pleistocênico marinho que circunda as lagoas dos Patos e Mirim, teve as variáveis pedológicas estudadas por esse autor no Projeto Regional de Desenvolvimento da Lagoa Mirim. Constatou-se localmente que seus solos (Planície Alta) se assemelham aos descritos por Sombroek (1969) em suas variáveis pedológicas. Possuem um horizonte A proeminente ou húmico muito variável em espessura, desde limites de 20 a 35 cm; textura franco-arenosa a franca; estrutura granular a maciça que se torna muito

dura à medida que seca; baixa retenção de água em decorrência da pouca espessura e variável fertilidade em função da origem dos sedimentos de rochas graníticas da borda dos complexos rochosos que a circundam. Esta camada, por uma transição abrupta, se contata com um horizonte Btg argiloso, impermeável, com cores gleizadas, onde poucas espécies vegetais conseguem penetrar devido as más condições físicas de alta compactação ou aeração baixa (baixa porosidade e alto grau de umidade durante parte do ano). A espessura do horizonte A, localmente é maior do que ocorre normalmente na região vizinha. Pode chegar onde há sedimentação holocênica posterior, a 60 cm.

A esses solos, descritos por Sombroek (1969), foram propostos novos conceitos na taxonomia da FAO da época. Esse autor propôs adições complementares de subgrupos aos Planossolos onde foram consideradas as variáveis espessura do horizonte A, transição entre A e Bt, espessura anterior a zona de gleização no horizonte Bt, caracteres de fertilidade, natureza do horizonte A, etc.

Na mesma época em Brasil (1970), no Projeto Camaquã, Aramburu usando a Soil Taxonomy (1967) classificou esses solos nos grandes grupos dos Albaqualf, Umbraqualf, Ochraqualf, Paleudalf, etc. Criou muitos subgrupos, não existentes ainda na época, devido à variabilidade de parâmetros que se apresentavam na constituição desses planossolos (mapa local em anexo).

Na taxionomia atual da Embrapa (2006) esses solos são denominados de Planossolos Háplicos (comuns) Eutróficos húmicos, típicos etc. As partes mais depressivas para onde flui a água dos planossolos estão constituídas de gleissolos muito argilosos. Esses solos hidromórficos estão sendo situados como Gleissolos Melânicos Ta Eutróficos típicos. Atualmente, atributos importantes na distinção entre os Planossolos, como o caso da espessura do horizonte A, grau e espessura dos horizontes não gleizados, deveriam ser considerados no nível de grande grupos (efeito dos processos erosivos internos naturais ao longo do tempo).

Planície Alta Atacada (Pa₂)

São as planícies pleistocênicas, com origem em sedimentos marinhos (Formação Graxaim), que tiveram adições posteriores de sedimentos arenosos, durante o Pleistoceno, por transgressões, e sedimentos finos, por regressões marinhas, e de sedimentos arenosos fluviais durante o estabelecimento do leito definitivo do rio Camaquã ao longo do Quaternário.

Sombroek (1969), na região da lagoa Mirim, usando fotos aéreas antigas (metade do século passado), anteriores ao cultivo do arroz irrigado, evidenciou, pelos contrastes entre as superfícies arenosas (mais claras e altas) e as siltosas (escuras e depressivas) a ocorrência dessa diferenciação entre as planícies sedimentares antigas (pleistocênicas). Atribuía a sua formação arenosa aplainada a um processo posterior de erosão e aplainamento, que espalhou as areias de antiga borda do mar. Segundo esse autor, as dunas se aplainaram sobre os sedimentos finos marinhos. Denominou esse estrato sedimentar de Planície Alta Atacada (erodida).

Atualmente a diferenciação entre as duas fases sedimentares são pouco distintas em fotos aéreas posteriores devido ao uso intensivo da terra com o cultivo do arroz irrigado. Além disso, soma-se a sedimentação aluvial do rio Camaquã nas superfícies dessa planície, no período anterior e posterior ao estabelecimento do seu leito. As lombadas aluviais se confundem com esses sedimentos em estudos de reconhecimento.

Entretanto, Aranburu em Brasil (1970), na avaliação dos solos e terras do Projeto Camaquã, usando a Soil Taxonomy da época (1967), em estudo semi-detalhado dos solos das planícies locais, situa a relevância da variação dos níveis altimétricos desses sedimentos, evidenciando a ocorrência nessas áreas de Alfissolos com predominância dos grandes grupos de Ochraqualfs, Albaqualfs e Glossaqualf, ou seja, planossolos arenosos (< 15% de argilas), profundos, com horizonte A claro (álbicos) e com línguas desse horizonte A penetrando no horizonte argílico (Btg), caracterizando sub-grupos Aéric, Albic, Glossic, Glossarênic, Arenic, etc.

Os planossolos de uma forma geral estão representados por um horizonte A superficial de 20cm de espessura, cor bruno-acinzentado-escuro (10R 4/2), textura franco-arenosa, fraca estrutura granular pequena, matéria orgânica de - %, acidez com pH de 5,81, alumínio trocável de 0,20 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 1,73 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 7,93 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 22%.

A camada seguinte E, horizonte de 20 cm de espessura, cor bruno (10R 5/3), textura franco-arenosa, estrutura maciça e grão soltos, matéria orgânica de 4,65%, acidez com pH de 5,33, alumínio trocável de 0,90 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 0,49 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 4,19 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 12%.

A camada inferior Btg, horizonte de 20 cm de espessura, cor bruno-acinzentado (2,5 YR 5/2), textura franco-argilo-arenosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 2,59 %, acidez com pH de 5,87, alumínio trocável de 4,50 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 3,81 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 8,91 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 43%.

Quanto ao uso agrícola, essa planície vem sendo usada com o cultivo do arroz irrigado a meio século. As metodologias de cultivos têm sido variáveis com tratamentos culturais alternados no tempo a procura de maior produtividade de arroz. As primeiras limitações foram de fertilidade. A adição contínua de fósforo ao longo desse período tem controlado essa deficiência. Outras deficiências vão certamente aparecer em razão de maior produtividade que ocorre a cada período.

As limitações referentes ao uso mais econômico da água e o controle as invasoras impõem sistemas de cultivos que se propuseram ao longo do tempo ao nivelamento das superfícies em parcelas com cota zero. Essa técnica de nivelamento modificou a constituição desses solos com a remoção parcial ou total do horizonte A e a exposição total ou parcial do horizonte Btg nos planossolos.

Nas partes depressivas com gleissolos, houve deposições dos volumes removidos de terras

criando estratos diferenciados com acúmulo de água. Para cultivos em geral, a decapitação do planossolo cria uma superfície pouco favorável ao crescimento das raízes pelas propriedades naturais do horizonte Btg que são desfavoráveis a penetração de raízes (falta aeração, excessos de água etc).

Nas partes de acúmulo superficial de terras, onde os gleissolos, não permeáveis, são soterrados, normalmente as culturas na época de seca

produzem mais. Entretanto, se nos períodos chuvosos não houver drenagem conveniente os cultivos normalmente sofrem com sintomas de excesso de água.

Quanto aos mapeamentos de solos, novos parâmetros devem ser criados nessas planícies e o conceito de "terras aplainadas" deve ser adicionado, pois as águas do rio Camaquã certamente serão utilizadas no futuro na irrigação dessas planícies (Fig. 17 a 25).



Fig. 17. Superfícies levemente depressivas na imensa planície cultivada. Resteva de arroz irrigado.



Fig. 18. Superfícies planas, levemente abauladas, que constituem superfícies mais arenosas na parte superior do solo (Planície Alta Atacada).



Fig. 19. Planície Alta, com campos de pastagens nativas após cultivo de arroz. Ao longe, lombadas e coxilhas se sucedem.



Fig. 20. Cultivos de pastagens no inverno intercalados com pastagem nativa na Planície Alta Atacada.



Fig. 21. Planície Alta, formada por sedimentos marinhos pleistocênicos. Coberta superficialmente, muitas vezes, por sedimentos finos fluviais antigos, próximos ao rio Camaquã.



Fig. 22. Planossolo Háplico Tb Distrófico gleissólico na Planície Alta. Solo típico das planícies que circundam a lagoa dos Patos. Normalmente são Ta Eutróficos.



Fig. 23. Planície Alta com resteva de arroz irrigado.



Fig. 24. Planossolo Háplico Eutrófico arênico de ocorrência generalizada na Planície Alta Atacada.



Fig. 25. Planossolo Háplico Eutrófico típico que ocorre na Planície Alta Atacada de espessura menor do que nas áreas de sedimentação fluviais.

Tabela 5. Informações do perfil C-10 da unidade Pa1. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: PLANOSSOLO HÁPLICO Alítico gleissólico; Soil Taxonomy – Ultic Albaqualf. b) Localização: coordenadas = 417.590, 6.572.518, altitude = 25 m. c) Geologia regional: sedimentos marinhos do Pleistoceno. d) Material de origem: sedimentos argilosos. e) Geomorfologia: planície alta atacada. f) Situação do perfil: borda de planície. g) Declividade: 0,5%. h) Erosão: não há. i) Relevo: plano. j) Suscetibilidade à erosão: nula. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: mal drenado. o) Vegetação: campestre. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2) úmido; franco-arenosa; maciças a granular pequena, fraca; lig. duro, muito friável, lig. plástico, lig. pegajoso; raízes abundantes e finas; transição gradual e plana.
E	20-40	Bruno (10 YR 5/3) úmido; franco-arenosa; maciça e grãos soltos; lig. duro, muito friável, não plástico, não pegajoso; muito friável; concreções de ferro poucas, pequenas, arredondados; raízes poucas e finas; transição clara e plana.
Btg	40-60	Bruno-acinzentado (2,5 YR 5/2) úmido; mosqueado bruno-oliváceo-claro (2,5 YR 5/4) pequeno, abundante; amarelo-oliváceo (2,5 YR 6/4) pequeno, abundante; vermelho (2,5 YR 5/6 e 4/6) poucos, pequenos e médios, forte; franco-argilo-arenosa; blocos subangulares, médios, fraca; pegajoso, plástico, muito firme, muito duro; películas de argila abundantes, forte; raízes raras.

Tabela 6. Resultados das análises do perfil C-10 da unidade Pa1.

Fatores	Horizontes		
	A ₁	E	Btg
Espessura (cm)	0-20	20-40	40-65
C. orgânico (g kg ⁻¹)	-	27,00	15,00
M. O. (%)	-	4,65	2,59
P (mg kg ⁻¹)	5,50	1,50	1,10
pH (H ₂ O)	5,81	5,33	5,87
pH (KCl)	3,90	4,20	4,31
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	0,90	0,20	1,50
Mg	0,60	0,10	1,60
K	0,18	0,05	0,06
Na	0,05	0,14	0,65
S	1,73	0,49	3,81
Al	0,20	0,90	4,50
H + Al	6,20	3,70	5,10
T	7,93	4,19	8,91
T(arg.)	86	55	27
V (%)	22	12	43
Sat. Al	-	-	-
Fe (total)	-	-	-
Calhaus (g kg ⁻¹)	-	-	-
Cascalho	21	49	67
Areia grossa	228	339	200
Areia fina	551	603	511
Silte	169	82	188
Argila	92	76	331
Argila natural	23	12	133
Agregação (%)	75	84	60
Silte/argila	1,83	1,07	0,57
Textura	SL	SL	SCL

SL – franco-arenosa, SCL – franco-argilo-arenosa

Lombada (Lo)

São as formas de relevo transicionais de coxilhas para planícies. São formas pouco aplainadas das superfícies sedimentares do final do Terciário ou do início do Pleistoceno, situadas na foz dos rios. Apresentam leves ondulações, pouco perceptíveis, ocasionadas pela intensidade das correntes durante as deposições dos sedimentos. Os processos erosivos ou adições posteriores de sedimentos coluviais, aluviais e deltáicos parecem ter pouca importância na formação do seu relevo. Parece que cada lombada tem a sua formação condicionada a uma época de deposição onde possivelmente não houve novas condições complementares de sedimentos. Essas lombadas foram descritas por Sombroek (1969) como

terraços do Terciário, construídos pela deposição de sedimentos fluviais nos deltas dos grandes rios que chegavam direto ao mar antes da formação integral da lagoa dos Patos.

Algumas dessas lombadas são formas de relevo muito aplainado de sopé das colinas do complexo granítico. Essas foram modeladas nas bordas das coxilhas cristalinas com parciais deposições de sedimentos coluviais e aluviais. Constituem um relevo quase plano de sopé de colinas. São diferenciadas pela natureza dos sedimentos, forma de deposições e melhor drenagem ao longo do tempo.

Nessa diversificação de lombadas, os solos que são formados de planossolos muito antigos, se diversificaram e compõem aspectos transicionais

para outras ordens. Deveriam ser agrupados em uma subordem diferenciada dos Háplicos.

Estão representados pelo perfil C-4. Esse solo está constituído de formas distintas de adições, onde sedimentos coluviais e aluviais interagiram formando solos profundos.

A camada superior A_1 , horizonte de 30 cm de espessura, cor bruno-escuro (10 YR 3/3), textura franco-arenosa, moderada estrutura granular pequena e média, matéria orgânica de 1,03%, acidez com pH de 4,86, alumínio trocável de $0,50 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $2,16 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $4,06 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 53%. A camada seguinte A_2 , horizonte de 30 cm de espessura, cor bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2), textura franco-arenosa, moderada estrutura granular pequena e média, matéria orgânica de 0,46%, acidez com pH de 5,16, alumínio trocável de $0,30 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $2,24 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $4,44 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 50%.

A camada inferior A_3 , horizonte de 30 cm de espessura, cor bruno (10 YR 4/3), textura franco-arenosa, moderada estrutura granular pequena e média, matéria orgânica de 0,17%, acidez com pH de 5,42, alumínio trocável de $0,30 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $2,71 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $4,11 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 66%.

A camada mais argilosa inferior Bt_1 , horizonte de 20 cm de espessura, cor bruno (10 YR 4/3), textura franco-argilo-arenosa, moderada estrutura de blocos subangulares pequenos e médios, matéria orgânica de 0,08%, acidez com pH de 5,59, alumínio trocável de $0,20 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $4,51 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $5,81 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 78%.

A camada inferior Bt_2 , horizonte de 40 cm de espessura, cor bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4), textura franco-arenosa, moderada estrutura granular pequena e média, matéria orgânica de 0,29%, acidez com pH de 5,38, alumínio trocável de $0,50 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de

$5,91 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $7,61 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 78%.

Este solo está sendo situado como Argissolo Acinzentado Tb Eutrófico planossólico, embora seja transicional para as ordens dos gleissolos e planossolos. São perfis que se situam em lombadas mais recentes. Não desenvolveram ainda o início de um horizonte alábico (E) próprio dos planossolos. Comportam-se como lombadas com uma intensidade parcial de hidromorfismo.

Em terraço, na borda da lombada fluvial, solos mal drenados são evidenciados com cores mais cinzentas do que o perfil anterior.

O perfil C-7 contempla solos gleisados com alguma drenagem interna formando um horizonte E (alábico).

Estão representados por uma camada superior A_1 , horizonte de 20 cm de espessura, cor bruno-escuro (10 YR 3/3), textura franco-arenosa, moderada estrutura granular e blocos subangulares médios, matéria orgânica de 2,14%, acidez com pH de 5,44, alumínio trocável de $0,40 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $3,46 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $5,86 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 59%.

A camada inferior A_2 , horizonte de 20 cm de espessura, cor bruno-escuro (10 YR 3/3), textura franco-arenosa, moderada estrutura granular e blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,83%, acidez com pH de 5,26, alumínio trocável de $2,00 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $4,33 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $7,53 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 58%.

A camada mais clara superior Eg, horizonte de 15 cm de espessura, cor bruno-amarelado-escuro (10 YR 5/3), textura argilosa, fraca estrutura granular e blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,84%, acidez com pH de 5,34, alumínio trocável de $2,90 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $5,59 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $8,99 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 62%.

A camada argilosa superior Btg₁, horizonte de 10 cm de espessura, cor bruno-amarelado- escuro (10 YR 5/6), textura argilosa, moderada estrutura de blocos angulares e blocos subangulares médios e grandes, matéria orgânica de 1,31%, acidez com pH de 5,21, alumínio trocável de 2,70 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 5,47 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 8,17 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 67%.

A camada argilosa inferior Btg₂, horizonte de 25 cm de espessura, cor bruno-amarelado- escuro (10 YR 5/6), textura argilosa, moderada estrutura de blocos angulares e blocos subangulares médios e grandes, matéria orgânica de 1,05%, acidez com pH de 5,35, alumínio trocável de 3,30 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 5,20 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 9,10 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 57%.

A camada inferior Cg, horizonte de 30 cm de espessura, cor bruno-pálido (10 YR 6/3), textura argilosa, estrutura de blocos angulares grandes, matéria orgânica de 0,69%, acidez com pH de 5,38, alumínio trocável de 3,00 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 6,01 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 9,71 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 62%. São denominados de Gleissolos Melânicos Tb Eutróficos planossólicos. A configuração é de um horizonte E mais claro, com início de cores acinzentadas, sem entretanto perder argila por iluviação, o que indicaria uma degradação inicial do planossolo antigo.

Nas lombadas mais antigas sem sedimentos coluviais se estabelecem os planossolos mais atípicos e antigos. São profundos dentro das proposições que se supõe que os planossolos tenderiam a chegar.

Estão representados pelo perfil C-8. Este solo possui uma camada superior , horizonte A₁ de 15 cm de espessura, cor bruno escuro (10 YR 3/3), textura franco-arenosa, fraca estrutura granular e blocos subangulares pequenos, matéria orgânica de 3,01%, acidez com pH de 5,23, alumínio trocável de 0,30 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 2,72 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 4,22 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 64%.

A camada inferior A₂, horizonte de 20 cm de espessura, cor bruno escuro (10 YR 5/3), textura franco-arenosa, fraca estrutura granular e blocos subangulares pequenos, matéria orgânica de 2,22%, acidez com pH de 4,99, alumínio trocável de 1,00 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 1,51 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 3,31 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 46%.

A camada clara inferior Eg₁, horizonte de 25 cm de espessura, cor bruno escuro (10 YR 5/3), textura franco-arenosa, fraca estrutura granular e blocos subangulares pequenos, matéria orgânica de 2,22%, acidez com pH de 4,74, alumínio trocável de 2,00 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 1,23 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 3,23 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 38%.

A camada clara intermediária Eg₂, horizonte de 15 cm de espessura, cor bruno escuro (10 YR 5/3), textura franco-arenosa, fraca estrutura granular e blocos subangulares pequenos, matéria orgânica de 0,76%, acidez com pH de 4,84, alumínio trocável de 2,00 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 0,94 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 3,44 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 27%.

A camada clara inferior Eg₃, horizonte de 15 cm de espessura, cor bruno amarelado (10 YR 5/3), textura franco-argilo-arenosa, matéria orgânica de 0,90%, acidez com pH de 4,66, alumínio trocável de 4,00 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 3,47 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 7,97 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 44%.

A camada textural argilosa posterior Btg, horizonte de 30 cm de espessura, cor bruno (10 YR 5/3), textura argilosa, maciça estrutura de blocos subangulares, matéria orgânica de 0,93%, acidez com pH de 4,59, alumínio trocável de 3,20 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 4,28 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 7,88 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 54% (Tabelas 11 e 12).

São planossolos que já foram degradados pelos processos erosivos internos aumentando a espessura do horizonte alábico (E) e removendo as

argilas das superfícies do horizonte Bt. O ferro mobilizado no horizonte A flui para o horizonte E onde se soma às concreções não remobilizadas.

Na taxonomia atual, Embrapa (2006), esses solos estão sendo situados como Planossolo Háplico Eutróficos arênicos ou gleissólicos. Os planossolos (salvo os alcalinos) passam a ser diferenciados no nível de grande grupo somente situados na borda dessa planície onde há sedimentos pré-intemperizados conforme perfil (C-9).

Este planossolo profundo está descrito por uma camada superficial, horizonte A_1 , de 25 cm de espessura, cor bruno-acinzentado (10 YR 5/2), textura franco-arenosa, matéria orgânica de 0,93%, acidez definida por pH de 5,21, alumínio trocável de $1,10 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $2,21 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de $4,51 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis de 49%.

A camada inferior, horizonte A_{2r} , de 15 cm de espessura, cor bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 5/2), textura franco-arenosa, matéria orgânica de 0,30%, acidez definida por pH de 5,47, alumínio trocável de $1,00 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $1,50 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de $4,40 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis de 43%.

A camada abaixo, horizonte E, de 15 cm de espessura, cor bruno-acinzentado (10 YR 5/2), textura franco-arenosa, matéria orgânica 0,53%, acidez em pH de 5,42, alumínio trocável de $1,20 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $1,30 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions $3,10 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação de bases trocáveis de 42%.

A camada inferior, horizonte Btg de 20 cm de espessura, cor bruno (10 YR 5/3), textura argilosa, moderada estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 0,26%, acidez com pH de 5,57, alumínio trocável de $1,00 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $0,90 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $2,20 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 41% (Tabelas 13 e 14).



Fig. 26. Lombadas de bordas de colinas com sedimentos coluviais. Há menos hidromorfismo na formação do solo.



Fig. 27. Lombada de borda de colina onde a forma da deposição coluvial parece ser responsável pela sedimentação gradativa que constrói essas leves ondulações.

Estes solos dessas lombadas fluviais antigas têm sido classificados como Planossolos Háplicos Alíticos gleissólicos. Aparentam os terraços mais antigos, com a diferenciação de horizontes acentuadas pela maior permeabilidade dos estratos arenosos.



Fig. 28. Lombada com planossolos antigos, muito intemperizados e profundos. Não devem se agrupar comodamente nos critérios taxionômicos dos planossolos das planícies pleistocênicas que são mais rasos.



Fig. 30. Gleissolo Melânico Tb Distrófico planossólico nas bordas das lombadas.



Fig. 29. Cultivos de sequeiro nas bordas das lombadas.



Fig. 31. Conjunto de relevos diferenciados de planície, lombada e coxilhas ao longe.



Fig. 32. Argissolo Acinzentado Eutrófico planossólico em lombadas interrelacionadas com as coxilhas.



Fig. 33. Lombada no interior das planícies marinhas com adição suplementar de sedimentos fluviais.



Fig. 34. Lombadas antigas com o horizonte Btg₁ em processo de transformação para horizonte E.



Fig. 35. Lombadas antigas da planície do arroio Santa Isabel. Planossolos com horizontes Bt₁ em fase de decomposição e desagregação (transformação).

Os solos de lombadas situados neste contexto de relevo suave ondulado a plano, de sedimentos franco-arenosos a franco-argilo-arenosos (ambiente deltáico) depositados sobre sedimentos argilosos marinhos (Formação Graxaim), evoluíram desde o final do Terciário em condições de maior variabilidade (clima) do que os solos das planícies localizados em cotas inferiores no nível antigo do mar (Planície Alta).

A generalização desses solos nunca foi um consenso comum, pois se o relevo por hora se tornou modificado, isso pode não ter ocorrido em épocas passadas, quando poderia ter outra configuração.

Essa variabilidade da associação do grau de drenagem passada e variações do clima, atuaram formando perfis, onde alguns conjuntos de fatores se acentuam descaracterizando ordens ou evidenciando outros fatores que poderiam constituir sub-ordens etc.

Com isso, Sombroek (1969), analisando lombadas que cercam a lagoa Mirim, desde o Uruguai até Pelotas, acentuou que seus solos compunham uma associação variável, tendo do sul para norte, em função principalmente do material de origem, uma maior fertilidade. Caracterizou as lombadas próximas a lagoa dos Patos como associações de planossolos profundos, álbicos (E) e distróficos com luvisolos planossólicos (Fig. 26 a 35).

Tabela 7. Informações do perfil C-4 da unidade La. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico planossólico; Soil Taxonomy – Aeric Albaqualf. b) Localização: coordenadas = 389.664, 6.573.160, altitude = 066 m. c) Geologia regional: sedimentos fluviais do final do Terciário. d) Material de origem: sedimentos coluviais. e) Geomorfologia: lombada sedimentar. f) Situação do perfil: borda de lombada. g) Declividade: 2%. h) Erosão: não há. i) Relevo: plano a suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: nula. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: mal drenado. o) Vegetação: campestre. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-30	Bruno-escuro (10 YR 3/3) úmido; franco-arenosa; estrutura granular pequena e média, moderada; lig. duro, muito friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição gradual e plana.
A ₂	30-60	Bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2) úmido; franco-arenosa; estrutura granular pequena e média, moderada; lig. duro, muito friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição clara e plana.
A ₃	60-90	Bruno (10 YR 4/3) úmido; franco-arenosa; estrutura granular pequena e média, moderada; lig. duro, muito friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição clara e plana.
Bt ₁	90-110	Bruno (10 YR 4/3) franco-argilo-arenosa; blocos subangulares médios e pequenos, moderada; muito pegajoso, muito plástico, firme, muito duro; películas de argila comuns, forte; transição difusa e plana.
Bt ₂	110-150	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4) úmido; franco-arenosa; estrutura granular pequena e média, moderada; lig. duro, muito friável, lig. plástico, lig. pegajoso.

Tabela 8. Resultados das análises do perfil C-4 da unidade La. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

		Horizontes				
Fatores		A ₁	A ₂	A ₃	Bt ₁	Bt ₂
Espessura	(cm)	0-30	30-60	60-90	90-110	110-150
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	6,00	2,70	1,00	0,50	0,17
M. O.	%	1,03	0,46	0,17	0,08	0,29
P	(mg kg ⁻¹)	0,60	0,60	0,30	0,80	0,50
pH (H ₂ O)	-	4,86	5,16	5,42	5,59	5,38
pH (KCl)	-	4,05	4,16	4,23	4,31	4,12
Ca	(cmol _c kg ⁻¹)	1,10	1,40	1,70	2,70	3,40
Mg	"	0,80	0,70	0,90	1,60	2,30
K	"	0,23	0,12	0,08	0,16	0,17
Na	"	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04
S	"	2,16	2,24	2,71	4,51	5,91
Al	"	0,50	0,30	0,30	0,20	0,50
H + Al	"	1,90	2,20	1,40	1,30	1,70
T	"	4,06	4,44	4,11	5,81	7,61
T(arg.)	"	31	29	27	24	22
V	%	53	50	66	78	78
Sat. Al	"	19	12	10	4	8
Fe (total)	"	-	-	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-
Cascalho	"	6	4	15	66	72
Areia grossa	"	281	289	300	299	269
Areia fina	"	373	341	319	276	218
Silte	"	213	217	227	185	167
Argila	"	133	153	154	240	346
Argila natural	"	13	35	14	90	62
Agregação	%	90	77	91	63	82
Silte/argila	-	1,60	1,42	1,47	0,77	0,48
Textura	-	SL	SL	SL	SCL	SCL

SL – franco-arenosa, SCL – franco-argilo-arenosa

Tabela 9. Informações do perfil C-7 da unidade La. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico planossólico; Soil Taxonomy – Aeríc Albaqualf. b) Localização: coordenadas = 394.407, 6.557.786, altitude = 040 m. c) Geologia regional: sedimentos terciários fluviais e coluviais. d) Material de origem: sedimentos coluviais. e) Geomorfologia: lombadas. f) Situação do perfil: borda de lombada. g) Declividade: 2%. h) Erosão: não há. i) Relevo: plano. j) Suscetibilidade à erosão: não há. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: mal drenado. o) Vegetação: campestre. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Bruno-escuro (10 YR 3/3) úmido; franco-arenosa; granular e blocos subangulares médios, moderada; duro, muito friável, plástico, pegajoso; transição gradual e plana.
A ₂	20-40	Bruno-escuro (10 YR 3/3) úmido; franco-arenosa; granular e blocos subangulares médios, moderada; duro, muito friável, plástico, pegajoso; transição gradual e plana.
Eg	40-55	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 5/3) úmido; argilosa, blocos angulares e subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, duro, friável; transição clara e plana.
Btg ₁	55-65	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 5/6) úmido; argilosa; blocos angulares e subangulares médios e grandes, moderada; muito pegajoso, muito plástico, firme, duro; transição gradual e plana.
Btg ₂	65-90	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 5/6) úmido; argilosa; blocos angulares e subangulares médios e grandes, moderada; muito pegajoso, muito plástico, firme, duro; transição gradual e plana.
Cg	90-120	Bruno-pálido (10 YR 6/3) úmido; argilosa; maciça que se desfaz em blocos angulares grandes, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável.

Tabela 10. Resultados das análises do perfil C-7 da unidade La. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

		Horizontes					
Fatores		A ₁	A ₂	Eg	Btg ₁	Btg ₂	Cg
Espessura	(cm)	0-20	20-40	40-55	55-65	65-90	90-120
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	12,40	10,60	10,70	7,60	6,10	4,00
M. O.	%	2,14	1,83	1,84	1,31	1,05	0,69
P	(mg kg ⁻¹)	0,60	0,30	0,50	0,30	0,50	0,50
pH (H ₂ O)	-	5,44	5,26	5,34	5,21	5,35	5,38
pH (KCl)	-	4,27	3,90	3,87	3,85	3,84	3,80
Ca	(cmol _c kg ⁻¹)	1,70	2,40	3,00	2,80	2,60	2,90
Mg	"	1,30	1,60	2,30	2,40	2,40	2,90
K	"	0,41	0,27	0,24	0,22	0,15	0,16
Na	"	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
S	"	3,46	4,33	5,59	5,47	5,20	6,01
Al	"	0,40	2,00	2,90	2,70	3,30	3,00
H + Al	"	2,40	3,20	3,40	2,70	3,90	3,70
T	"	5,86	7,53	8,99	8,17	9,10	9,71
T(arg.)	"	27	18	16	15	18	23
V	%	59	58	62	67	57	62
Sat. Al	"	10	32	34	27	39	33
Fe (total)	"	-	-	-	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-	-
Cascalho	"	15	25	45	112	133	202
Areia grossa	"	242	274	218	190	235	291
Areia fina	"	347	235	177	182	198	173
Silte	"	193	82	60	87	83	105
Argila	"	218	409	545	541	484	431
Argila natural	"	0,8	34	160	82	121	89
Agregação	%	99	92	71	85	75	79
Silte/argila	-	0,89	0,20	0,11	0,16	0,17	0,24
Textura	-	SCL	SC	C	C	C	C

C – argilosa, SCL – franco-argilo-arenosa, SC – argila-arenosa

Tabela 11. Informações do perfil C-8 da unidade Lo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: PLANOSSOLO HÁPLICO Alítico gleissólico; Soil Taxonomy – Aeris Albaqualf. b) Localização: coordenadas = 401.795, 6.553.187, altitude = 030 m. c) Geologia regional: sedimentos fluviais sobre sedimentos marinhos. d) Material de origem: sedimentos fluviais do Terciário. e) Geomorfologia: lombada fluvial. f) Situação do perfil: centro de lombada. g) Declividade: 2%. h) Erosão: não há. i) Relevo: plano. j) Suscetibilidade à erosão: nula. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: mal drenado. o) Vegetação: campestre. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-15	Bruno-escuro (10 YR 3/3) úmido; franco-arenosa; granular e blocos subangulares pequenos, fraca; lig. duro, muito friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição gradual e plana.
A ₂	15-35	Bruno-escuro (10 YR 5/3) úmido; franco-arenosa; granular e blocos subangulares pequenos, fraca; lig. duro, muito friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição gradual e plana.
Eg ₁	35-60	Bruno-escuro (10 YR 5/3) úmido; franco-arenosa; granular e blocos subangulares pequenos, fraca; lig. duro, muito friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição gradual e plana.
Eg ₂	60-75	Bruno-escuro (10 YR 5/3) úmido; franco-arenosa; granular e blocos subangulares pequenos, fraca; lig. duro, muito friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição gradual e plana.
Eg ₃	75-90	Bruno-amarelado (10 YR 5/4) úmido; franco-argilo-arenosa ; friável, plástico, pegajoso; concreções de ferro duras, redondas, pequenas e medias; transição gradual e plana.
2Btg ₁	90-120	Bruno (10 YR 5/3) úmido; mosqueado cinzento abundante e variegado; argilosa; maciça que se quebra em blocos angulares; muito pegajoso, muito plástico, muito firme, muito duro.

Tabela 12. Resultados das análises do perfil C-8 da unidade Lo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

		Horizontes					
Fatores		A ₁	A ₂	Eg ₁	Eg ₂	Eg ₃	2Btg ₁
Espessura	(cm)	0-15	15-35	35-60	60-75	75-90	90-120
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	17,50	12,90	12,90	4,40	6,00	6,00
M. O.	%	3,01	2,22	2,22	0,76	1,03	0,93
P	(mg kg ⁻¹)	2,20	1,40	0,70	2,00	0,90	0,80
pH (H ₂ O)	-	5,23	4,99	4,74	4,84	4,66	4,59
pH (KCl)	-	4,13	3,90	3,82	3,79	3,58	3,60
Ca	(cmol _c kg ⁻¹)	1,30	0,40	0,20	0,30	0,40	1,10
Mg	"	1,00	0,80	0,70	0,30	2,60	2,90
K	"	0,27	0,13	0,12	0,22	0,29	0,12
Na	"	0,15	0,18	0,21	0,12	0,18	0,16
S	"	2,72	1,51	1,23	0,94	3,47	4,28
Al	"	0,30	1,00	2,00	2,00	4,00	3,20
H + Al	"	1,50	1,80	2,00	2,50	4,50	3,60
T	"	4,22	3,31	3,23	3,44	7,97	7,88
T(arg.)	"	24	16	15	14	22	18
V	%	64	46	38	27	44	54
Sat. Al	"	10	40	62	68	54	43
Fe (total)	"	-	-	-	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-	-
Cascalho	"	4	3	39	142	63	13
Areia grossa	"	274	302	260	266	205	158
Areia fina	"	405	403	402	357	313	217
Silte	"	143	89	128	137	121	197
Argila	"	178	206	210	240	361	428
Argila natural	"	12	10	49	0,40	43	65
Agregação	%	93	95	77	99	88	84
Silte/argila	-	0,80	0,43	0,60	0,57	0,33	0,46
Textura	-	SL	SCL	SCL	SCL	SC	C

C – argilosa, SCL – franco-argilo-arenosa, SC – argilo-arenosa, SL – franco-arenosa

Tabela 13. Informações do perfil C-9 da unidade Lo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Distrófico gleissólico; Soil Taxonomy – Mollic Albaqualf. b) Localização: coordenadas = 411.167, 6.574.755, altitude = 025 m. c) Geologia regional: sedimentos marinhos pleistocênicos. d) Material de origem: sedimentos argilosos. e) Geomorfologia: planície litorânea. f) Situação do perfil: centro de planície. g) Declividade: < 1%. h) Erosão: não há. i) Relevo: plano. j) Suscetibilidade à erosão: nula. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: mal drenado. o) Vegetação: campestre. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-25	Bruno-acinzentado (10 YR 5/2) úmido; franco-arenosa, maciça; muito duro, friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição gradual e plana.
A ₂	25-40	Bruno-acinzentado-muito-escuro (10 YR 3/2) úmido; franco-arenosa, maciça; muito duro, friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição gradual e plana.
E	40-55	Bruno-acinzentado (10 YR 5/2) úmido; franco-arenosa, maciça; duro, friável, lig. plástico, lig. pegajoso; transição clara e plana.
Btg	55-75	Bruno (10 YR 5/3) úmido; argilosa; blocos subangulares médios, moderada; muito duro, firme, lig. plástico, lig. pegajoso; películas de argila abundantes, forte; transição difusa e plana.

Tabela 14. Resultados das análises do perfil C-9 da unidade Lo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

Fatores	Horizontes			
	A ₁	A ₂	E	Btg
Espessura (cm)	0-25	25-40	40-55	55-75
C. orgânico (g kg ⁻¹)	5,40	7,20	3,10	1,50
M. O. %	0,93	1,24	0,53	0,26
P (mg kg ⁻¹)	0,60	0,30	0,50	0,50
pH (H ₂ O)	5,21	5,47	5,42	5,57
pH (KCl)	4,08	4,19	4,11	4,03
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	1,20	1,10	0,60	0,40
Mg "	0,90	0,70	0,60	0,40
K "	0,04	0,04	0,05	0,04
Na "	0,07	0,06	0,05	0,06
S "	2,21	1,90	1,30	0,90
Al "	1,10	1,00	1,20	1,00
H + Al "	2,30	2,50	1,80	1,30
T "	4,51	4,40	3,10	2,20
T(arg.) "	23	21	15	12
V %	49	43	42	41
Sat. Al "	33	34	48	53
Fe (total) "	-	-	-	-
Calhaus (g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho "	12	4	25	31
Areia grossa "	287	292	319	333
Areia fina "	354	336	340	270
Silte "	161	164	138	214
Argila "	198	208	203	-
Argila natural "	3	6	9	5
Agregação %	98	97	96	92
Silte/argila -	0,81	0,79	0,68	1,16
Textura -	SL	SCL	SCL	C

C – argilosa, SCL – franco-argilo-arenosa, SL – franco-arenosa

Coxilha (Co)

São as formas de um relevo antigo, que variam de suave ondulado, junto as lombadas, a ondulado no contato com terras altas. São formas de colinas arredondadas, suavizadas e lisas, sem arestas que se dissecam pelos processos erosivos através de um eixo comum constituindo um espigão. São colinas antigas que formam elevações modeladas sobre rochas graníticas diferenciadas, mas que normalmente constituíram solos e relevo semelhantes. As características morfológicas geralmente são comparáveis. O tempo e os climas passados quentes e úmidos constituíram solos profundos e muito intemperizados que ainda respaldam uma savana antiga. São formas de relevo que se situam nas cotas abaixo de 120 m constituindo um cinturão em torno das bordas das lagoas, de fossas tectônicas e foz dos grandes rios no interior do planalto. Estes solos antigos não resistiram aos processos erosivos das regiões mais altas e foram erodidos. As perdas destes solos superficiais profundos laterizados acentuaram os

processos erosivos do planalto nas terras altas destruindo os relevos de platôs e coxilhas antigos.

No geral são superfícies de relevo ondulado, com solos pré-laterizados, mais conservados, situados na borda da serra. Nestas superfícies com vegetação de gramíneas, observa-se que a homogeneização do solo foi intensa. O clima atuou com tanta intensidade que tornou o fator relativo ao material de origem de pouca relevância, o que não ocorre nos outros solos da região. Mesmo nas coxilhas onde houve ocorrências de tectonismo, formaram-se solos profundos, com características semelhantes, sobre rochas com consistência própria de rochas vulcânicas.

Em geral, estas superfícies são compostas por topos planos roliços, estreitos e sinuosos, com uma encosta pequena, com declive muito forte, altamente suscetíveis à erosão laminar e em sulcos. Esta encosta normalmente não é cultivada e as vertentes de água no sopé, onde se formam pequenos banhados de forma circular com árvores

na periferia, têm sido conservadas. A outra encosta normalmente se torna extensa com declives mais suaves. Para Sombroek (1969), seria de se supor a existência, no fim do período Terciário, de um planalto fluvio-marinho na borda do mar. As coxilhas seriam os restos desse planalto corroído pelos processos erosivos no período Quaternário. Entretanto, não existem vestígios (leitos fossilíferos, sedimentos etc.) que comprovem essa hipótese.

No geral os solos são profundos, vermelhos, distróficos e cauliniticos. Há poucas variações em relação a grandes grupos.

Em encosta de coxilha foi coletado o perfil C-5. Este solo possui uma camada superficial, horizonte A de 20 cm de espessura, cor vermelho (2,5 YR 4/6), textura franco-arenosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 1,91%, acidez com pH de 5,18, alumínio trocável de $0,80 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $2,86 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $4,76 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 60%.

A camada inferior, horizonte A/B de 25 cm de espessura, cor vermelho (2,5 YR 4/6), textura franco-arenosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 2,19%, acidez com pH de 4,77, alumínio trocável de $2,70 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $1,80 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $4,70 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 38%.

A camada argilosa superior, horizonte Bt_1 de 35 cm de espessura, cor vermelho (2,5 YR 4/6), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 0,98%, acidez com pH de 4,60, alumínio trocável de $3,30 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $1,12 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $4,92 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 23%.

A camada argilosa inferior, horizonte Bt_2 de 40 cm de espessura, possui cor vermelho (2,5 YR 4/6)

textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 0,76%, acidez com pH de 4,80, alumínio trocável de $3,40 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $1,21 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $5,11 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 24%.

A camada inferior, que representa a rocha em decomposição e desagregação, horizonte C de 50 cm de espessura, cor vermelho (2,5 YR 4/6), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios e pequenos, matéria orgânica de 0,24%, acidez com pH de 4,98, alumínio trocável de $3,50 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de $1,31 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de $5,01 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 26%.

Este solo representa os Argissolos Vermelhos Tb Distróficos típicos ou lépticos no terço superior das colinas onde os processos erosivos aplainaram os topos (Fig. 36 a 42).



Fig. 36. Argissolo Vermelho Tb Distrófico típico comum nas coxilhas que cercam o planalto.



Fig. 37. Topos de espigões com Argissolos Vermelhos Tb Distróficos lépticos foram parcialmente erodidos no processo natural de formação do relevo.



Fig. 38. Coxilhas com cultivos de eucaliptos nos topos dos espigões com formas arredondadas de meias-laranjas.



Fig. 39. Argissolo Vermelho Distrófico plântico que ocorre nas meias-encostas em virtude da hidratação parcial dos compostos ferruginosos parcialmente laterizados.



Fig. 40. Formas de relevo de coxilhas de relevo suave ondulado onde a drenagem segue um entalhe pouco profundo longitudinal (pouco comum).



Fig. 41. Pastagem de inverno cultivada nas coxilhas sem medidas de controle de erosão.



Fig. 42. Argissolo Vermelho Distrófico típico comumente pouco profundo em coxilha aplainada pelo processo erosivo.

Tabela 15. Informações do perfil C-5 da unidade Co. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico; Soil Taxonomy – Rhodic Kandudult. b) Localização: coordenadas = 397.462, 6.567.806, altitude = 064 m. c) Geologia regional: formações Dom Feliciano. d) Material de origem: monzogranitos. e) Geomorfologia: coxilhas. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: 5 a 15%. h) Erosão: não há. i) Relevo: ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: campestre. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A	0-20	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido; franco-arenosa; blocos subangulares médios e pequenos, fraca; lig. pegajoso, lig. plástico, firme, duro; transição gradual e plana.
A/B	20-45	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido; franco-arenosa; blocos subangulares médios e pequenos, fraca; lig. pegajoso, lig. plástico, firme, duro; transição gradual e plana.
Bt ₁	45-80	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido; argilosa; blocos subangulares médios e pequenos, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bt ₂	90-110	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido; argilosa; blocos subangulares médios e pequenos, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro; transição gradual e plana.
C	110-150	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido; argilosa; blocos subangulares médios e pequenos, fraca; muito pegajoso, muito plástico, friável, lig. duro.

Tabela 16. Resultados das análises do perfil C-5 da unidade Co. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

		Horizontes				
Fatores		A	A/B	Bt ₁	Bt ₂	C
Espessura	(cm)	0-20	20-45	45-80	80-120	120-170
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	11,10	12,70	5,70	4,40	1,40
M. O.	%	1,91	2,19	0,98	0,76	0,24
P	(mg kg ⁻¹)	1,10	0,30	0,10	0,10	0,10
pH (H ₂ O)	-	5,18	4,77	4,60	4,80	4,98
pH (KCl)	-	4,03	3,92	3,96	3,95	3,94
Ca	(cmol _c kg ⁻¹)	1,10	0,80	0,40	0,30	0,20
Mg	"	1,40	0,70	0,50	0,40	0,60
K	"	0,30	0,20	0,16	0,19	0,19
Na	"	0,06	0,10	0,06	0,32	0,32
S	"	2,86	1,80	1,12	1,21	1,31
Al	"	0,80	2,70	3,30	3,40	3,50
H + Al	"	1,90	2,90	3,80	3,90	3,70
T	"	4,76	4,70	4,92	5,11	5,01
T(arg.)	"	17	9	9	9	15
V	%	60	38	23	24	26
Sat. Al	"	22	60	75	74	73
Fe (total)	"	-	-	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-
Cascalho	"	66	111	54	27	18
Areia grossa	"	171	167	180	129	177
Areia fina	"	415	108	103	141	263
Silte	"	140	192	161	152	230
Argila	"	274	533	556	578	330
Argila natural	"	142	92	6	8	5
Agregação	%	48	83	99	99	98
Silte/argila	-	0,51	0,36	0,29	0,26	0,70
Textura	-	SCL	C	C	C	SCL

C – argilosa, SCL – franco-argilo-arenosa

Terra Alta (Ta)

São as terras situadas entre as bordas das coxilhas e os platôs graníticos que apresentam, após os processos erosivos, algum aplainamento, constituindo superfícies com baixos declives onde se constituem solos pouco profundos e relativamente férteis distintos dos que se formam nas coxilhas e nas serras.

Nesta unidade situam-se as terras altas, de relevo ondulado, onde a dissecação removeu totalmente as superfícies antigas e mantém as formas agudas e ásperas que caracterizam um relevo moderno. Entretanto, o relevo, embora com superfícies residuais recentes e rasas, às vezes rochosas, não apresenta características íngremes que lembrem as serras.

São áreas que se alternam entre superfícies favoráveis ao uso agrícola, pelas suas encostas com declives inferiores a 20%, e áreas onde as fraturas no embasamento cristalino proporcionam algumas ocorrências de rochosidade e declives mais acentuados. Os solos variam entre rasos e pouco profundos.

Os solos mais rasos estão descritos como Cambissolo Háplico Tb Distrófico úmbrico. Este solo apresenta horizonte superficial A_1 , de 20 cm de espessura, possui cor bruno (10 YR 4/3) textura franco-arenosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,33%, acidez com pH de 5,26, alumínio trocável de 0,60 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de 1,74 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de 3,44 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 51%.

O horizonte A_2 , de 25 cm de espessura, possui cor bruno (10 YR 4/3) textura franco-arenosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,07%, acidez com pH de 5,37, alumínio trocável de 0,80 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de 2,13 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de 3,83 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 56%.

A camada inferior é definida por um horizonte B_i , de 5 cm de espessura, cor bruno amarelado escuro (10 YR 3/4), textura argilo-arenosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria

orgânica de 1,33%, acidez com pH de 5,01, alumínio trocável de 3,10 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de 2,67 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de 6,67 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 40%.

A camada inferior, horizonte C, de 30 cm de espessura, cor vermelho amarelado (5 YR 5/8) textura franco-arenosa, matéria orgânica de 0,17%, acidez com pH de 5,11, alumínio trocável de 2,70 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de 2,86 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de 5,66 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 52%.

Localmente estas superfícies estão situadas como terras de relevo ondulado a suave ondulado, que sofreram processos muito antigos de aplainamentos, formando vales amplos ou nascentes de bacias hidrográficas de baixa carga hidráulica atual. Nessas áreas, geralmente, situam-se superfícies homogêneas nas encostas, com solos que pouco variam em função das poucas alterações geológicas das rochas graníticas. O relevo mais antigo contempla as colinas mais aplainadas das terras altas, onde as formas agudas são substituídas por topos mais suave-arredondados. Nesses vales, os processos de remoção atuais são de baixa intensidade. Com isso, a tendência geral é de ocorrência de superfícies menos agudas, com encostas mais suaves.

Nas superfícies com declives mais favoráveis, situam-se solos pouco profundos, anteriormente denominados de podzólicos bruno-acinzentados distróficos ou, ocasionalmente, eutróficos (IBGE, 1986).

Conforme Brasil (1973), esta região do planalto está situada como unidade de solo Bexigoso. Localmente, entretanto, os solos são mais ácidos e menos férteis.

Este solo local, conforme Embrapa (2006), situa-se na classe dos Argissolos Amarelos Distróficos típicos. Outros solos mais rasos e cascalhentos apresentam-se nessas múltiplas variações de profundidade ao longo das encostas. Nesses granitos, o estabelecimento de um horizonte Bt, após a dissecação do relevo antigo, é sempre intermitente.

No geral, os perfis mais comuns apresentam uma camada superficial, horizonte A₁, de 20 cm de espessura, cor bruno-acinzentado (10 YR 3/3), fraca estrutura de blocos subangulares e granular pequena, matéria orgânica de 1,96%, acidez com pH de 5,36, alumínio trocável de 0,60 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 2,92 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 4,92 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 59%.

A camada posterior, horizonte A₂ de 20 cm de espessura, cor bruno (10 YR 4/3), textura argilosa, fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 2,26%, acidez com pH de 5,15, alumínio trocável de 3,50 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 3,14 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 7,44 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 42%.

A camada argilosa inferior, horizonte Bt₁, de 30 cm de espessura, cor bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6), fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,33%, acidez com pH de 5,09, alumínio trocável de 3,90 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 2,01 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 6,21 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 32%.

A camada seguinte, horizonte Bt₂ de 40 cm de espessura, cor bruno-amarelado (10 YR 4/6), fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 0,71%, acidez com pH de 5,07, alumínio trocável de 3,50 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 2,30 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 6,20 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 37%.

A camada inferior, horizonte Bt₃ de 20 cm de espessura, cor bruno-amarelado (10 YR 4/6), fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 0,79%, acidez com pH de 5,13, alumínio trocável de 2,80 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 2,41 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 5,31 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 45%.

A camada cascalhenta, horizonte C de 40 cm de espessura, cor bruno (10 YR 5/3), fraca estrutura de blocos subangulares médios, matéria orgânica de 0,43%, acidez com pH de 5,39,

alumínio trocável de 2,60 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 4,22 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 7,12 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 59%.

Quanto ao uso agrícola, essas colinas de relevo ondulado e solos rasos, têm sido muito utilizadas com uma agricultura familiar intensiva e os efeitos da erosão laminar são acentuados. Entretanto, grande parte das superfícies contêm encostas com declives < 20% que podem ter os efeitos da erosão controlados, se for estabelecida uma agricultura bem organizada. Nesse contexto, a caracterização da classe IVse, de capacidade de uso das terras, que prevê cultivos anuais alternados ou ocasionais, define o caminho inicial para o controle da erosão, que deve começar em algumas partes da região, por cultivos alternados com períodos de pousio quanto ao uso da terra.

Quanto à aptidão agrícola, a limitação referente à fertilidade é moderada (M) e a disponibilidade e o excesso de água são semelhantes às unidades anteriores. Entretanto, a suscetibilidade à erosão e o impedimento à mecanização são mais atenuados em declives menos íngremes. As limitações são moderada (M) a forte (F). Com isto, o sistema caracteriza as terras como pertencentes ao grupo 3(ab), ou seja, restrita a sistemas de manejo utilizados por pequenos e médios produtores (Fig. 43 a 49).



Fig. 43. Fundo de vale de terras altas onde os processos erosivos têm criado superfícies com solos poucos profundos, mas cultiváveis.



Fig. 44. Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico em encostas aplainadas sobre rochas graníticas.



Fig. 45. Áreas cultivadas nas terras altas usadas em uma agricultura familiar. Há cuidados gerais contra os processos erosivos provocados.



Fig. 46. Argissolo Amarelo Tb Distrófico léptico em encosta de colina cultivada anualmente.



Fig. 47. Intrusões de diabásios entre os granitos formando solos muito férteis e argilosos.



Fig. 48. Cambissolos Húmicos. Solos incipientes que se inserem e são removidos a medida que o granito se intemperiza profundamente. Normalmente são eutróficos e não estão contemplados na taxonomia atual.



Fig. 49. Argissolo Vermelho Distrófico típico de ocorrência ocasional nas Terras Altas.

Tabela 17. Informações do perfil C-3 da unidade Ta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico; Soil Taxonomy – Lithic Haplumbrept. b) Localização: coordenadas = 384.407, 6.576.502, altitude = 117 m. c) Geologia regional: complexo granítico Dom Feliciano. d) Material de origem: granitos. e) Geomorfologia: terras altas dissecadas. f) Situação do perfil: meia-encosta. g) Declividade: 15%. h) Erosão: moderada. i) Relevo: ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a forte. l) Pedregosidade: 2 a 5%. m) Rochosidade: 2 a 5%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: mata e capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Bruno (10 YR 4/3) úmido; franco-arenosa; granular e blocos subangulares médios, fraca; lig. plástico, lig. pegajoso, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
A ₂	20-45	Bruno (10 YR 4/3) úmido; franco-arenosa; granular e blocos subangulares médios, fraca; lig. plástico, lig. pegajoso, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bi	45-50	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 3/4) úmido; argilo-arenosa; blocos subangulares médios, fraca; plástico, pegajoso, duro, firme; transição clara e plana.
C	50-80	Vermelho-amarelado (5 YR 5/8) úmido; franco-arenosa; maciço; lig. plástico, lig. pegajoso, friável, duro.

Tabela 18. Resultados das análises do perfil C-3 da unidade Ta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

Fatores	Horizontes			
	A ₁	A ₂	Bi	C
Espessura (cm)	0-20	20-45	45-50	50-80
C. orgânico (g kg ⁻¹)	7,70	6,20	7,70	1,00
M. O. %	1,33	1,07	1,33	0,17
P (mg kg ⁻¹)	0,40	0,20	0,30	0,40
pH (H ₂ O)	5,26	5,37	5,01	5,11
pH (KCl)	4,02	4,07	3,91	3,93
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	0,70	1,40	1,70	1,80
Mg "	0,90	0,60	0,80	0,90
K "	0,11	0,09	0,07	0,07
Na "	0,03	0,04	0,10	0,09
S "	1,74	2,13	2,67	2,86
Al "	0,60	0,80	3,10	2,70
H + Al "	1,70	1,70	4,00	2,80
T "	3,44	3,83	6,67	5,66
T(arg.) "	04	30	19	29
V %	51	56	40	52
Sat. Al "	26	27	54	49
Fe (total) "	-	-	-	-
Calhaus (g kg ⁻¹) "	-	-	-	-
Cascalho "	464	499	208	159
Areia grossa "	543	472	319	343
Areia fina "	187	227	102	216
Silte "	184	175	219	247
Argila "	86	126	360	194
Argila natural "	16	60	58	47
Agregação %	81	52	84	76
Silte/argila -	2,14	1,39	0,61	1,27
Textura -	SL	SL	SC	SL

SL – franco-arenosa, SC - argila-arenosa

Tabela 19. Informações do perfil C-6 da unidade Ta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: ARGISSOLO AMARELO Tb Distrófico típico; Soil Taxonomy – Humic Oxyaquic Hapludulf. b) Localização: coordenadas = 393.287, 6.557.646, altitude = 090 m. c) Geologia regional: formação granítica Dom Feliciano. d) Material de origem: granitos localmente metamorfizados. e) Geomorfologia: colinas. f) Situação do perfil: meia-encosta. g) Declividade: 10 a 12%. h) Erosão: não há. i) Relevo: ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: 1%. n) Drenabilidade: imperfeitamente drenado. o) Vegetação: campestre. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Bruno-acinzentado (10 YR 3/3) úmido; blocos subangulares e granular pequena, fraca; lig. plástico, lig. pegajoso, firme, duro; transição gradual e plana.
A ₂	20-40	Bruno (10 YR 4/3) úmido; argilosa; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, firme, duro; transição clara e plana.
Bt ₁	40-70	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6) úmido; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, firme, duro; transição clara e plana.
Bt ₂	70-110	Bruno-amarelado (10 YR 4/6) úmido; blocos subangulares médios, fraca; muito pegajoso, muito plástico, firme, duro; transição clara e plana.
Bt ₃	110-130	Bruno-amarelado (10 YR 4/6) úmido; blocos subangulares médios, fraca; pegajoso, plástico, firme, duro; transição clara e plana.
C	130-170	Bruno (10 YR 5/3) úmido; blocos subangulares médios, fraca; pegajoso, plástico, firme, duro.

Tabela 20. Resultados das análises do perfil C-6 da unidade Ta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

Fatores		Horizontes					
		A ₁	A ₂	Bt ₁	Bt ₂	Bt ₃	C
Espessura	(cm)	0-20	20-40	40-70	70-110	110-130	130-170
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	11,70	13,10	7,70	4,10	4,60	2,50
M. O.	%	1,96	2,26	1,33	0,71	0,79	0,43
P	(mg kg ⁻¹)	0,20	0,30	0,10	0,30	0,30	0,30
pH (H ₂ O)	-	5,36	5,15	5,09	5,07	5,13	5,39
pH (KCl)	-	4,16	3,95	3,94	3,92	3,90	3,86
Ca	(cmol _c kg ⁻¹)	1,50	1,60	1,00	1,10	1,20	2,50
Mg	"	0,90	1,00	0,60	0,90	1,00	1,50
K	"	0,19	0,20	0,15	0,11	0,08	0,08
Na	"	0,33	0,34	0,26	0,19	0,13	0,14
S	"	2,92	3,14	2,01	2,30	2,41	4,22
Al	"	0,60	3,50	3,90	3,50	2,80	2,60
H + Al	"	2,00	4,30	4,20	3,90	2,90	2,90
T	"	4,92	7,44	6,21	6,20	5,31	7,12
T(arg.)	"	25	13	11	14	15	20
V	%	59	42	32	37	45	59
Sat. Al	"	17	53	66	60	54	38
Fe (total)	"	-	-	-	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-	-
Cascalho	"	249	213	217	129	82	86
Areia grossa	"	482	232	225	283	236	243
Areia fina	"	228	115	100	119	165	155
Silte	"	97	89	102	150	239	251
Argila	"	193	564	573	448	360	351
Argila natural	"	30	266	6	30	78	31
Agregação	%	84	53	99	93	78	91
Silte/argila	-	0,50	0,16	0,18	0,33	0,66	0,72
Textura	-	SL	C	C	C	SC	SC

C – argilosa, SL – franco-arenosa, SC - argila-arenosa

Serra (Sr)

São as formas de relevo íngremes que compõem as transições entre os degraus das coxilhas, mais baixos, e dos platôs graníticos elevados. São formas onde predominam os processos de formação de relevo de altos declives que estão em remoção contínua de sedimentos. Raros resíduos coluviais são mantidos. A maior parte é removida de forma acelerada causando vestígios que contrastam com as formas lisas das superfícies. Os afloramentos rochosos predominam nessas superfícies.

Os solos são rasos e cascalhentos, como o perfil C-2 coletado na meia encosta ao terço superior.

A camada superficial, horizonte A₁, de 20 cm de espessura, possui cor bruno-escuro (10 YR 3/3) textura franco-argilo-arenosa, fraca estrutura blocos subangulares e granular pequenos e médios, matéria orgânica de 2,14%, acidez com pH de 5,55, alumínio trocável de 0,30 cmol_cKg⁻¹,

soma de bases trocáveis de 3,69 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 5,59 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 66%.

A camada seguinte, horizonte A₂ de 15 cm de espessura, possui cor bruno-escuro (10 YR 3/3) textura franco-arenosa, fraca estrutura blocos subangulares e granular pequenos e médios, matéria orgânica de 1,27%, acidez com pH de 5,62, alumínio trocável de 0,30 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 3,86 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 5,56 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 69%.

A camada inferior, horizonte Bt, de 20 cm de espessura, possui cor bruno-amarelado muito escuro (10 YR 3/2) textura franco-argilo-arenosa, fraca estrutura blocos subangulares médios, matéria orgânica de 1,22%, acidez com pH de 5,74, alumínio trocável de 0,40 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 5,52 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 7,52 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 73%.

A camada cacalhenta, horizonte C de 45 cm de espessura, possui cor bruno-amarelado escuro(10 YR 3/4) textura franco-argilo-arenosa, fraca estrutura blocos subangulares médios, matéria orgânica de 0,69%, acidez com pH de 5,20, alumínio trocável de 1,60 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 3,25 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 5,25 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 62%.

Este solo está classificado conforme Embrapa (2006) como Argissolo Acinzentado Eutrófico léptico. Os solos rasos estão situados como Cambissolos Háplicos Tb Distróficos típicos e Neossolos Litólicos Distróficos e Eutróficos (Fig. 50 a 54).



Fig. 50. Cambissolo Húmico Eutrófico chernossolico, (taxonomia proposta) desenvolvido em intrusões de diabásio nas pequenas áreas de serra.



Fig. 51. Neossolo Litólico no terço superior das áreas de relevo forte ondulado com aspecto de serra.



Fig. 52. Borda de serra com vestígios da erosão causada pelo uso indevido dessas terras nos fortes declives locais.



Fig. 53. Formações rochosas graníticas isoladas que não foram destruídas pelos processos erosivos. São topos de complexos rochosos da Formação Dom Feliciano.



Fig. 54. Neossolo Litólico Eutrófico típico formado nas encostas da serra granítica.

Tabela 21. Informações do perfil C-2 da unidade Sr. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico léptico; Soil Taxonomy – Ultic Hapludalf. b) Localização: coordenadas = 380.669, 6.576.683, altitude = 155 m. c) Geologia regional: complexo granítico Dom Feliciano. d) Material de origem: granitos depósito coluvial. e) Geomorfologia: serras rochosas. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: 30%. h) Erosão: forte ondulado. i) Relevo: muito forte. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 10%. m) Rochosidade: 20%. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: mata e capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Bruno-escuro (10 YR 3/3) úmido; franco-argilo-arenosa; granular e blocos subangulares pequenos e médios, moderada; lig. plástico, lig. pegajoso, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
A ₂	20-35	Bruno-escuro (10 YR 3/3) úmido; franco-arenosa; granular e blocos subangulares pequenos e médios, moderada; lig. plástico, lig. pegajoso, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bt	35-55	Bruno-amarelado-muito escuro (10 YR 3/2) úmido; franco-argilo-arenosa; blocos subangulares médios, fraca; plástico, pegajoso, duro, firme; transição abrupta e quebrada.
C	55-100	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 3/4) úmido; franco-argilo-arenosa; blocos subangulares médios, fraca; lig. plástico, lig. pegajoso, duro, firme.

Chapada (Sr₀)

São as formas aplainadas altas dos blocos de granitos que deram início a formação do relevo local. São mesetas conservadas isoladas, com solos rasos e antigos onde os processos de remoção das partículas mantêm um alto desgaste erosivo, mas não suficiente para remover totalmente no tempo os resíduos dos topos das rochas graníticas.

Os solos formados em superfícies antigas, que se conservam isoladas, pouco a pouco são desgastados pelos processos erosivos. Na maior parte estão aflorando superfícies rochosas com solos incipientes.

Os solos mais antigos que compunham um capeamento regional são situados como Argissolos Vermelhos. Alguns ainda estão eutróficos e mais rasos do que os similares que

Tabela 22. Resultados das análises do perfil C-2 da unidade Sr. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

		Horizontes			
Fatores		A ₁	A ₂	Bt	C
Espessura (cm)		0-20	20-35	35-55	55-100
C. orgânico (g kg ⁻¹)		12,40	7,40	7,10	4,00
M. O. (%)		2,14	1,27	1,22	0,69
P (mg kg ⁻¹)		0,40	0,30	0,30	0,30
pH (H ₂ O)	-	5,55	5,62	5,74	5,20
pH (KCl)	-	4,31	4,28	4,19	3,93
Ca (cmol _c kg ⁻¹)		2,60	2,90	4,20	2,20
Mg	"	0,80	0,80	1,20	0,90
K	"	0,23	0,11	0,06	0,06
Na	"	0,06	0,05	0,06	0,09
S	"	3,69	3,86	5,52	3,25
Al	"	0,30	0,30	0,40	1,60
H + Al	"	1,90	1,70	2,00	2,00
T	"	5,59	5,56	7,52	5,25
T(arg.)	"	27	39	25	32
V (%)		66	69	73	62
Sat. Al	"	8	7	7	33
Fe (total)	"	-	-	-	-
Calhaus (g kg ⁻¹)		-	-	-	-
Cascalho	"	147	258	263	212
Areia grossa	"	313	359	402	412
Areia fina	"	317	282	136	182
Silte	"	162	215	163	240
Argila	"	208	144	299	166
Argila natural	"	31	42	68	47
Agregação (%)		85	71	77	72
Silte/argila	-	0,78	1,49	0,55	1,45
Textura	-	SCL	SL	SCL	SL

SL – franco-arenosa, SCL- franco-argilo-arenosa

ainda restam nas coxilhas.

A camada A₁, de 20 cm de espessura, cor bruno-avermelhado (5 YR 4/3), textura franco-arenosa, forte estrutura granular pequena, matéria orgânica de 4,93%, acidez com pH de 6,31, alumínio trocável de 0,00 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 8,13 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 9,53 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 85%.

A camada A₂, de 20 cm de espessura, cor bruno-avermelhado (5 YR 3/2), textura franco-argilosa, forte estrutura granular pequena, matéria orgânica de 2,95%, acidez com pH de 6,17, alumínio trocável de 0,00 cmol_cKg⁻¹, soma de bases trocáveis de 7,86 cmol_cKg⁻¹, capacidade de troca catiônica de 9,16 cmol_cKg⁻¹ e saturação por bases trocáveis de 86%.

A camada Bt, de 20 cm de espessura, cor vermelho (2,5 YR 4/6), textura argilosa, moderada

a fraca estrutura de blocos subangulares e angular pequena, matéria orgânica de 1,62%, acidez com pH de 5,08, alumínio trocável de 1,10 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de 4,06 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de 6,56 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 62%.

A camada BC, de 50 cm de espessura, cor vermelho (2,5 YR 4/6), textura argilosa, moderada a fraca estrutura de blocos subangulares e angular grandes, matéria orgânica de 0,84%, acidez com pH de 4,94, soma de bases trocáveis de 2,35 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de 4,15 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 57%.

A camada C, de 10 cm de espessura, cor vermelho-amarelado (5 YR 5/6), textura argilosa, moderada a fraca estrutura de blocos subangulares e angular médios, matéria orgânica de 0,60%, acidez com pH de 4,71, alumínio trocável de 2,00 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, soma de bases trocáveis de 1,49 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$, capacidade de troca catiônica de 3,49 $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ e saturação por bases trocáveis de 43%.

Quanto ao uso agrícola, os platôs quando comportam áreas maiores são cultivados pelos pequenos agricultores locais. Onde os solos são rasos o período de seca praticamente elimina os cultivos. Pastagens cultivadas e nativas em pequenas dimensões, em nível familiar, estão sendo utilizadas na maior parte (Fig. 55 a 58).



Fig. 55. Argissolo Vermelho Eutrófico léptico de ocorrência nas bordas do platô ainda resistente ao intemperismo de dissecação generalizada.



Fig. 56. Argissolo Vermelho Distrófico léptico em platô mais conservado onde a erosão não removeu a capa pré-laterizada de solos antigos.



Fig. 57. Vegetação campestre em substituição a mata removida para cultivo.



Fig. 58. Argissolo Vermelho mais profundos nas encostas onde iniciam os vales de drenagem.

Tabela 23. Informações do perfil C-1 da unidade Sro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

a) Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico léptico; Soil Taxonomy – Ultic Hapludalf. b) Localização: coordenadas = 381.349, 6.577.472, altitude = 207 m. c) Geologia regional: complexo granítico Dom Feliciano. d) Material de origem: granitos. e) Geomorfologia: planalto. f) Situação do perfil: borda do planalto. g) Declividade: 5%. h) Erosão: moderada. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: 2 a 5%. m) Rochosidade: 2 a 5%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Bruno-avermelhado (5 YR 4/3) úmidos; franco-arenosa; granular pequena, forte; lig. plástico, lig. pegajoso, lig. duro, firme; transição gradual e plana.
A ₂	20-40	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/2) úmido; franco-argilosa; granular pequena, forte; lig. plástico, lig. pegajoso, lig. duro, firme; transição clara e plana.
Bt	40-60	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido; argilosa; blocos angulares e subangulares médios, moderada a fraca; pegajoso, plástico, firme, duro; transição abrupta e ondulada.
BC	60-110	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido; argilosa; blocos angulares e subangulares grandes, moderada a fraca; pegajoso, plástico, firme, duro; transição gradual e plana.
C	110-120	Vermelho-amarelado (5 YR 5/6) úmido; argilosa; blocos angulares e subangulares médios, moderada a fraca; pegajoso, plástico, firme, duro.

Tabela 24. Resultados das análises do perfil C-1 da unidade Sro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

		Horizontes				
Fatores		A ₁	A ₂	Bt	BC	C
Espessura	(cm)	0-20	20-40	40-60	60-110	110-120
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	28,60	17,10	9,40	4,90	3,50
M. O.	%	4,93	2,95	1,62	0,84	0,60
P	(mg kg ⁻¹)	0,90	0,70	0,50	0,40	0,40
pH (H ₂ O)	-	6,31	6,17	5,08	4,94	4,71
pH (KCl)	-	5,33	5,14	4,14	4,04	3,93
Ca	(cmol _c kg ⁻¹)	4,50	3,90	1,80	0,90	0,60
Mg	"	2,90	3,30	1,80	1,10	0,60
K	"	0,66	0,58	0,38	0,28	0,19
Na	"	0,07	0,08	0,08	0,07	0,10
S	"	8,13	7,86	4,06	2,35	1,49
Al	"	0,00	0,00	1,10	0,00	2,00
H + Al	"	1,40	1,30	2,50	1,80	2,00
T	"	9,53	9,16	6,56	4,15	3,49
T(arg.)	"	37	22	14	12	14
V	%	85	86	62	57	43
Sat. Al	"	0	0	21	0	57
Fe (total)	"	-	-	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-
Cascalho	"	169	236	146	104	116
Areia grossa	"	337	310	303	222	271
Areia fina	"	128	64	58	149	220
Silte	"	275	203	173	275	260
Argila	"	260	423	466	354	249
Argila natural	"	4	76	46	37	10
Agregação	%	98	82	90	90	96
Silte/argila	-	1,06	0,48	0,37	0,78	1,04
Textura	-	SL	CL	C	CL	SCL

C – argilosa, CL – franco-argiloso, SCL- franco-argilo-arenosa, SL- franco-arenosa

Discussão

Formas de relevo e solos

O município de Cristal na sua zona alta é composto por relevo forte ondulado na borda do Complexo Cristalino. Nessa pequena área, com aspectos de serra, se encontram as transições gradativas desde o topo do planalto até as planícies próximas a lagoa dos Patos.

Constata-se que há uma seqüência lógica desde as planícies aluviais sedimentares holocênicas, planície marinha pleistocênica, planícies colúviais e lombadas pleistocênicas e terciárias, coxilhas, terras altas aplainadas, serras e platôs graníticos. As variáveis, facilmente detectáveis dos componentes das formas de relevo e transformações desse sistema, são os recuos e avanços gradativos e saltitantes do nível do mar, as variações dos leitos transitórios do rio Camaquã e sua sedimentação em direção a lagoa dos Patos, o tempo em que os processos erosivos têm atuado em cada superfície e os climas passados diversificados que atuaram diferenciando as formas de relevo.

As formas de relevo que constituem as terras altas, com serras e chapadas, geralmente estão inseridas nas alternâncias bruscas das diferenciações geológicas que se constituíram no contato de blocos graníticos distintos através do tempo. Aparentemente o planalto como um todo possuía um capeamento residual profundo estabelecido em climas quentes passados. A maior intensidade erosiva dessa borda de planalto, moldou as formas de relevo que estão sendo dissecadas e com solos incipientes na sua maioria.

Os solos dos topos do planalto estão caracterizados por constituírem parte de um capeamento antigo onde o processo erosivo praticamente já removeu as superfícies intemperizadas mais espessas. Essa antiga cobertura que possivelmente teria sido equivalente aos solos das coxilhas, tem sido mais efetivamente removida pela ação hídrica onde há maior intensidade erosiva devido aos fortes gradientes hidráulicos. Com isso, Argissolos, Cambissolos e Neossolos estão associados sem uma lógica de ocorrência que não seja a variação do fator erosivo localizado.

Nas transições, muitas vezes abruptas das formas de relevo íngremes, condicionadas por fraturas rochosas, que criam degraus, se distingue completamente as superfícies irregulares do planalto rochoso. Analisando-se o conjunto do relevo dessa pequena zona alta, constatou-se que os solos, muito intemperizados das coxilhas (C_o) se estenderiam de forma contínua da borda para o interior das terras altas. Hoje são encontrados como uma capa contínua até pouco acima das cotas de 120 a 150m. Acima destas cotas, poucas superfícies permanecem compondo os topos dos platôs. Nesses limites começa a segmentação dos restos de superfícies antigas. Elas se alteraram no tempo pelos processos erosivos naturais, criando novos solos pela adição de sedimentos colúviais (solos profundos com cascalhos) ou pela intemperização das rochas (solos rasos com atributos muito semelhantes às rochas de origem). São superfícies que se fragmentam pelos processos erosivos naturais em velocidades diferenciadas criando alternâncias bruscas no relevo (Sr). Algumas, com restos de solos antigos, permanecem mais resistentes ao intemperismo. Mantêm-se mais elevadas no relevo. Comportam-se como testemunhas. Os solos antigos são diferenciados pela cor vermelha e pela qualificação dos seus resíduos cauliníticos e oxídicos.

Nas coxilhas, que compõem uma faixa paralela as planícies e lagoa dos Patos, muito se tem cogitado sobre a formação típica desse relevo, que se reproduz, nessa mesma altitude, em formações similares de granitos em toda a região Sul. Sombroek(1969), pelo seu aspecto similar de relevo e solos, em toda a região, em relação as cotas onde ocorrem, supunha que no passado poderia ter havido um planalto sedimentar cobrindo essa faixa litorânea até penetrando nos estuários de grandes rios e, que em climas quentes e úmidos tenham se formado esses solos, já um tanto laterizados, que não ocorreriam se o clima fosse o atual. Nessas mesmas cotas em fossas tectônicas, a oeste, por onde corre o rio Camaquã, em sedimentos antigos do Mesozóico, ocorrem solos parcialmente laterizados de coloração vermelha muito semelhantes.

Nestas coxilhas observa-se que, onde a litologia do embasamento granítico não estabeleceu contrastes de metamorfismo acentuados, como falhamentos,

fraturas e intrusões de outros blocos graníticos, os processos erosivos de dissecação são controlados apenas por fatores do clima temperado úmido atual e pelo tempo. Há uma tipificação contínua e monótona nas formas desse relevo nas cotas que vão pouco além dos 150m.

Estes tênues fatores erosivos, controlados pela litologia homogênea, mantiveram os solos antigos. Os processos de laterização passadas são antagônicos aos atuantes no clima atual. Formam um conjunto de espigões com os topos em altitudes semelhantes aplainados, roliços e sinuosos que se ramificam em segmentos que suavemente baixam até o nível inferior, acabando numa forma de lombada. Lateralmente constituem depressões circulares com altos declives, reservas de água e vegetação de pequenos banhados.

Nas superfícies suaves das coxilhas, pode-se observar que o modelamento das formas de relevo segue uma dinâmica lenta e que apenas o processo erosivo laminar é responsável pelas formas arredondadas e lisas.

Têm-se atribuído o alto grau de intemperismo à essa parte dos solos, ainda no local, há um clima antigo mais úmido e quente, próprio de épocas remotas ao início do Quaternário (Terciário). Comparativamente, todas as superfícies quaternárias datadas na região (IBGE, 1986) não possuem solos com grau similar de intemperismo.

Nas coxilhas, supõem-se que os solos antigos e profundos, que compõem as atuais superfícies arredondadas, muito lisas e aplainadas, contiveram os processos erosivos posteriores, possivelmente pela maior absorção de água alta, permeabilidade e a baixa carga hidráulica entre as coxilhas e o mar,

Tabela 25 - Formas de relevo, solos, aptidão agrícola, capacidade de uso das terras e áreas (km²) do município de Cristal. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

Empresa: Cia. Temperado, F. Listas/NO: 2000.

Formas de relevo	Solos				ÁREA		
	Legenda	Classes				km²	%
		Ordem	Subordem	Grande-grupo	Subgrupo		
Planície Baixa Aluvial							
F	RYve1	NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Eutróficos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS				130,25	18,63
Borda de Planície Aluvial							
Pb	RYve2	NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Eutróficos NEOSSOLOS FLÚVICOS Psamíticos				35,68	5,10
Depósito Arenoso Aluvial							
Tp	RYq	NEOSSOLOS FLÚVICOS Psamíticos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS				1,43	0,20
Planície Alta							
Pa1	SXal	PLANOSSOLO HÁPLICO Alítico gleissólico GLEISSOLO MELÂNICO Ta Eutrófico típico				57,54	8,23
Planície Alta Atacada							
Pa2	SXe	PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico GLEISSOLO MELÂNICO Ta Eutrófico típico				29,26	4,18
Lombada							
Lo	GMbe	GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico planossólico PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico				137,47	19,66
Coxilha							
Co	PVd	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico				229,79	32,87
Terra Alta							
Ta	CXbd	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico				20,73	2,96
Serra							
Sr	PACe	ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico léptico CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico				37,64	5,38
Chapada							
Sr0	PVe	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico léptico CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico				19,38	2,77

que estava nas suas bordas onde se estabeleceu a planície costeira. Entretanto, o maior índice de chuvas intensas no interior da zona alta, tem sido especulado, para justificar a remoção dos solos antigos oxidados e o estabelecimento de novos solos rasos, pouco intemperizados, com resultados analíticos que induzem a se concluir que evoluíram em clima úmido.

Os solos mais antigos, no novo sistema taxonômico proposto por Embrapa (2006), situam-se como Argissolos pela baixa atividade das argilas, alto grau de oxidação dos compostos de ferro e formação de um horizonte B textural. O segundo nível (subordem) evidencia que o clima úmido posterior, responsável pela remoção, na serra, desses solos, pouco alterou a constituição dos que permanecem na borda, compondo as superfícies das coxilhas (Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos-Amarelos). No geral, o terceiro nível (grande-grupo) é composto por solos distróficos. À medida que no início do Quaternário alguns solos evoluíram com o estabelecimento de um horizonte B textural mais adensado, as perdas de bases foram menores. Com isso, os solos transicionais para as lombadas ou até mesmo situados na parte inferior das encostas, geralmente são eutróficos. No quarto nível, as variações são maiores em função das condições climáticas posteriores, com ocorrência de transições abruptas entre horizontes, hidratação e transporte de ferro no perfil e crescimento do alumínio trocável.

No aplainamento das lombadas, há predominância de fatores, condicionados ao hidromorfismo, onde a sedimentação coluvial aterrou parte desses sedimentos no sopé das coxilhas. Os solos são hidromórficos e mais antigos. Padronizam uma gradatividade transicional para as coxilhas de rochas graníticas. Sedimentos coluviais vermelhos e concreções de ferro se somaram. Essas transformações residuais mais presentes nessas formações de sopé de colinas são menores e distintas das deposições de enxurradas de leques aluviais antigos.

Na zona mais aplainada, ocorrem os solos formados por depósitos sedimentares em condições hidromórficas. No geral, são uma sucessão de estratos sedimentares de granulometrias distintas depositados em condições marinhas, lacustres e fluviais, através de processos contínuos e lentos ou em forma de

enxurradas fluviais, transgressões e regressões marinhas. Compõem planícies homogêneas com características peculiares em função, principalmente, da natureza dos sedimentos, do tempo de exposição desses sedimentos e efeitos erosivos posteriores.

As formas de relevo, que constituem as lombadas, são as mais significativas para a região. Tratam-se de sedimentos que se estabeleceram em um delta de um rio de grande potencial hidráulico, desde o período Terciário, quando com seus afluentes, na sua foz, estabelecia leitos alternativos. Criou-se um relevo brando, onde os processos de hidromorfismo que foram intensos no passado, gradativamente se tornaram menores do que os atuais nas planícies vizinhas.

Constata-se que essas lombadas, agrupadas como um conjunto único, ao se analisar os seus solos, comete-se um excesso de generalização, pois há uma diversificação de perfis, onde muitos se situam nos limites das definições das ordens dos Planossolos e Gleissolos, até mesmo, com algumas características de Espodossolos.

As similaridades, que fogem para pontos distantes, contrariando as regras de convergência para um ponto em comum, estão inseridas em um contexto geomorfológico onde pouco se pode estabelecer como limites entre essas ordens, a menos que se defina cada segmento de lombada como uma unidade.

Cada lombada, embora muito similar a outras, na sua forma externa, com suas partes altas e baixas no relevo, pode ser definida por um segmento atual que guarda um passado distante e pode apresentar pouco em comum com outros segmentos.

O tempo de existência e a intensidade do grau de hidromorfismo, têm conduzido a uma diversificação na evolução dos solos em que os caminhos propostos na taxonomia ainda não estão bem ordenados para defini-los.

O que se observa é que os solos dos segmentos de lombadas se apresentam com um horizonte A muito espesso, como se as interações das ações do tempo e maior drenabilidade (presença de maior mesorelevo) fossem espectadores e participantes de um processo erosivo que

transforma a superfície do horizonte Btg, gradativamente, em um horizonte Eg. Os limites de aprofundamento dessa camada A + Eg e a remoção efetiva das argilas do horizonte Btg, têm se constatado que não ultrapassaram aos 100cm. Ou seja, o processo evolutivo aprofunda o planossolo e o desvincula dos planossolos das planícies pleistocênicas. Além disso, aumenta o grau de hidromorfismo na parte inferior (Eg1, Eg2, Eg3 e Btg1). Esse aspecto o torna na prática um gleissolo. O conceito de B plânico deveria ser aplicado a planossolos rasos apenas.

Comparar esses solos com os planossolos que se desenvolvem nas planícies com 30 cm ou pouco mais de horizontes A + E e separá-los somente em nível de subgrupo, mostra uma lacuna na taxonomia onde a sua confrontação com o uso agrícola proposto iria evidenciar falta de sintonia.

Fora do leito do rio Camaquã nas áreas quaternárias pleistocênicas, ou seja, na sedimentação marinha antiga (Formação Graxaim), exposta com o recuo do mar, há sedimentos sobrepostos flúvio-marinhos, do final do Terciário (Rangrab 1997). Estão situados nas bordas das coxilhas, onde, com o nível do mar alto (borda da planície atual), formavam estuários do rio Camaquã e arroios afluentes (Sapato, Evaristo e Santa Isabel). Esses sedimentos foram se aplainando e constituindo um relevo sobreposto à Formação Graxaim que foi denominado por Sombroek (1969) de lombadas, devido ao relevo pouco aplainado próprio dos leques aluviais dos grandes rios. Posteriormente, ao recuo do mar, o transbordamento do rio que procurava um leito na planície, gradativamente depositou sedimentos sobre essa planície costeira. Com o tempo algumas formas de lombadas menos espessas e mais planas com menor sedimentação fluvial se sobrepos à Formação Graxaim constituindo pequenos segmentos de planícies transicionais em direção a lagoa dos Patos.

Localmente, os terraços quaternários recentes do rio Camaquã estão estabelecidos sobre rochas graníticas e em leito profundo e largo cavado em sedimentos marinhos que inicialmente são pouco espessos. Posteriormente se aprofundam em direção a lagoa dos Patos. São próprios de uma sedimentação cascalhenta e arenosa que se alterou em intervalos de tempo muito pequenos

em relação à existência do rio. Atualmente são perceptíveis, as suas variações, em intervalos de tempo de uma geração. No município, onde o rio ainda estabelece seu leito, em função de obstruções temporárias, a sedimentação grosseira ainda é dominante. Os terraços de sedimentos grosseiros são espessos e temporários. Nos limites, a leste, começa o represamento das águas do rio, pelo nível elevado da água da lagoa dos Patos. Nessas condições há formações de terraços siltosos e argilosos muito profundos e antigos próximos à Vila Pacheca. Há também leitos colmatados fósseis que apresentam planícies antigas, perceptíveis pelo seu nível inferior aos sedimentos marinhos.

Uso da terra

A forma como as terras têm sido usadas, ao longo do tempo, tem marcado historicamente as gerações passadas. No RS, a pecuária não deixou marcas nos solos, pois os cultivos que a acompanhavam eram insignificantes e localizados apenas para a subsistência, onde a carne era quase somente o alimento básico. No município de Cristal, não houve períodos críticos e marcantes na estrutura econômica e social, somente a fragmentação das grandes fazendas por uma sucessão natural. O declínio de um modelo de pecuária extensiva substituído gradativamente pela cultura do arroz irrigado nas planícies, teve suas variações e inter-relacionamentos com outras culturas. A pecuária familiar e suas interações com outras atividades agrícolas parece ser o novo modelo para as propriedades que se fragmentam com o tempo. A moderna colonização, ou seja, a reforma agrária atual, mais assistida pelo governo, que se parece à antiga colonização da terra em pequenas propriedades, onde a agricultura se torna a fonte básica de subsistência, traz os problemas conseqüentes do uso intensivo: a erosão e a perda gradativa da fertilidade das terras. Estes dois fatores, que eram comuns em todo o País, por quase meio século, envolveram, nas áreas agrícolas, uma grande fonte de recursos, no que se refere à pesquisa e na adição de insumos necessários à correção dos solos.

Na zona alta as pesquisas, 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). Nesse período, muito se estudou sobre os atributos desses solos locais. Muitos parâmetros físicos e químicos foram determinados, principalmente os que avaliaram as variações entre o solo sem tratamento e o submetido ao uso agrícola contínuo.

A partir da década de 90, as pesquisas continuaram 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 cerca de 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 sócio-econômico que situou as lavouras até as áreas de alto risco, contribuiu para um aumento de produção, que está no limite possível, pela expansão das áreas agrícolas. O controle dos efeitos erosivos ainda vigentes, que é uma busca contínua da pesquisa, atualmente está muito relacionado às coberturas vegetais nos intervalos entre as culturas produtoras de grãos. O manejo, com culturas de cobertura, objetiva, além de servir de adições de resíduos orgânicos, que subsidiam as culturas posteriores, recuperar parte das estruturas e porosidade do solo e obter a redução do adensamento das camadas inferiores do solo, através de sistemas radiculares profundos (Fontaneli et al., 1997).

Na zona plana o cultivo do arroz irrigado, principal cultivo do município, teve como limitante da produtividade as plantas invasoras que acompanham a lavoura e as pragas. Técnicas diversificadas desde o nivelamento do solo, plantio direto, plantio em solo inundado, etc. têm levado os limites de produtividade.

Entretanto, a estabilidade do modelo produtivo atual, baseado em insumos da indústria química, é posta em dúvida, com a hipótese de que não haverá sustentabilidade com base majoritária em produtos da agroindústria química. As primeiras interrogações lógicas pressupõem alterações e

mudanças no ecossistema, onde a água é a primeira atingida. O solo, por sua alta espessura e média capacidade de absorção, certamente não irá apresentar sintomas de mudanças para a geração atual, salvo a degradação física (compactação) que, desde o início da mecanização agrícola, já pôde ser constatada.

A agricultura do futuro não se prenderá somente à adição de produtos, como atualmente está ocorrendo. A água de baixo custo deverá ter uso incrementado, sempre que disponível, e sua relação com o solo deverá ser melhor estudada, já que a deficiência atual nas culturas de verão é marcante, com perdas anuais variáveis. Além do que, a água será veículo de adição de nutrientes e insumos e, conseqüentemente, fonte de contaminação do solo. 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 e o maior consumo de alimentos tornarem viáveis as culturas atuais.

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

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

As limitações encontradas nas formas de relevo propostas, levam a se concluir pelas classes de uso das terras conforme as Tabelas 26 e 27.

Outros fatores poderiam ser postos em questionamento para a classificação das terras como os fatores econômicos que controlam as correções, muitas possíveis atualmente

(Herbicidas, calcários e fosfatos), além das relações solo-água, seriam um caminho para uma classificação mais moderna.

No caso regional, ao se separar as classes, propõe-se que as terras mais favoráveis a uma agricultura desenvolvida de produção de grãos estejam situadas nas formas de relevo das terras baixas aplainadas (Pa_1 , Pa_2 e L), coxilhas (C_1) e terras altas (Ta). As coxilhas e terras altas estariam mais sujeitas a serem erodidas, pelo uso indevido, do que as partes aplainadas, se não cultivadas pelo sistema que utiliza o plantio direto e outros métodos usuais de controle à erosão. A suscetibilidade à erosão nas terras altas, embora maior, é um fator de risco administrável. As áreas possíveis de inundações e serras seriam próprias a pastagens e silvicultura.

Com os resultados alcançados, antes da disponibilidade de uma nova taxonomia, que trate do uso da terra, está se propondo esta sistemática existente, que ainda serve para caracterizar a potencialidade agrícola da região.

Além disso, com o objetivo de caracterizar as

terras, em um país onde há agricultores de todas as classes sociais e as tecnologias empregadas na agricultura se estendem desde primárias até muito desenvolvidas, Ramalho Filho & Beek (1978) propuseram o Sistema de Aptidão Agrícola.

Similar ao sistema anterior, os grupos propostos visam qualificar as terras em função das deficiências ao uso agrícola (Tabela 26). O peso da suscetibilidade à erosão, atenuado de certa forma, torna o sistema menos diferenciado entre os grupos. Cabe acentuar que esse sistema foi proposto, na metade do século passado, para um Brasil predominantemente subdesenvolvido e com regiões muito diversificadas em termos de práticas agrícolas. Neste caso, o sistema proposto prevê três usuários, com distintos níveis de manejo (primitivo, pouco desenvolvido e desenvolvido).

Quando proposto para uma região muito desenvolvida, no campo agrícola, os mapas de uso das terras praticamente se confundem com o Sistema de Capacidade de Uso. Com isto, pelo sistema proposto, as terras podem ser classificadas conforme as Tabelas 26 e 28.

Tabela 26 – Unidade de formas de relevo e limitações do solo referentes à suscetibilidade à erosão, falta e excesso de água e emprego de mecanização, classes de aptidão agrícola e capacidade de uso das terras. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

Unidades	Limitações das terras					Classes	
	Fertilidade	- H ₂ O ** (déficit)	+ H ₂ O (drenagem)	Erosão	Mecanização	Apt. Agrícola	Cap. de uso
Planície Baixa Aluvial							
F	N/L	N	MF	MF	F	2a(b)	Vsd
Borda de Planície Aluvial							
Pb	N/L	N	F	M	L/M	5n	Vsd
Depósito Arenoso Aluvial							
Tp	M	M	M	M	N	5n	Vsd
Planície Alta							
Pa_1	L	M	M	N	N/L	1aBC	III _{sd}
Planície Alta Atacada							
Pa_2	L	M	M	N	N/L	1aBC	III _{sd}
Lombada							
Lo	L	L	L/M	N	N	1ABC	II _{sd}
Coxilha							
Co	L/M	L/M	N	M	N	1abC	III _{se}
Terra Alta							
Ta	L	L/M	N	M	M	1Abc	IV _{se}
Serra							
Sr	L	M	N	MF	F	5s	VII _{se}
Chapada							
Sr_0	M	F	N	M	F	5s	V _{se}

Cabe salientar que os modelos propostos de classificação não produzem “unidades de classes” essencialmente equivalentes. O que pode levar a que se tenham erros ao se estabelecer equivalência entre unidades de capacidade de uso em locais diferentes. As terras do Planalto Rio-Grandense de classe- IIIse dos municípios de Chiapeta e Santo Augusto não são equivalentes às terras da classe- IIIse de Cristal. As terras do Planalto Rio-Grandense desenvolvidas de basalto alcalino possuem solos férteis, profundos, muito permeáveis e são contínuos em seus atributos. Estão situadas nesta classe- IIIse pelas condições de suscetibilidade à erosão. Praticamente toda a superfície pode ser aproveitada nas glebas. Não há quebra de lisura do relevo em função das alternâncias na sua constituição, até mesmo o grau de umidade disponível nas posições das encostas

são comparáveis. Não há surgimento de áreas úmidas ocasionais e alternâncias de solos nas posições do relevo. Não há rochas nem pedras aflorando no relevo.

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

Tabela 27 – Terras distribuídas nas unidades de formas de relevo, no sistema de capacidade de uso do município de Cristal. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

Unidades	Classes	Uso das terras
Planície Baixa Aluvial		
F	Vsd	Terras próprias a pastoreio nos períodos de secas no verão.
Borda de Planície Aluvial		
Pb	Vsd	Terras próprias a pastoreio nos períodos de secas.
Depósito Arenoso Aluvial		
Tp	Vsd	Terras próprias a pastoreio nos períodos de secas.
Planície Alta		
Pa ₁	III _{sd}	Terras próprias a cultivos anuais, com limitações de drenagem.
Planície Alta Atacada		
Pa ₂	III _{sd}	Terras próprias a cultivos anuais, com limitações de drenagem.
Lombada		
Lo	II _{sd}	Terras próprias a cultivos anuais, com pequenas limitações de drenagem.
Coxilha		
Co	III _{se}	Terras próprias a cultivos anuais, com fortes limitações inerentes a erosão.
Terra Alta		
Ta	IV _{se}	Terras ocasionalmente próprias a cultivos anuais com fortes limitações inerentes a erosão
Serra		
Sr	VII _{se}	Terras próprias à silvicultura e pastoreio.
Chapada		
Sr ₀	V _{ise}	Terras próprias ao pastoreio com pastagens cultivadas e silvicultura.

Tabela 28 – Formas de relevo e subgrupo de aptidão das terras. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. 2006.

Unidades	Grupos	Aptidão
Planície Baixa Aluvial		
F	2a(b)	Pequenos terraços são usados com agricultura familiar.
Borda de Planície Aluvial		
Pb	5n	Áreas próprias à pastagens nativas.
Depósito Arenoso Aluvial		
Tp	5n	Áreas próprias à pastagens nativas.
Planície Alta		
Pa ₁	1aBC	Áreas próprias a cultivos tecnificados e regulares para agricultura familiar.
Planície Alta Coluvial		
Pa ₂	1aBC	Áreas próprias a cultivos tecnificados e regulares para agricultura familiar.
Lombada Coluvial		
Lo	1ABC	Áreas próprias a todos usuários.
Coxilha		
Co	1abC	Áreas regulares para pequenos agricultores e boa para agricultura tecnificada.
Terra Alta		
Ta	1Abc	Áreas próprias para pequenos agricultores e regular para agricultura tecnificada.
Serra		
Sr	5s	Áreas para silvicultura.
Chapada		
Sr ₀	5s	Áreas para silvicultura.

Conclusões

O estudo de solos do município de Cristal, em nível de reconhecimento, caracteriza uma pequena região alta situada na parte noroeste do Planalto Sul-Rio-Grandense, que compõe parte da borda de um planalto central em fase de desgaste acentuado pelos processos erosivos naturais. O restante da parte alta é composto por coxilhas que formam um relevo ondulado muito semelhante nas suas formas. Pouco a pouco esse relevo ondulado se aplaina em lombadas e planícies cortadas transversalmente pelo rio Camaquã e seus leitos abandonados.

A vegetação, outrora de galeria no rio e arroios, ainda está conservada. A Savana (Campos) que cobre as coxilhas está sendo denominada, pelo IBGE (1986), de Formação Pioneira nas planícies. Esta vegetação está completamente modificada com alguma mata de galeria restante. As terras estão cobertas por campos com invasoras arbustivas onde havia cultivos anuais de verão e inverno, ocupados por culturas com predominância de milho e soja. As planícies são cultivadas com arroz irrigado.

Os solos, desenvolvidos de rochas graníticas de pouca variabilidade de natureza ácida (silicosas), se estabelecem em um bloco único, sem fissuras, falhas e suturas que expõem uma superfície sem contrastes altimétricos bruscos.

Os solos regionalmente foram antes denominados de Litólicos distróficos, Brunizém rasos, Podzólicos Vermelho-Amarelos e Lateríticos Bruno-Avermelhados entre afloramentos rochosos por Costa Lemos, em Brasil (1973) e IBGE (1986). Este último ainda constatava a existência de Regossolos e Cambissolos.

Atualmente, constatou-se uma diversificação acentuada de solos rasos, muito rasos e afloramentos rochosos na pequena área serrana. Na área aplainada do planalto Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos Distróficos ou Alumínicos. Nas coxilhas, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Distróficos, com baixa ocorrência geral dos solos alumínicos. No geral, os solos são totalmente caulíníticos como se tivessem passado por um clima mais úmido no norte do Escudo Cristalino.

Quanto ao uso agrícola das terras, o sistema de classificação (capacidade de uso das terras), que se propunha a uma ordenação do uso e controle da degradação das terras, tem a finalidade atual de caracterizar a potencialidade agrícola local das terras.

No caso, as terras planas (Pa_1 , Pa_2 e Lo) oferecem o maior retorno econômico e menor risco de erosão (Classes III_{sd} e II_{sd} - 32,07%). As coxilhas (C_1) oferecem bom potencial agrícola local para uma agricultura desenvolvida (classes III_{se} - 32,87%). As áreas diversificadas entre terras altas (Ta) que suportam culturas localizadas (agricultura familiar) pertencem a classe IV_{se} - 2,96%. As áreas aplainadas de topos de serra (Sr_0) são próprias para pastagens cultivadas (Classes V_{se} - 2,77%). As áreas indicadas para atividades com silvicultura (Sr_2), pelas restrições de uso com cultivos, pertencem a classe VII_{se} - 5,38%. As terras planas de várzeas (F , Pb e Tp) com inundações, pertencem a classe V_{sd} - 23,94%.

Cristal certamente comportará projetos agrícolas em um futuro próximo devido a alta percentagem de terras férteis, planas e aplainadas de baixas cotas em relação a alta disponibilidade de água do rio Camaquã.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, F.F.M de. **Síntese sobre a tectônia da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA**, 3., 1981, Curitiba. Brasília: CNPq, 1981 p. 1-20. Conferência de Abertura.

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

BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras de Saneamento. Estudo de viabilidade de irrigação e drenagem na área do Camaquã. **Resumo**. Rio de Janeiro, 1970. 71p.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de Solos Usada em Levantamentos Pedológicos no Brasil. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-33, jan./abr. 1987.

CARDOSO, D.R. **Perfil social e econômico - município de Encruzilhada do Sul/RS**. Encruzilhada do Sul: Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Indústria, Comércio, Mineração e Turismo. 2003. 14 p.

CECÍLIO, V. **Levantamento detalhado, Classificações e possibilidades de utilização dos solos da Estação Experimental de Encruzilhada do Sul**. 1973. 149 f. Dissertação (Mestrado em Solos) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1973.

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

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

EMBRAPA. Laboratório de agrometeorologia. Disponível em : <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet>> . Acesso em : 11 de setembro de 2006.

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

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

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

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

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.

LINDMAN, C.A.M.; FERRI, M.G. A vegetação no Rio Grande do Sul. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1974. 377 p.

MORAES, E.C. **Aspectos de mineralogia e gênese de solos do complexo cristalino em Encruzilhada do Sul**. 1975. 100f. Dissertação (Mestrado em Solos) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1975.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos da geomorfologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 186 p.

PHILIPP, R.P.; NARDI, L.V.S.; BITENCOURT, M. de F. O batólito de Pelotas no Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M., ROS, L.F. de (Ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS Porto Alegre, 2000, p. 133-160.

PIMENTEL, F. **Aspectos gerais de Encruzilhada do Sul**. Porto Alegre: [s.n.], 1949. 165 p.

RANGRAB, G.E.; WILDNER, W.; CAMOZZATO, E. (Org). **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil: Porto Alegre. Falha SH-22-Y-B. Estado do Rio Grande do Sul**. Brasília: CPRM, 1997. 164 p.

RANGRAB, G.E.; PORCHER, C.A.; LOPES, R.C. (Org). **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil: Cachoeira do Sul. Falha SH.22-Y-A. Estado do Rio Grande do Sul**. Brasília: CPRM, 2000. 58 p.

SOMBROEK, W. G. **Soil studies in the Merin Lagoon basin**. Treinta y Tres: CLM/PNUD/ FAO, 1969. v.1.

SANTOS, E. L. dos, RAMGRAB, G. E., MACIEL, L. A., MOSMANN, R. **Mapa geológico do estado do Rio Grande do Sul**. Brasília: MME, 1989. 1 mapa color. 98x104cm. Escala 1:1.000.000.

SANTOS, H.G. dos. et al. **Propostas de revisão e atualização do sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 56 p. (Embrapa Solos. Documentos, 53).

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. (Boletim Técnico, 5).

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PELOTAS, **Vinte e cinco anos de agropecuária na zona sul RS** : Levantamento estatístico 1975/2000. Instituto Técnico de Pesquisa e Assessoria ITEPA. Pelotas; Educat,2001.

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

Também são autores deste trabalho:

Luiz Fernando Spinelli Pinto

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

Rafael Lizandro Schumacher

Acadêmico em Agronomia
Universidade Federal de Pelotas-UFPEL

Roger Garcia Mendes

Estudante Téc. em Informática

Juliana Brito da Silva

Acadêmica em Química Ambiental

Manuela Valente

Acadêmica em Sistema de Informação

Lilian Rosa Duarte

Estudante em Química Ambiental

**Circular
Técnica, 53**

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 (2006): 30

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro

Secretário-Executivo: Joseane Mary Lopes Garcia

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

Vernetti Azambuja, Luís Antônio Suita de Castro,
Sadi Macedo Sapper, Regina das Graças
Vasconcelos dos Santos

Expediente

Supervisor editorial: Sadi Macedo Sapper

Fotos: Roger garcia Mendes

Revisão de texto: Sadi Macedo Sapper

Editoração eletrônica: Oscar Castro