

Estudo de Solos do Município de Santo Augusto - RS

Noel Gomes da Cunha
Eng. Agrôn., M. Sc., Pesquisador
Embrapa Clima Temperado.
Caixa Postal 403, CEP 96001-970
Pelotas, RS

Ruy José Costa da Silveira
Eng. Agrôn., M. Sc., Prof. Adj. do Depto. de Solos
UFPeI-FAEM,
Caixa Postal 345, CEP 96001-970
Pelotas, RS.

Carlos Roberto Soares Severo
Eng. Agrôn., M. Sc., Prof. Subst. do Depto. de Solos
UFPeI-FAEM,
Caixa Postal 345, CEP 96001-970
Pelotas, RS.



Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento - MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa
Embrapa Clima Temperado



Universidade Federal de Pelotas - UFPeI

Embrapa Clima Temperado Circular Técnica, N°
Pedidos desta publicação:

Tiragem:

Comitê de Publicações

Estudo de Solos do Município de Santo Augusto - RS

Resumo

O município de Santo Augusto, situado no noroeste do Planalto do RS, faz parte atualmente da autodenominada região Celeiro, que engloba vários municípios das antigas regiões das Missões e Alto Uruguai. Situadas sobre derrames fissurais de rochas basálticas de natureza alcalina, que foram estratificadas ao longo de sucessivos eventos, as terras locais são produtos de alta meteorização e lenta dissecação de um Planalto imenso a partir do período Cretáceo. Pela natureza homogênea alcalina das rochas básicas e sua ampla extensão regional, se verifica um modelamento local, nas formas de relevo, muito semelhante ao da região circunvizinha.

A vegetação composta inicialmente por uma floresta denominada pelo IBGE (1986) como Floresta Estacional Decidual Montana em contato com a Estepe Gramíneo-Lenhosa, está praticamente extinta, com restos ocasionais de pequenas áreas isoladas nos vales de drenagem. As culturas, principalmente de soja, milho, trigo, azevém, aveia e girassol, cobrem a paisagem em sucessivos cultivos.

Regionalmente, o modelamento fisiográfico do Planalto, que começou por intensos processos de intemperização das rochas, foi muito brando nas formas erosivas de construção do relevo. Localmente, as formas brandas do relevo, situadas a sudoeste lembram um relevo suave ondulado, composto pela individualização de pequenas chapadas com aspectos mamilonares, de encostas suaves e extensas. As depressões de drenagem, que iniciam nas nascentes dos rios Turvo e Inhacorá, se interrelacionam com as chapadas. São vales largos, rasos, antigos e com baixos declives, próprios de processos erosivos brandos de paleo-climas que modelaram as chapadas.

As elevações, que se assemelham às coxilhas do Sul, formam um relevo ondulado, por se situarem próximas aos rios principais, nos seus terços médios, onde estão submetidas aos processos erosivos naturais mais intensivos. Os vales depressivos estreitos, com cortes abruptos nas encostas, formam drenos naturais. Esses vales são produtos das formas erosivas mais ativas de transformações do relevo antigo, que estão modelando atualmente as superfícies, antes aplainadas, em formas alongadas de espigões.

Os solos, antes denominados por Costa Lemos em Brasil (1973) e IBGE (1986) de Latossolo Roxo distrófico, em virtude da intensiva meteorização, com formação de resíduos oxídicos e caulíníticos e do estabelecimento de uma estrutura, moderada à forte, de blocos subangulares e outros atributos, estão sendo denominados, na sua maioria, de Nitossolo Vermelho Distroférico ou Eutroférico, latossólico. Ocupam predominantemente as chapadas e as coxilhas.

Nos vales, o Nitossolo Vermelho Eutroférico ou Distroférico está situado no nível inferior como latossólico ou chernossólico provisoriamente. Entretanto, há ocorrências de solos mais férteis, superficialmente, nos vales e superfícies recentes como os Chernossolo Argilúvico Férrico saprolítico e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico gleico nas partes depressivas sedimentares.

A terra tem sido usada com culturas intensivas de soja, milho e trigo, em sistema de plantio direto em uma agricultura muito desenvolvida. A adição de insumos, relativos aos controles de doenças e pragas das plantas, além dos herbicidas para controle da vegetação invasora, se apresenta como um questionamento da sua sustentabilidade.

As classificações das terras, que se propõem a orientar a sociedade para um uso básico apropriado, têm perdido um pouco o seu sentido, quando a agricultura local atinge um estágio de desenvolvimento que, além de unir os segmentos compartimentados de agricultores, pesquisa e desenvolvimento, encontra mercado com bons preços para seus produtos. Com isso, as formas de relevo mais significativas (classes de capacidade de uso IIse e IIIse, próprias a cultivos anuais com limitações de solos e suscetibilidade a erosão - 68.54 %) estão tendo os tratamentos que a pesquisa atual recomenda. Os vales, que ainda não foram ocupados com culturas perenes, são as áreas de risco (classes de capacidade de uso VI sed e VII sed, próprias a cultivos perenes, com limitações de solo e suscetibilidade à erosão - 31.46 %). Devem ter um uso mais parcimonioso e suas respostas às explorações de frutíferas, intercaladas com a vegetação perene, ainda existente, devem ser melhor estudadas. A contaminação por resíduos provenientes dos inúmeros tratamentos utilizados contra pragas, doenças e vegetação espontânea natural, deve ser controlada, pois os vales, conduto natural das águas de uso doméstico, contêm a estrutura residencial dos agricultores.

Introdução

O estudo dos solos do município de Santo Augusto, em nível de reconhecimento, faz parte das proposições da Embrapa Clima Temperado para fomentar o desenvolvimento regional. Além disso, também responde ao questionamento dos produtores rurais e de seus órgãos representativos que, ao atravessarem ciclos contínuos com culturas ou atividades agrícolas que gradativamente deixam de ser rentáveis, procuram novos parâmetros para a diversificação com outras culturas.

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

Até onde registra a história, essa região do Planalto teve ciclos distintos na sua economia, que começaram com a exploração da erva-mate pelos jesuítas, com o trabalho indígena. Com o domínio português, houve um progressivo incremento da pecuária com o desmatamento ocasional e gradativo da floresta densa e exuberante, para o pastoreio (Oliveira, 2000). Posteriormente, as grandes fazendas foram cedendo espaço a um processo de "colonização", onde a agricultura intensiva, em médias e pequenas propriedades, se estabeleceu com cultivos de trigo, milho e soja, além da criação de aves e suínos. Essa evolução drástica das atividades do uso da terra, trouxe, na época, além das variações econômicas positivas próprias dessas culturas, gradativamente, uma contribuição de aspectos negativos, como infestações de doenças (trigo) e saturação do mercado dos seus produtos (suínos). No geral, houve um crescimento econômico regional pelas novas atividades relativas à intensidade do uso da terra, mas o surgimento acentuado dos processos erosivos foi um grave problema para a economia regional na época.

A erosão que chegou a níveis drásticos, foi atenuada no início pelos meios de controle usuais próprios da época, até ser controlada quase que totalmente pelos métodos de plantio direto, no final da década de 80.

Atualmente, a sociedade está questionando se a intensificação do uso de produtos químicos nos solos e nos cultivos não irá contribuir para uma nova crise. Esse fator tem sido uma das questões abertas para a pesquisa, que não tem respostas definitivas para as conseqüências e nem é capaz de estimar o preço que está sendo pago a esse controle de pragas e doenças. Somam-se ainda a erradicação de invasoras, com uso de dessecantes nas culturas e controle a erosão, pela adição de produtos químicos. Esses questionamentos por si só parecem ser um caminho para uma nova geração, já que as antigas não encontram soluções para conviver com uma floresta de potencial desconhecido, que talvez tivesse outros rumos econômicos a longo prazo. O imediatismo dessa dinâmica econômica imposta a essa região tem de ser reavaliado.

Regionalmente, Santo Augusto sempre tem liderado os movimentos que se propõem a aprimorar as tecnologias agrícolas ou modificar os tratos culturais, com objetivos de aumentar a produtividade. Atualmente, isso se verifica no início do processo de irrigação nas culturas anuais de verão e introdução de uma fruticultura diversificada.

Sobre esses aspectos de uma agricultura que marcha acelerada para caminhos não conhecidos em sua sustentabilidade, é que a sociedade local procura parâmetros para a conservação produtiva das suas terras. Este estudo de solos pretende fornecer um

conhecimento regional das paisagens fisiográficas locais e suas relações com os solos, definidos dentro das taxonomias, usuais e passadas, que, pelo uso regional, ainda são marcantes.

Estes estudos são um degrau de um só segmento, onde os problemas que se inserem na sustentabilidade, relações de produtividade e produtos adicionados, que sustentam essa agricultura, precisam de pesquisas específicas.

O suporte financeiro, que possibilitou a execução deste estudo foi dado pelo CNPq, através do Projeto "Tecnologias para a produção sustentável e processamento de frutas de qualidade competitiva para o agronegócio – FRUTEMP".

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

Revisão Bibliográfica

Aspectos locais

O município de Santo Augusto, situado no noroeste do Planalto do RS, faz parte da atual autodenominada região Celeiro que engloba vários municípios das antigas regiões das Missões e Alto Uruguai. Situadas sobre derrames fissurais de rochas basálticas de natureza alcalina e estratificadas ao longo dos sucessivos eventos geodinâmicos, as terras locais são produtos de uma alta meteorização e dissecação de um planalto imenso, a partir do período Cretáceo. Pela natureza alcalina das rochas básicas e pelos níveis altimétricos locais, pouco diferenciados das nascentes das bacias hidrográficas, até ao maior aprofundamento dos rios locais (100 metros), se verifica um modelamento regional lento nas formas de relevo, muito semelhante à região circunvizinha.

Conforme CHIAPETTA (2000), o clima local é de uma região quente com temperatura média anual de 19,3°C, a média das máximas de 26,3°C. O mês mais quente corresponde a janeiro, no qual a temperatura média é de 24,6°C, a média das máximas de 32,0°C e a média das mínimas de 18,4°C. O mês mais frio corresponde a junho, no qual a temperatura média é de 14,0°C, sendo a média das temperaturas mais altas de 20,7°C e a média das mínimas de 8,2°C. Conforme Wrege (2004)*, durante o período de inverno há 200 a 300 horas de temperaturas abaixo de 7,2 °C. O risco de ocorrência de geada é cerca de 30%.

Em relação a sua disponibilidade de águas superficiais, conta o município com reservas de água de dois rios: Inhacorá, ao sul, e Turvo, no sudoeste, sendo o de maior importância o rio Turvo, pela maior bacia hidrográfica do município (volume de água).

Conforme CONSELHO (2004), a agropecuária é a principal atividade econômica do município. Essa atividade é a que mais contribui, direta ou indiretamente, para a arrecadação, pois é a base da economia, a qual desencadeia o processo econômico para os demais setores.

Os valores adicionados à agropecuária são baixos devido à baixa agregação de valores no setor primário. A não transformação dos produtos primários remete a uma situação de descapitalização da região, ocasionando o êxodo rural e urbano, a diminuição da população municipal, a baixa arrecadação, o empobrecimento e o enfraquecimento dos setores econômicos.

Ainda este CONSELHO (2004) define a estrutura fundiária de Santo Augusto, em seus moldes atuais, como baseada em uma distribuição de terras, a partir de 1918, com o início de um processo de colonização, com a venda de lotes de grandes fazendas (Tabela 1).

Esse processo contribuiu, em termos regionais, para uma divisão das terras com a proliferação de minifúndios nos dias atuais (90 % das propriedades possuem menos de 50 ha, e destes 60 % possuem menos de 10 ha).

A partir dessa colonização, o desmatamento com as culturas de subsistência e erva-mate foram desenvolvendo a economia ao mesmo tempo em que se dava o declínio da pecuária (fig. 1). Há poucas décadas, até 1970, a suinocultura esteve em evidência com o crescimento da produção dos cereais, trigo, soja e milho. Com a expansão da monocultura trigo-soja e uma política de mercado oscilante, a cada ano, caiu em muito o interesse por esta atividade.

Atualmente, há um ciclo de culturas, onde a de soja desponta como muito importante na economia regional.

*Comunicação pessoal do eng. agrôn. Marcos Silveira Wrege, da Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS, para os autores.

Tabela 1. Estrutura fundiária do município de Santo Augusto (ha).

Ha	Propriedades			Áreas		
	Número	Própria	Arrendada	Soma	Própria	Arrendada
0 a 10	876	451	425	3.483,08	1.871,51	1.611,57
10 a 20	233	167	66	3.301,83	2.357,69	944,14
20 a 30	121	103	17	2.66,83	2.233,15	429,68
30 a 40	49	38	11	1.636,90	1.266,39	370,51
40 a 50	47	40	07	2.096,18	1.759,74	336,44
50 a 100	70	58	12	4.881,87	3.908,93	972,94
100 a 200	38	27	11	5.304,02	3.733,34	1.570,68
200 a 300	09	05	04	2.213,38	1.133,61	1.079,77
300 a 400	07	06	01	2.429,96	2.098,03	331,93
400 a 500	04	04	-	1.952,45	1.952,45	-
500 a 1000	08	07	01	5.927,83	4.484,86	1.442,97
1000 a 2000	04	03	01	5.199,26	4.192,09	1.007,17
2000 a 3000	01	01	-	2.603,40	2.603,40	-
Total	1.465	910	555	43.957,25	33.874,97	10.082,28

Fonte: Prefeitura municipal, Setor de ICMS.

Em relação ao desenvolvimentos agrícola, o CONSELHO (2004) julga que é muito forte o potencial agropecuário do município, em virtude da utilização de máquinas agrícolas. Mais de 75 % da área é explorada através da utilização de tais recursos. Esse CONSELHO (2004) ainda afirma que as barragens e açudes se constituem em outro forte potencial econômico, ocupando 0,5 % da área do município.

Com respeito ao uso do solo, esse órgão de desenvolvimento e Rio Grande do Sul (2001/2004) consideram que 11 % da área ainda está ocupada por florestas e que 76 % estão sendo explorados por cultivos (Tabela 2).

Tabela 2. Uso do solo no município de Santo Augusto, RS.

Usos	Hectares	% da área municipal
Urbano	468,65	1,0
Barragens e açudes	234,33	0,5
Florestal	5.155,19	11,0
Agropecuário	35.570,83	75,9
Indiferenciado	5.436,38	11,6
TOTAL	46.865,38	100,0

Fonte: Prefeitura municipal de Santo Augusto, (2001/2004).

Conforme CONSELHO (2004), a produção agrícola atual no município está estruturada na monocultura da soja, sendo esta a principal atividade da grande maioria dos produtores. Ocupa em torno de 75% da área agricultável, sendo os 25% restantes distribuídos com as culturas de milho, trigo, aveia e pastagem (Tabela 3).

A quantidade produzida dos principais produtos mostra que existe grande concentração da produção em três culturas (soja, trigo e milho). As outras culturas são menos expressivas. Outra informação relevante é a variação da produção anual motivada por condições climáticas, aplicação maior ou menor de tecnologia e condições

de mercado.

Tabela 3. Quantidade produzida dos principais produtos agrícolas nos últimos anos, (ton.).

Ano/Cultura	Soja	Trigo	Milho	Centeio	Feijão	Aveia
1996	35.000	24.000	12.600	1.800	111	2.700
1997	53.760	12.500	22.790	1.200	75	2.500
1998	63.800	13.000	19.170	1.400	74	1.080
1999	50.400	17.550	13.110	3.000	539	900
2000	56.640	16.800	17.550	1.050	504	540

Fonte: Anuário estatístico (2001).

Na pecuária, a produção de leite é a principal atividade da pequena e média propriedade. A produção é voltada para abastecer um mercado consumidor regional. O rebanho leiteiro é formado principalmente pelas raças holandesa e jersey. A atividade leiteira é integrada em parceria com a agricultura que propicia uma melhor alimentação aos animais, seja em pastagens naturais (raras) ou cultivadas, confinadas ou no campo. Quanto à pecuária de corte, o município tem a característica de engordar algum gado, oriundos de outras regiões. Participa mais ativamente no período de inverno e meados da primavera, aproveitando as pastagens naturais de azevém e as cultivadas com aveia.

Com respeito aos recursos naturais, CONSELHO (2004) acentua que os recursos hídricos estão degradados pela falta de proteção das florestas, pelo acúmulo de solo provenientes da erosão, poluídos pelos resíduos de venenos, adubos, dejetos de animais e águas servidas, além de material reciclável jogado pela população, prejudicando a passagem da água. Os banhados, reguladores do nível dos rios, foram destruídos pela drenagem ilegal e transformados em lavouras anuais.

A sobrevivência da fauna em Santo Augusto também encontra-se comprometida, com muitas espécies vulneráveis, restringindo-se a poucos locais onde ainda encontram alimento, estando algumas extintas e outras na lista de extinção.



Fig. 1. Cultivos antigos de erva-mate, em campos atualmente cultivados com soja e trigo, Santo Augusto, RS.

Aspectos de vegetação

A vegetação atual que cobre o município é praticamente toda de uma sucessão de culturas regionais de inverno (trigo, aveia, azevém, canola) e verão (principalmente, soja, milho e girassol). Praticamente a terra tem uso contínuo nas duas estações. Ou está cultivada ou está sendo preparada para novas culturas, através do controle da nova vegetação, com herbicidas dita de invasoras de pequeno porte, que tentam se restabelecer. Entre as culturas de verão e inverno pode se estabelecer o cultivo do nabo forrageiro para adubação verde. Áreas de pastagens, somente com pastejo, são raríssimas.

Para Rambo (1994) a vegetação do Planalto a partir de Ijuí para o norte começa com a intensificação da floresta. Inicialmente com a ocorrência de campos esparsos entre "capões" de mata de composição semelhante a floresta. Esse mesmo autor acha impossível delimitar essas porções campestres do Planalto. Acentua a hipótese de que mata estava progressivamente se estabelecendo nas savanas. Não considera os efeitos antropogênicos passados sobre essas savanas.

Ocasionalmente, há fragmentos isolados de uma mata nativa exuberante preservada apenas em pequenas áreas, que não passam de 1 a 3 ha (Fig. 2). Normalmente, a maior parte de árvores nativas de grande porte e de boa qualidade são encontradas esparsas nos vales, onde os agricultores construíram as suas casas em função da disponibilidade de água local. Além da sombra e dos contrastes altimétricos, com as frutíferas introduzidas na região, essas espécies, atualmente pouco comuns, parecem ter, nesta nova geração de agricultores, uma garantia de preservação mais pelas formas exuberantes do que pelo valor atual (Fig. 3).

IBGE (1986) considera que, ainda no início do século passado, a área originalmente fazia parte do contato da Estepe Gramíneo-Lenhosa com a Floresta Estacional Decidual Montana. Na verdade, desse contato entre a floresta com a estepe, só resta a suspeita de que o antropismo, tanto causado pelos fazendeiros como pelos índios locais, seja o responsável pelos indícios iniciais de degradação do sistema florestal com o aparecimento de espécies da Estepe.

O intenso desmatamento da floresta se efetivou com a venda de fazendas para a implementação do processo de colonização. Essa colonização foi seguida de uma ocupação agrícola e pecuária intensa, adaptada principalmente às dificuldades impostas, pelo relevo das terras. Atualmente, a quase totalidade das áreas, em face da região conter poucos afloramentos rochosos, é ocupada por culturas cíclicas. Entretanto, há raras culturas ocasionais permanentes, como o eucalipto e a erva-mate.

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

Esse mesmo órgão de pesquisa descreve a estrutura da Floresta Estacional Decidual Montana, ora representada por dois estratos arbóreos distintos: um, emergente, aberto e decíduo, com altura variando entre 25 a 30 metros e outro, dominado e contínuo, de altura não superior a 20 metros, formado principalmente por espécies perenifoliadas, além de um estrato de arvoretas. Comenta que a fisionomia decidual desta floresta é determinada pelo estrato emergente, dominado por leguminosas caducifólias, onde se

destacam a *Apuleia leiocarpa* (grápia) e a *Parapiptadenia rigida* (angico). Acentua que há uma diversificada florística, com aspectos distintos, em função de pequenas variações ambientais, determinadas por parâmetros litológicos, geomorfológicos, edáficos e climáticos.

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

Para esse órgão de pesquisa, as variações nos gradientes ecológicos fundamentais permitiram a individualização da formação Montana, limitada às condições altimétricas superiores a 400 metros. Esta formação Montana ocupa formas de relevo ondulado a dissecado (superfícies muito rugosas).

Para IBGE (1986), a cobertura desta formação florestal caracteriza-se localmente por apresentar um pequeno número de espécies emergentes, aonde predominam *Parapiptadenia rigida* (angico), *Cedrela fissilis* (cedro), *Cabralea canjerana* (canjerana), *Myrcarpus frondosus* (cabriúva), *Patagonula americana* (guajuvira), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) e outras. Estas espécies freqüentemente penetram na Floresta Ombrófila Mista ao longo da borda do Planalto das Araucárias,

Para esse órgão de pesquisa as condições de solo e relevo, desfavoráveis a agricultura, não impediram a devastação quase completa da cobertura florestal primitiva, em décadas passadas. Entretanto Rio Grade do Sul (2001/2004) considera que ainda há 5.155 ha (11% da área) ocupados por florestas. Não há especificação da degradação ou da conservação das principais espécies em termos qualitativos dessas matas.

Onde há o abandono de áreas utilizadas para agricultura, passou a predominar a vegetação secundária nos diversos estágios. Os agrupamentos florestais remanescentes ocupam as encostas íngremes e de difícil acesso.



Fig. 2. Fragmentos restantes da mata nativa em borda de coxilha, Santo Augusto, RS.



Fig. 3. Vegetação de fundo de vale com algumas espécies nativas conservadas, Santo Augusto, RS.

Aspectos geológicos

A caracterização do embasamento geológico regional do Planalto tem sido, de certa forma, aceita de maneira muito generalizada como um domínio de basalto. Entretanto, há necessidade de uma diferenciação nessas variações rochosas locais.

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

O mesmo autor cita que o Planalto e a Serra Gaúcha, com seus quase mil metros de altura, existem graças ao vulcanismo de fissuras que começou a ocorrer há 190 milhões de anos. Este autor, descrevendo o evento, acentua que o vulcanismo produziu lava em quantidade suficiente para cobrir praticamente todo o deserto. Os primeiros pulsos de lava eram fracos e duravam pouco tempo. Eram limitados e geograficamente localizados em apenas algumas áreas descontínuas. Logo o vento os recobriu de areia. Mas, com o passar do tempo, os pulsos vulcânicos ficaram mais freqüentes e fortes. A lava brotava em corridas sucessivas, não deixando tempo para a areia eólica cobrir a rocha formada. Assim, a paisagem do Estado foi novamente modificada, e o grande mar de areia desapareceu sob uma sequência muito espessa de rochas basálticas.

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

Para Holz (1999), ainda no Jurássico, após ou concomitante com o intenso vulcanismo de fissuras, que terminou com a existência do deserto, iniciou-se a fragmentação do continente. Com isso o mar invadiu as bordas do sul do Planalto.

Segundo Leinz & Amaral (1975), as lavas vulcânicas possuem velocidade de acordo com as suas formas, texturas e estruturas, que dependem da sua viscosidade. Além disso, a quantidade e as condições topográficas também exercem influência no que diz respeito ao modelamento do terreno. As lavas viscosas, via de regra, são aquelas ricas em sílica, de composição química semelhante à das rochas graníticas, e são denominadas lavas ácidas. Este tipo forma derrames curtos, espessos, raras vezes bifurcados, como consequência da sua alta viscosidade. A frente e os flancos dos derrames são abruptos. Em casos de viscosidade muito elevada, não se derrama e sim forma cúpulas de represamento, e até extrusões quase sólidas. Consolidam-se rapidamente e não há tempo suficiente para a formação de cristais, que exigem a ordenação e agrupamentos dos átomos. Forma-se então o vidro vulcânico, amorfo. A cor é preta, podendo às vezes ser avermelhada ou leitosa. Esta se deve à difusão de bolhas microscópicas de gases, enquanto que a cor vermelha é consequente da oxidação do ferro. Quando as condições de pressão e de viscosidade são favoráveis, há expansão dos gases contidos na lava. Forma-se uma verdadeira espuma que, ao se consolidar, dá origem a pedra-pomes. Nos vidros, esses gases se encontram dissolvidos.

As lavas fluídas, por sua vez, são normalmente de constituição básica, ou seja, são pobres em sílica, tendo a composição química análoga à das rochas basálticas. Possuem grande mobilidade e durante seu derramamento ajustam-se às irregularidades do

terreno. Sendo grande o declive, a corrida é fina e estreita. O mecanismo do movimento é análogo a um líquido. Ele é mais rápido no centro da torrente, diminuindo nas bordas. A consolidação se dá tanto pela irradiação térmica da lava para o espaço, como pela condução do substrato. Essa lava torna-se coberta por uma crosta sólida, que se modifica constantemente no seu aspecto, graças ao movimento do derrame. A sua superfície apresenta-se com aspectos variáveis, dependendo do grau de viscosidade e da quantidade de gases contidos. Assim, o derrame pode tomar o aspecto de lava em blocos ou lava em corda.

Na lava em blocos, sua superfície é áspera, fendilhada, resultando do aspecto geral fragmentos agudos e lascas. As vesículas de gases no seu interior são raras, e quando presentes são grandes e de formas irregulares. A cor é frequentemente avermelhada, graças à oxidação provocada pelo ar que percola facilmente pelas fendas da lava. A temperatura é relativamente baixa e a quantidade de gases é grande, sendo estes os fatores que determinam este tipo de lava. O escape dos gases ou a sua concentração em grandes bolhas influem também no aspectos morfológico deste tipo de lava. A frente destes derrames constitui-se num amontoamento de blocos em movimento. Esta frente é rica em pequenas vesículas resultantes da inclusão dos gases durante a consolidação.

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

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

Ainda para IBGE (1986), essa Formação, tendo se extravasado desde o Triássico Superior, desenvolveu-se de modo significativo durante o Juracretáceo. No geral, é considerada como agrupando uma espessa seqüência de vulcanitos, eminentemente basálticos, podendo conter termos ácidos intercalados, que se tornam mais abundantes no topo do pacote. Esses vulcanitos, ou emissores de lava ácida, estão intimamente relacionados aos processos geodinâmicos que culminaram com a abertura do Atlântico Sul e a conseqüente separação continental da América do Sul-África. Com isso, os vulcanitos fissurais então associados a magmas, de resfriamento mais profundos. Nestes locais há diques horizontais e corpos irregulares de diabásio que ocorrem na região.

Em Santo Augusto, observa-se essa seqüência de derrames de efusivas básicas, cada um com espessura limitada em cortes nas estradas que não atingem mais que 2 a 5 metros. Entretanto, a mudança de constituição desses derrames são freqüentes. Há ocorrências esparsas de pequenas deposições de rochas ácidas, como nos limites da

cidade de Santo Augusto, próximo a RS 155, onde há morrotes com rochosidade saliente na superfície, embora cobertas por finas camadas de rochas efusivas básicas (Fig. 4).

A forma do estabelecimento desses níveis de basalto, sobre a crosta superficial do arenito Botucatu, e a espessura das camadas de rochas vulcânicas, têm um significado muito grande na constituição das reservas de água subterrâneas. IBGE(1986) relata que as camadas de basalto são mais espessas, no norte e no leste do Estado, chegando a 1000 metros. Diminuem para oeste e sul, com espessura de 30 a 50 metros em Santa Maria. Em poços perfurados na região, têm sido encontrada água a profundidades de 180 a 200 metros, com o surgimento das areias do arenito Botucatu.

Como regra geral, essas rochas superficialmente são pouco fissuradas pelos processos de ajustes das camadas (tectonismo), porque são de idades mais recentes, onde os ajustes da crosta foram menos intensivos. As diaclases (fraturas) dessas rochas ocorrem normalmente nas camadas mais profundas, onde o peso dos blocos rochosos conduz a ajustes que causam fraturas. Com isso, as camadas superficiais, pouco fraturadas, não são infiltradas pela água das chuvas, a níveis significativos, como ocorre com as rochas graníticas que chegam a superfícies lentamente já fissuradas. Localmente, poucos poços exploram águas nessas reservas de fissuras com baixo aproveitamento em termos quantitativos.

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

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



Fig. 4. Basaltos de natureza ácida com fina camada básica na superfície, Santo Augusto, RS.

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 topos de solos, classes de capacidade, aptidão agrícola das terras e as principais estradas de rodagem, redes hidrográficas e açudes.

Para a classificação taxonômica foi usada o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 1999) e o Sistema de Classificação Americano – Soil Taxonomy (USA, Soil Survey Staff, 1996).

As terras foram classificadas utilizando-se o sistema denominado capacidade de uso das terras (Lepsch et al., 1983 e ESTADOS UNIDOS, 1951), que se baseia nos fatores limitantes à utilização e o 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 a 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 tem por objetivo evidenciar as principais limitações. No caso, não se considera a subclasse clima como variável para a classificação, entretanto a deficiência de água está diretamente relacionada a este fator. As glebas de terras de mesma classe e subclasse, quando necessitam tratamentos diferenciados pela constituição dos solos, principalmente, são denominadas de unidades de produção. Na verdade essa classificação foi feita para dar condições à implementação efetiva de sistemas de controle à erosão que no início do século passado estava destruindo os solos na América do Norte. Aqui no País tem sido usada para fomentar uma idéia de potencialidade agrícola das terras. 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 limitava uma classe da outra, parece ter se tornado menor.

Em virtude disso, cultivar a terra suscetível à erosão acelerada é possível, mas o conjunto de dificuldades e os efeitos inerentes dos tratamentos culturais ainda são os mesmos, portanto, as diferenças e graus de dificuldades entre classes ainda existem. Situar essas diferenças e dificuldades de corrigi-las dentro de uma ordem que efetivamente represente os fatores econômicos parecem 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 disto, 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 1:126.000.

A seqüência de atividades desenvolvidas foi:

- a) fotointerpretação preliminar para delineamento de superfícies homogêneas, sob o ponto de vista de tonalidade fotográfica e relevo;
- b) percurso da área para analisar a relação entre as superfícies homogêneas delineadas, material de origem, vegetação, características e distribuição dos solos;
- c) confecção da legenda preliminar com as formas de relevo das diferentes superfícies;
- d) novo percurso da área, para certificar-se dos pontos onde havia dúvidas sobre a geologia e solos;
- e) interpretação das análises químicas para caracterização das unidades;
- f) classificação dos solos nos diferentes sistemas taxonômicos e no sistema interpretativo;
- g) confecção dos mapas e relatório descritivo.

As análises químicas necessárias 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 e determinados por fotometria de chama;
- P, extraído com HCl 0,05 M + H_2SO_4 0,025 M e determinado por colorimetria;
- 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, modificado sem uso de aquecimento externo, descrito por Alisson (1965). É caracterizada pela oxidação com dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1M) 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), e não pelo aquecimento externo. A titulação é feita por sulfato ferroso (FeSO_4 0,25M). A cor da solução, no início varia de laranja-amarelado a verde escuro, mudando para cinza turbido antes do ponto final de viragem e, então, muda abruptamente para um vermelho tijolo, no ponto final da titulação.

- Ferro total extraído com solução de H_2SO_4 e determinado de acordo com o método 2.24 descrito no Manual de Métodos de Análises de Solo da Embrapa (Brasil, 1979).

- análise granulométrica determinada por dispersão em água com agente químico (NaOH 1M) e agitação mecânica de alta rotação, sedimentação e determinação de argila por densimetria no sobrenadante, com areia grossa e areia fina, separadas por peneiramento úmido, e silte calculado por diferença, não sendo empregado pré-tratamento para eliminação da matéria orgânica. O teor de argila natural também foi determinado apenas com dispersão em água.

Os solos foram descritos conforme se inserem nas unidades de formas de relevo, (chapadas, coxilhas, vales aplainados e vales íngremes) aqui diferenciadas nas fotos aéreas, mais especificamente por seus aspectos geológicos, padrões de drenagem, vegetação, etc.. Assume-se que os solos estão distribuídos neste contexto como mais um dos componentes apenas. Além disso as formas de relevo se relacionam intensivamente com o uso agrícola das terras, objetivo preponderante neste trabalho. Os perfis foram coletados em cortes de estradas. As estradas municipais dão acesso a todas as propriedades onde a constatação dos solos é feita sem restrições.

Na seção resultados, a qualificação das características dos solos são inseridas nas descrições morfológicas das unidades de relevo. Além disso, são utilizadas terminologias semelhantes que comparam solos regionais.

Resultados

O município de Santo Augusto, situado na parte noroeste do Planalto, região das Missões, é composto por uma aparente chapada, única e antiga, entre 400 a 540 metros de altitude, em processo erosivo de dissecação muito branda. Localmente em detalhes, na parte sudeste compõem um conjunto de pequenas chapadas (P_0), que são segmentadas por nascentes de sangas e arroios de pequeno porte que nos limites do município tomam a denominação de rios. Nesse conjunto de relevo antigo, que se modelou de forma muito lenta, em clima úmido e quente, os solos são de uma homogeneidade muito acentuada.

Nas depressões de drenagem, também de natureza antiga, situadas no início dos segmentos, as depressões côncavas são largas, com formas apenas depressivas rasas (V_a). Observa-se que os segmentos, posteriores a essas bacias iniciais de drenagem, mesmo quando estreitos, raramente possuem valas abertas e os drenos abertos atuais, que formam sangas muitas vezes, ainda compõem partes apenas das depressões da drenagem antiga. Os declives são muitos baixos e as águas de escoamento possuem baixa velocidade.

Os vales, que representam os segmentos de drenagem atuantes nesse sistema, foram agrupados pelas características intrínsecas de suas formas, já que transportam a umidade excessiva dos solos. Esses vales que ocorrem entre as formas das chapadas, principalmente, são partes de um relevo antigo, sem sangas abertas ou parcialmente abertas. De certa forma, na conjuntura florestal anterior, era um mecanismo próprio de contenção acentuada da evasão da água do sistema. Esses vales úmidos e largos, com seus fundos achatados e planos, nos seus segmentos iniciais, não apresentam bordas com declives acentuados no contraste com a encosta de nível mais elevado.

A norte e a noroeste, onde as chapadas foram mais erodidas, nos contatos com maiores cargas hidráulicas dos rios, o relevo se tornou mais íngreme, caracterizado como ondulado (P_1). As superfícies evoluíram de chapadas para formas alongadas nos topos e solos mais rasos. Essas formas de colinas longas, transicionais para as coxilhas, possuem amplas encostas com declives as vezes maiores do que 10 % e solos com menor camada superficial laterizada.

À medida que a carga hidráulica dos rios se acentua, as características dos vales se diferenciam. Estes vales (V_e) aprofundam-se e tomam formas muitas vezes estreitas, principalmente, no contato com os drenos principais (rios Turvo e Inhacorá). Nestes contatos, de relevo mais íngreme, as encostas são agudas nos declives e, geralmente, se estabelecem vales aplainados nas bases, pela redução gradativa da carga hidráulica e deposições de sedimentos quaternários.

Chapadas (P₀)

Esta unidade de forma de relevo compõe o conjunto de topos aplainados de um antigo planalto que está sendo segmentado, por processos erosivos desde o período Cretáceo. Em Santo Augusto esse conjunto de chapadas, que estão sendo modeladas progressivamente, pelas formas erosivas do clima atual, desde as nascentes dos rios Turvo e Inhacorá, nas partes sul e sudeste, ainda conserva essas características de relevo até aos limites dos lajeados Tapera (Turvo) e Bonito e Tigre (Inhacorá). Esse conjunto de pequenas chapadas, que aparenta um relevo suave ondulado, se assemelha as lombadas que ocorrem na região Sul, na maior parte provenientes de sedimentos aplainados no período Pleistocênico. O relevo brando, com superfícies lisas, de amplas e contínuas encostas, que se entrelaçam, sem sofrer cortes ou raramente são interrompidas, nas partes depressivas dos drenos naturais, na sua monotonia, se torna muito favorável às ações agrícolas (Fig. 5).

Os declives menores do que 10%, nas encostas mais acentuadas, não sofrem alternâncias na continuidade. Com isto, as atividades agrícolas mecanizáveis são contínuas ao longo das propriedades, que não são divididas por cercas. Estas chapadas ocupam as cotas máximas de 540 metros.

O sistema rochoso, de minerais de fácil intemperização, que produzem altos níveis de compostos ferruginosos (óxidos e hidróxidos), que se agregam em partículas dos solos de nível inferior (argilas), sem serem significativamente transportados, forma perfis muito semelhantes. Quando comparáveis na catena, (seqüência de solos distribuídos desde os topos das chapadas até as bordas dos vales), apresentam pequena variabilidade. Nessas variações topográficas, mesmo nos locais próprios de possíveis perdas de elementos, as variáveis analíticas, que indicam o grau de intemperização dos solos, se mantêm constantes (Fig. 6).

Os processos de meteorização, ao longo dos tempos, em minerais de maior grau de intemperização (baixos teores de sílica e altos teores de ferro e cálcio) do que os existentes nas rochas graníticas, condicionaram a efetivação de solos muito profundos. Além de profundos, são muito argilosos e praticamente não possuem areias silicosas, cascalhos e pedras. Esse modelamento, muito lento pelos processos erosivos naturais, está condicionado a um somatório de climas passados úmidos e quentes. Neste contexto, a erosão superficial natural tem sido atenuada, possivelmente, pelo transporte interior das águas de drenagem, que têm como causa principal a aglutinação no interior do solo das partículas argilosas contidas pelos altos teores de óxidos. Este fator, é acentuado por Silva (1980), em Latossolo Roxo Distrófico, que em condições de mata natural, constatou que a velocidade de infiltração da água no solo foi de 112,5 cm/hora, enquanto que, em área desmatada com cultivo de soja e milho, há mais de 20 anos, foi de 0,2 cm/hora. A infiltração acumulada chegou a 272 cm em duas horas na mata e 0,4 cm, nesse mesmo tempo, em área cultivada. Assim onde entra a floresta como um participante muito ativo do modelamento das superfícies, formaram-se horizontes muito porosos, com intervalos abertos entre os blocos estruturais. Com isso, os solos se aprofundam sem horizontes diferenciados. No geral, constata-se, talvez pela ocorrência de climas mais quentes, que os efeitos da meteorização foram ou estão sendo muito intensos, pois os complexos de troca

são dominados por óxidos e argilas caulíníficas a uma profundidade maior do que 4 metros. Isto levou esses solos a serem denominados anteriormente de latossolos pelo antigo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS) e por Oxissol, na Soil Taxonomy (1960). Entretanto, o transporte interno de partículas agregadas, embora ínfimo e de certa forma contínua, em todo o perfil, tem criado e mantido formas estruturais próprias de um arranjo bem ordenado que facilita o transporte interno da água. Essa estrutura é bem organizada e fragmentada em agregados, quando submetida a pressões. Inicialmente se fragmenta em blocos subangulares de porte médios, mas são sucessivamente segmentados em partículas menores com as mesmas formas. Apresentam superfícies lisas que refletem um certo brilho nas paredes por onde é feito o transporte da água interna. Estas formas estruturais, mesmo de composição oxídica, são lisas como se envolvidas por películas argilosas, o que tem sido caracterizado como um grau moderado de cerosidade. No contexto geral a catena, formada pela chapada, a meia encosta e o terço inferior das encostas, não apresenta as diferenciações, em termos de atributos físicos responsáveis pela variabilidade de umidade no solo como os que ocorrem nas regiões mais ao sul, provenientes de rochas graníticas. Entretanto esse sistema não parece eterno, pois conforme acentua Silva (1980) a estabilidade dos agregados do solo é temporária. O autor evidencia que, sem a presença da floresta, os macroagregados dos solos sob mata, são gradativamente transformados em microagregados, pelo uso da terra com cultivos anuais, em um espaço de 20 anos (Tabela 4).

Os dados colhidos, tanto em Santo Augusto, como nos demais municípios vizinhos, mostram que o intemperismo, embora muito acentuado teve, como na Amazônia, a contenção de perdas de parte das bases trocáveis pela atuação da floresta então ainda conservada. Com isso as bases trocáveis retidas nas superfícies do solo refletem um equilíbrio existente na região que foi de manter solos eutróficos nas superfícies (horizonte A) com altos teores orgânicos (chernozêmico).

No geral, a meteorização das encostas teve um tempo longo e suficiente para uniformizar todos os parâmetros desse relevo com as partes aplainadas das chapadas, em termos das variações químicas e físicas analisadas (Tabelas 5 a 12).

Ao se generalizar essas chapadas e suas encostas, com solos muito profundos, onde as camadas intemperizadas podem chegar a 5 ou 6 metros, o comportamento dos fatores analisados podem ser descritos, em termos de amplitude de variação, com um horizonte A₁, de 20 a 25 cm de espessura, cor vermelho-acinzentado-escuro (10 R 3/2), textura argila a argila-pesada, estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, moderada a forte, consistência muito friável úmida e macia quando seca, matéria orgânica de 2,23 a 3,60 %, acidez definida por pH de 4,30 a 5,45, alumínio trocável de 1,32 a 2,52 cmol_c.kg⁻¹, saturação com o alumínio de 17 a 42%, soma de bases trocáveis de 3,43 a 6,52 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 6,83 a 10,12 cmol_c.kg⁻¹, e saturação de bases de 49 a 64%.

A camada subsequente, horizonte A₂, de 25 a 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro-acinzentado, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 1,72 a 2,34 %, acidez com pH de 4,64 a 4,90, alumínio trocável de 2,10 a 3,16 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 38 a 69 %, soma de bases trocáveis de 1,42 a 3,44 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 4,72 a 6,84 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 30 a 50 %.

A camada inferior, horizonte Bnit.1, de 40 a 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se

desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 1,12 a 2,09 %, acidez com pH de 4,74 a 4,90, alumínio trocável de 2,22 a 2,90 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 50 a 74 %, soma de bases trocáveis de 0,92 a 2,22 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 3,82 a 5,42 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 24 a 41 %.

A camada inferior, horizonte Bnit₂, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte a moderada, matéria orgânica de 0,76 a 1,32 %, acidez com pH de 4,57 a 4,98, alumínio trocável de 2,28 a 3,28 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 72 a 79 %, soma de bases trocáveis de 0,62 a 1,12 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 3,42 a 3,82 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 18 a 29 %.

A camada inferior, horizonte Bw₁, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura maciça que se desagrega em blocos subangulares grandes, médios e pequenos, sem formas definidas, matéria orgânica de 0,54 a 0,64 %, acidez com pH de 4,58 a 4,96, alumínio trocável de 2,48 a 2,50 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 67 a 75 %, soma de bases trocáveis de 1,22 a 1,82 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 3,12 a 3,72 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 20 a 33 %.

A camada inferior, horizonte Bw₂, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura maciça que se desagrega em blocos subangulares grandes, médios e pequenos, sem formas definidas, matéria orgânica de 0,87 %, acidez com pH de 4,81, alumínio trocável de 2,12 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 68 %, soma de bases trocáveis de 1,02 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 3,92 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 26 %.

Essas solos denominados, na amplitude regional, de Latossolo Roxo Distrófico (Tabelas 26 a 27), por Costa Lemos, em Brasil (1973) e Latossolo Vermelho Distrófico típico, conforme Streck et al. (2002) estão sendo localmente caracterizados por Nitossolo Vermelho Distroférico latossólico por apresentarem um horizonte A proeminente (ou chernozêmico) sobre um horizonte B nítico com baixa saturação de bases que decrescem com o aumento da profundidade onde se caracteriza progressivamente um horizonte B latossólico (Bw). Esses solos raramente são eutróficos na parte superior (50 cm). Esse caráter eventual (epieutrófico) tem sido provisoriamente um parâmetro para denominá-los de chernossólicos no 4^o nível.

Quanto ao uso agrícola, as terras estão situadas como pertencentes à classe IIse de capacidade de uso, embora os riscos a erosão tenham sido parcialmente controlados pelo plantio direto e as correções da fertilidade do solo na maior parte já estejam sanadas.

São terras que tiveram altos investimentos, mas agora estão oferecendo retornos. Os custos atuais se destinam à adições de produtos químicos no controle de invasoras, pragas e doenças.

Quanto à aptidão agrícola proposta por Ramalho Filho e I. Beek (1995), estas terras são do grupo 1aBC; "boa" para usuários com alta e média tecnologias e "regular" para pequenos proprietários que não dispõem de recursos para corrigi-las adequadamente para altas produções.

Tabela 4. Distribuição de tamanho de agregados estáveis, densidade e porosidade total, em solo sob floresta e sob cultivos (20 anos).

			Agregados estáveis em águas							Densidade (g.cm ⁻³)	Porosidade (%)		
			Macroagregados (%)				Microagregados (%)				Solo	Total	Macro
Área	Horizonte	Profundidade (cm)	>4,76 mm	<4,76 >2,00mm	<2,00 >1,00mm	Total	<1,00 >0,21 mm	<0,21 mm	Total				
Floresta	A ₁	2-20	58	24	8	90	7	3	10	1,01	64,7	35,9	28,8
II	A ₃	20-35	17	27	26	70	22	8	30	1,28	56,6	18,3	38,3
II	B ₁	35-60	6	29	34	69	22	9	31	1,22	57,9	10,5	47,4
II	Média	-	27	26	23	76	17	7	24	1,19	58,5	-	-
Cultivo	Ap	0-10	2	8	13	23	48	29	77	1,17	60,3	17,5	42,8
II	B ₁	18-45	2	15	31	48	42	10	52	1,44	51,4	13,2	38,4
II	B ₂	45-110	0	6	32	38	42	10	62	1,22	59,1	-	-
II	Média	-	1	10	25	36	47	17	64	1,26	57,0	11,3	47,7

Fonte: SILVA (1980).



Fig. 5. Chapadas individualizadas com início de segmentos de drenagem, Santo Augusto, RS.



Fig. 6. Solos de chapadas com páleo-estruturas de blocos angulares e subangulares, Santo Augusto, RS.

Tabela 5. Informações do perfil A-1 da unidade P₀.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Distroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Kandihumult. b) Localização: coordenadas = 230.988, 6.910.607, altitude = 540m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas e ácidas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas e lombadas aplainadas. f) Situação do perfil: topo de chapada. g) Declividade: 3 %. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-25	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A ₂	25-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
Bnit.1	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bnit.2	100-150	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bw	150-200+	Vermelho-escuro (10 R 4/6) úmido e seco; argila pesada; maciça que se desagrega em blocos subangulares pequenos e médios; cerosidade pouca e fraca; macroporos abundantes; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.

Tabela 6. Resultados das análises do perfil A-1 da unidade P₀.

Fatores		Horizontes				
		A ₁	A ₂	Bnit.1	Bnit.2	Bw
Espessura	(cm)	0-25	25-50	50-100	100-150	150-200+
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	18,80	11,30	6,90	5,00	3,70
M. O.	%	3,25	1,94	1,18	0,86	0,64
P	(mg kg ⁻¹)	23,32	14,18	15,49	13,23	8,71
pH (H ₂ O)	-	5,45	4,88	4,88	4,98	4,58
pH (KCl)	-	4,03	3,93	3,95	3,88	4,00
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	4,20	1,90	1,10	0,70	0,80
Mg	"	2,30	1,10	0,70	0,40	0,40
K	"	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Na	"	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
S	"	6,52	3,02	1,82	1,12	1,22
Al	"	1,34	2,48	2,90	3,28	2,48
H + Al	"	2,60	3,20	3,00	4,30	2,50
T	"	10,12	6,22	4,82	3,82	3,72
T(arg.)	"	13	8	6	5	5
V	%	64	49	38	29	33
Sat. Al	"	17	45	61	74	67
Fe (total)	"	-	-	-	15	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-
Cascalho	"	<1	<1	1	5	3
Areia grossa	"	13	6	7	9	1
Areia fina	"	67	46	36	43	48
Silte	"	229	186	173	204	200
Argila	"	691	762	784	744	751
Argila natural	"	80	107	100	70	10
Agregação	%	88	86	87	91	99
Silte/argila	-	0,33	0,24	0,22	0,27	0,27
Textura	-	Cp	Cp	Cp	Cp	Cp

Cp – argila-pesada.

Tabela 7. Informações do perfil A-5 da unidade Po.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Distroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Kandudult. b) Localização: coordenadas = 224.862, 6.922.884, altitude = 511m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas e lombadas aplainadas. f) Situação do perfil: topo da colina. g) Declividade: 3 – 5%. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A ₂	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
Bnit.	50-90+	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e médios, forte; cerosidade pouca; forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.

Tabela 8. Resultados das análises do perfil A-5 da unidade Po.

Fatores		Horizontes		
		A ₁	A ₂	Bnit.
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-90+
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	12,90	11,10	7,30
M. O.	%	2,23	1,91	1,25
P	(mg kg ⁻¹)	14,38	9,19	3,43
pH (H ₂ O)	-	4,94	4,90	4,90
pH (KCl)	-	4,05	3,96	4,00
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	3,80	2,30	1,40
Mg	"	1,80	1,10	0,80
K	"	0,05	0,03	0,01
Na	"	<0,01	<0,01	0,01
S	"	5,66	3,44	2,22
Al	"	1,38	2,10	2,22
H+Al	"	3,50	3,40	3,20
T	"	9,12	6,84	5,42
T(arg.)	"	13	9	7
V	%	62	50	41
Sat. Al	"	20	38	50
Fe (total)	"	-	-	19
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-
Cascalho	"	<1	<1	<1
Areia grossa	"	4	2	7
Areia fina	"	35	30	21
Silte	"	263	217	195
Argila	"	698	751	777
Argila natural	"	97	70	58
Agregação	%	86	91	93
Silte/argila	-	0,37	0,29	0,25
Textura	-	Cp	Cp	Cp

Cp – argila-pesada.

Tabela 9. Informações do perfil A-9 da unidade Po.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Distrófico latossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Kandihumult. b) Localização: coordenadas = 219.008, 6.908.870, altitude = 418m. c) Geologia regional: basalto, Camadas alternadas de rochas básicas e ácidas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: coxilhas e lombadas aplainadas. f) Situação do perfil: terço inferior da colina. g) Declividade: 3 – 5%. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/3) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A ₂	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
Bnit.1	50-100	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bnit.2	100-150 +	Bruno-avermelhado (5 YR 4/4) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.

Tabela 10. Resultados das análises do perfil A-9 da unidade Po.

Fatores		Horizontes			
		A ₁	A ₂	Bnit.1	Bnit.2
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-100	100-150 +
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	20,90	13,60	12,10	7,70
M. O.	%	3,60	2,34	2,09	1,32
P	(mg kg ⁻¹)	18,40	10,73	10,41	10,41
pH (H ₂ O)	-	4,30	4,60	4,75	4,81
pH (KCl)	-	3,73	3,77	3,89	3,93
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	2,20	0,80	0,60	0,60
Mg	"	1,20	0,60	0,50	0,40
K	"	0,02	<0,01	0,01	<0,01
Na	"	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
S	"	3,43	1,42	1,12	1,02
Al	"	2,52	3,16	2,84	2,66
H + Al	"	3,60	3,30	3,00	2,80
T	"	7,03	4,72	4,12	3,82
T(arg.)	"	13	9	7	6
V	%	49	30	27	27
Sat. Al	"	42	69	72	72
Fe (total)	"	-	-	-	12
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho	"	<1	<1	<1	<1
Areia grossa	"	37	48	45	36
Areia fina	"	253	249	215	197
Silte	"	160	180	153	164
Argila	"	550	523	587	603
Argila natural	"	89	102	83	89
Agregação	%	84	80	86	85
Silte/argila	-	0,29	0,34	0,26	0,27
Textura	-	C	C	C	Cp

Cp – argila-pesada; C – argiloso.

Tabela 11. Informações do perfil A-10 da unidade Po.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico latossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Kandihumult. b) Localização: coordenadas = 219.008, 6.908.870, altitude = 418m. c) Geologia regional: basalto, Camadas alternadas de rochas básicas e ácidas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: coxilhas e lombadas aplainadas. f) Situação do perfil: terço inferior da colina. g) Declividade: 3 – 5%. h) Erosão: não há. i) Relevô: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/3) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A ₂	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
Bnit.1	50-100	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bnit.2	100-150	Bruno-avermelhado (5 YR 4/4) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bw ₁	150-200	Cinza-avermelhado-escuro (5 YR 4/2) úmido e seco; argila; maciça que se desagrega em blocos subangulares pequenos e médios; cerosidade pouca e fraca; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.
Bw ₂	200-250 +	Cinza-avermelhado-escuro (5 YR 4/2) úmido e seco; argila; maciça que se desagrega em blocos subangulares pequenos e médios; cerosidade pouca e fraca; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.

Tabela 12. Resultados das análises do perfil A-10 da unidade Po.

Fatores		Horizontes					
		A ₁	A ₂	Bnit.1	Bnit.2	Bw ₁	Bw ₂
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-100	100-150	150-200	200-250 +
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	15,80	9,90	6,50	4,40	3,10	5,00
M. O.	%	2,72	1,72	1,12	0,76	0,54	0,87
P	(mg kg ⁻¹)	13,25	10,41	12,72	12,62	12,93	12,62
pH (H ₂ O)	-	4,71	4,84	4,74	4,57	4,96	4,81
pH (KCl)	-	4,02	3,97	3,95	3,95	4,02	3,89
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	2,00	1,00	0,50	0,30	0,30	0,50
Mg	"	1,40	0,60	0,40	0,30	0,30	0,50
K	"	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Na	"	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
S	"	3,43	1,62	0,92	0,62	0,62	1,02
Al	"	1,32	2,18	2,56	2,28	1,82	2,12
H + Al	"	3,40	3,20	2,90	2,80	2,50	2,90
T	"	6,83	4,82	3,82	3,42	3,12	3,92
T(arg.)	"	12	8	6	5	5	6
V	%	50	34	24	18	20	26
Sat. Al	"	28	57	74	79	75	68
Fe (total)	"	-	-	-	16	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-	-
Cascalho	"	<1	<1	<1	<1	1	1
Areia grossa	"	32	31	24	27	25	21
Areia fina	"	215	193	146	168	182	177
Silte	"	177	135	142	129	131	125
Argila	"	576	641	688	676	662	677
Argila natural	"	64	71	42	11	13	16
Agregação	%	89	89	94	98	98	98
Silte/argila	-	0,31	0,21	0,21	0,19	0,20	0,18
Textura	-	C	Cp	Cp	Cp	Cp	Cp

Cp – argila-pesada; C – argiloso;

Coxilhas (P₁)

A unidade compreende terras com relevo ondulado, que se situam próximas aos drenos principais, que são os rios Turvo e Inhacorá nos seus terços médios. São áreas pouco mais íngremes do que as chapadas, onde os processos erosivos, provenientes da intensificação das atividades climáticas do período Quaternário, foram mais intensivos. Trata-se de conseqüências de uma ativação constante do processo erosivo, que modelou o relevo de chapadas, em formas estreitas e alongadas. São chapadas que se estreitaram para formar os espigões aplainados, longos e muito pouco sinuosos, que se assemelham as coxilhas do Sul (Figs. 7 e 8). As alternâncias de relevo, entre as cotas máximas de 540 metros atingem, nas áreas mais erodidas, as cotas de 400 metros.

Neste processo de formação de um relevo ondulado, a remoção das camadas superficiais de resíduos antigos, se verifica mais intensamente nas bordas das encostas, com ocorrências de solos menos espessos, sem entretanto serem denominados de pouco profundos (lépticos). As características, próprias do acúmulo de resíduos muito intemperizados, que conduzem a formação de solos oxídicos, como nas chapadas, são de menor ocorrência. Os resultados constatam que as tendências gerais são de predominarem solos com saturação de bases mais altas, nas camadas mais superficiais, com maior intensidade do que nas chapadas, O que, certamente, se relaciona com a floresta anterior e também com a exposição de camadas menos intemperizadas.

Em solos que tiveram mais recentemente a sua ocupação com desmatamento e uso agrícola, se diferenciam alguns parâmetros analíticos, principalmente químicos. Este aspecto se observa em relação ao posicionamento no relevo e nas ocorrências de mata ainda restante. Embora com os dados colhidos não se possa constatar, precisamente, que a floresta nativa mantinha alguns parâmetros muito diferenciados em relação a alguns nutrientes, verifica-se, em alguns locais, que a remoção da floresta contribuiu para a constituição de solos mais empobrecidos. Isto se refere à grande atividade coloidal orgânica na superfície e a ocorrência, na parte inferior, de uma atividade muito ácida com alta saturação de alumínio. No geral, constata-se pela natureza e volume da floresta que há, relativamente, poucos nutrientes incorporados ao solo que permaneceram no sistema após ao desmatamento. Fato que talvez, esteja relacionado ao tempo de uso da terra ou manejo na incorporação dos resíduos.

Em relação às chapadas, a unidade de relevo de maior amplitude de variação, que contempla solos muito intemperizados e outros já enriquecidos por processos de adição de bases, situados em superfícies mais recentes, se verifica que algumas encostas, em termos de elementos nos perfis, se relacionam diretamente com os parâmetros orgânicos ainda existentes. No geral, as chapadas, que são mais empobrecidas, estão mais relacionadas aos insumos adicionados, à correção da acidez do solo e a médios e baixos níveis de fósforo. Além disso, muitos variam em relação a cada local (Tabelas 13 a 16).

No geral, a meteorização dessas encostas, embora menor do que nas chapadas, teve um tempo muito longo e suficiente para nivelar parâmetros nesse novo relevo, em termos das variações químicas analisadas, principalmente na formação de compostos oxídicos e caulíníticos. Ao se generalizar esses prolongamentos iniciais de coxilhas, semelhantes a espigões e suas encostas, verifica-se que ocorrem solos ainda profundos, onde as camadas intemperizadas podem chegar a dois a três metros. No geral, esses solos

são descritos pela amplitude de variação dos parâmetros analíticos com um horizonte A₁ de 20 cm de espessura, cor vermelho-acinzentado-escuro (10 R 3/2), textura argila a argila-pesada, estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, moderada a forte, consistência muito friável, úmida, e macia, quando seca, matéria orgânica de 2,67 a 3,21 %, acidez definida por pH de 4,79 a 5,17, alumínio trocável de 1,06 a 1,68 cmol_c.kg⁻¹, saturação com o alumínio de 12 a 22 %, soma de bases trocáveis de 5,66 a 7,82 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 9,92 a 11,22 cmol_c.kg⁻¹, e saturação de bases de 57 a 70 %.

A camada subsequente, horizonte A₂, de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro-acinzentado, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 2,07 a 2,52 %, acidez com pH de 4,95 a 4,98, alumínio trocável de 1,40 a 3,52 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 20 a 54 %, soma de bases trocáveis de 3,02 a 6,54 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 7,02 a 9,14 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 43 a 62 %.

A camada inferior, horizonte B_{nit.1}, de 30 a 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 1,20 a 1,64 %, acidez com pH de 4,82 a 4,90, alumínio trocável de 1,40 a 4,16 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 23 a 73 %, soma de bases trocáveis de 1,52 a 4,83 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 5,42 a 7,33 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 28 a 62 %.

A camada inferior, horizonte B_{nit.2}, de 30 a 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte a moderada, matéria orgânica de 0,96 a 1,08 %, acidez com pH de 4,13 a 4,77, alumínio trocável de 2,18 a 4,14 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 45 a 80 %, soma de bases trocáveis de 1,02 a 2,62 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 4,92 a 5,52 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 21 a 47 %.

A camada inferior, horizonte B_{w1}, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura maciça que se desagrega em blocos subangulares grandes, médios e pequenos, sem formas definidas, matéria orgânica de 0,66 %, acidez com pH de 4,74, alumínio trocável de 3,80 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 81 %, soma de bases trocáveis de 0,92 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de bases de 4,62 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 20 %.

A camada inferior, horizonte B_{w2}, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura maciça que se desagrega em blocos subangulares grandes, médios e pequenos, sem formas definidas, matéria orgânica de 0,46 %, acidez com pH de 4,72, alumínio trocável de 3,34 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 78 %, soma de bases trocáveis de 0,92 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de bases de 3,92 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 23 %.

Estes solos, situados em relevo pouco mais íngreme do que os das chapadas, apresentam variações próprias das posições que ocupam nas encostas e da remoção da cobertura residual pelos processos erosivos. Dentro das caracterizações gerais apresentadas por Costa Lemos, em Brasil (1973) e IBGE (1986), essas regiões do Planalto, próximas as Missões, foram situadas como contendo Latossolo Roxo Distrófico e Terra Roxa Estruturada (Tabelas 26 a 27). Os resultados analíticos, cores e a constatação de estruturas com cerosidade nos perfis, induzem a presença de horizonte B nítico. Essa caracterização, na taxonomia atual (Embrapa 1999), é própria da ordem e subordem dos

Nitossolos Vermelhos. Nesse contexto há ocorrências de superfícies com grandes grupos de Eutroféricos (altos teores de ferro e bases trocáveis na parte superior do Horizonte B nítico). Outros perfis mais intemperizados são Distroféricos. O subgrupo latossólico está mais evidenciado nesses perfis a medida que, na parte inferior, os subhorizontes perdem a estrutura e a porosidade se torna mais aparente, caracterizando um horizonte B latossólico (Bw). Entretanto, há alguns perfis com saturação de bases em todo o horizonte A, embora decrescentes na parte inferior, que têm sido denominados, provisoriamente, de subgrupo chernossólico. Esse subgrupo apresenta, na sua parte inferior, horizontes oxídicos e cauliníticos o que não é similar a ordem dos Chernossolos.

Quanto ao uso agrícola, as terras foram caracterizadas como pertencentes à classe Illse de capacidade de uso pelas limitações inerentes a fertilidade do solo e a suscetibilidade à erosão por apresentarem encostas mais íngremes no contexto com os vales mais profundos. Atualmente, essa definição de aspecto de classes e subclasses deve estar mais relacionada à potencialidade das terras, quando comparadas as chapadas, mais aplainadas, e conseqüentemente mais adequadas a uma agricultura desenvolvida. Quanto à aptidão agrícola, sistema proposto para qualificar as terras para três usuários distintos, os custos, com correção e contenção dos processos erosivos, induzem a se qualificar as terras como “boa” a uma agricultura moderna e “regular” para usuários com menor capacidade econômica, pois são necessários tratamentos para elevar a sua capacidade produtiva.



Fig. 7. Coxilhas com início de fundo de vale, com estruturas de contenção da erosão desativadas (murundus), Santo Augusto, RS.



Fig. 8. Coxilhas segmentadas por vales íngremes, Santo Augusto, RS.

Tabela 13. Informações do perfil A-4 da unidade P₁.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Kandihumult. b) Localização: coordenadas = 220.035, 6.920.365, altitude = 487m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: chapadas alongadas com aspectos de coxilhas. f) Situação do perfil: topo da colina. g) Declividade: 3 – 5%. h) Erosão: não há. i) Relevo: ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a forte. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A ₂	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bnit.1	50-80	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bnit.2	80-110+	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.

Tabela 14. Resultados das análises do perfil A-4 da unidade P₁

Fatores		Horizontes			
		A ₁	A ₁	Bnit.1	Bnit.2
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-80	80-110+
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	18,60	14,60	7,00	5,60
M. O.	%	3,21	2,52	1,20	0,96
P	(mg kg ⁻¹)	18,42	17,11	9,33	4,13
pH (H ₂ O)	-	4,79	4,95	4,90	4,77
pH (KCl)	-	3,84	3,93	3,98	3,98
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	3,80	3,80	3,10	1,60
Mg	"	1,80	1,80	1,70	1,00
K	"	0,05	0,03	0,02	0,01
Na	"	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
S	"	5,66	5,64	4,83	2,62
Al	"	1,68	1,40	1,44	2,18
H + Al	"	4,30	3,50	2,90	2,90
T	"	9,92	9,14	7,73	5,52
T(arg.)	"	14	13	10	7
V	%	57	62	62	47
Sat. Al	"	22	20	23	45
Fe (total)	"	-	-	-	19
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho	"	< 1	2	< 1	< 1
Areia grossa	"	3	2	1	2
Areia fina	"	46	57	42	32
Silte	"	269	248	184	186
Argila	"	682	693	773	780
Argila natural	"	98	113	20	36
Agregação	%	85	84	100	100
Silte/argila	-	0,39	0,36	0,24	0,24
Textura	-	C	Cp	Cp	Cp

C – argila; Cp – argila-pesada.

Tabela 15. Informações do perfil A-7 da unidade P₁.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Distroférico latossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Kandihumult. b) Localização: coordenadas = 220.024, 6.914.417, altitude = 478m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas chapadas erodida. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: coxilhas e chapadas aplainadas e alongadas. f) Situação do perfil: terço inferior da colina. g) Declividade: 3 – 5%. 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: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A ₂	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
Bnit.1	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bnit.2	100-150	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bw ₁	150-200	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila pesada; maciças que se desagrega em blocos subangulares pequenos e médios; cerosidade pouca e fraca; macroporos abundantes; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.
Bw ₂	200-220+	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila pesada; maciças que se desagrega em blocos subangulares pequenos e médios; cerosidade pouca e fraca; macroporos abundantes; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.

Tabela 16. Resultados das análises do perfil A-7 da unidade P₁.

Fatores		Horizontes					
		A ₁	A ₂	Bnit.1	Bnit.2	Bw ₁	Bw ₂
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-100	100-150	150-200	200-220+
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	15,50	12,10	9,50	6,30	3,80	2,60
M. O.	%	2,67	2,07	1,64	1,08	0,66	0,46
P	(mg kg ⁻¹)	13,73	11,63	10,11	11,59	11,96	11,90
pH (H ₂ O)	-	5,17	4,98	4,82	4,77	4,74	4,72
pH (KCl)	-	4,11	3,92	3,89	3,88	3,91	3,94
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	4,70	1,80	0,90	0,60	0,50	0,50
Mg	"	3,10	1,20	0,60	0,40	0,40	0,40
K	"	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Na	"	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
S	"	7,82	3,02	1,52	1,02	0,92	0,92
Al	"	1,06	3,52	4,16	4,14	3,80	3,34
H + Al	"	3,40	4,00	5,30	4,40	4,30	3,90
T	"	11,22	7,02	5,42	4,92	4,62	3,92
T(arg.)	"	17	10	7	6	6	5
V	%	70	43	28	21	20	23
Sat. Al	"	12	54	73	80	81	78
Fe (total)	"	-	-	-	19	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-	-
Cascalho	"	<1	<1	<1	<1	1	<1
Areia grossa	"	4	2	2	2	3	2
Areia fina	"	76	60	53	44	46	56
Silte	"	263	244	194	156	164	273
Argila	"	657	694	751	798	787	785
Argila natural	"	90	97	104	87	89	80
Agregação	%	86	86	86	89	89	99
Silte/argila	-	0,40	0,35	0,26	0,20	0,21	0,35
Textura	-	C	Cp	Cp	Cp	Cp	Cp

C – argila; Cp – argila-pesada.

Vales aplainados (Va)

São as terras depressivas, que ocupam as cabeceiras das bacias hidrográficas, situadas principalmente entre as chapadas. Formam antigos vales de drenagem onde os processos erosivos eram tênues, em relação aos atuais. As águas retidas pela floresta se escoavam lentamente, através do interior do solo, sem aprofundarem sulcos superficiais. Os vales são largos e se estreitam lentamente em direção aos rios. As encostas são de baixos declives (<5%) (Fig. 9).

Iniciam em uma depressão côncava, elíptica, que se estreita ao ligar-se com o drenos depressivos longitudinal. A depressão, de fundo argiloso, é mantida úmida ou com algum acúmulo de água, em virtude da contenção dos sedimentos, no contato com o restante do vale, que é mais estreito. Nesse escoamento de drenagem há alguns locais mais úmidos com uma vegetação diferenciada da floresta padronizada. Essas áreas onde se iniciam as depressões aparentam um hidromorfismo perene como as veredas dos planaltos do Brasil Central, mas o fluxo de suprimento de água é menor, pois geralmente provém apenas do solo (Fig. 10).

Os solos estão em sintonia com os compostos orgânicos ainda de uma floresta que foi ou está sendo removida. Os solos coletados nas bordas destes vales pouco se diferenciam das encostas normais, que são de perfis que muito se intemperizaram, chegando a parâmetros comuns muito próximos, independente da posição do relevo. Entretanto, a cobertura posterior de resíduos da vegetação florestal e o uso agrícola criaram superficialmente relações orgânicas e mineralógicas, que os fazem mais retentores de bases trocáveis (Fig. 11).

No geral, a formação destes vales, com encostas de baixos declives, sempre foi acompanhada de um processo erosivo, que removia lentamente os sedimentos coluviais. Essa forma erosiva, mais lenta, própria de condições climáticas contrastantes com as atuais, diferenciou os vales antigos aplainados dos mais íngremes e estreitos, próprios do clima atual. O longo tempo do estabelecimento do relevo foi suficiente para uniformizar e aprofundar os solos, além de laterizar suas camadas, aos mesmos níveis de encostas mais antigas. Em resumo, todos os parâmetros desse relevo, em termos de variações químicas e físicas, foram padronizados pelo tempo. Entretanto cabe acentuar, que nos fundos dos vales, onde a sedimentação quaternária superficial já se faz presente, há uma heterogeneidade em termos de qualificação pedológica dos resíduos, que não pode ser dimensionada com precisão, mas não foge da natureza da sua origem que é de sedimentos pré-intemperizados ou laterizados.

Ao se generalizar estes vales antigos e suas encostas situadas no fundo dos vales, observa-se que ocorrem solos menos profundos do que em cotas mais elevadas, onde as camadas intemperizadas podem chegar a 1,5 metros, sem encontrar parâmetros próprios de hidromorfismo.

No geral, esses solos das bordas dos vales são descritos com um horizonte A₁ de 25 cm de espessura, cor vermelho-acinzentado-escuro (10 R 3/2), textura argila a argila-pesada, estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, moderada a forte, consistência muito friável úmida e macia quando seca, matéria orgânica de 2,09 %, acidez definida por pH de 6,40, alumínio trocável de 0,08 cmol_c.kg⁻¹, saturação com o alumínio de

1 %, soma de bases trocáveis de 11,45 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 13,15 cmol_c.kg⁻¹, e saturação de bases de 87 %.

A camada subsequente, horizonte A₂, de 25 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro-acinzentado, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 1,76 %, acidez com pH de 5,24, alumínio trocável de 2,12 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 35 %, soma de bases trocáveis de 3,92 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 6,92 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 57 %.

A camada inferior, horizonte Bnit.₁, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 1,32 %, acidez com pH de 5,05, alumínio trocável de 2,68 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 45 %, soma de bases trocáveis de 2,22 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 5,12 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 43 %.

A camada inferior, horizonte Bnit.₂, 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte a moderada, matéria orgânica de 0,98 %, acidez com pH de 4,88, alumínio trocável de 3,38 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 73 %, soma de bases trocáveis de 1,22 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 3,92 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 31 %.

A camada inferior, horizonte Bnit.₃, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 0,78 %, acidez com pH de 4,85, alumínio trocável de 2,92 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 72 %, soma de bases trocáveis de 1,23 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 4,03 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 28 % (Tabelas 17 e 18).

Os solos, dessas bordas de vales, são similares ao das encostas, quanto a taxonomia, até ao quarto nível: Nitossolo Vermelho Distroférrico latossólico ou chernossólico, quando mais fértil, como no caso.

Nas partes depressivas, do fundo dos vales, os solos desenvolvidos de sedimentos quaternários produzem perfis diferenciados. No geral, esses solos são descritos com um horizonte A₁, de 20 cm de espessura, cor vermelho-acinzentado-escuro (10 R 3/2), textura argila a argila-pesada, estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, moderada a forte, consistência muito friável úmida e macia quando seca, matéria orgânica de 2,37 %, acidez definida por pH de 5,50, alumínio trocável de 0,14 cmol_c.kg⁻¹, saturação com o alumínio de 1 %, soma de bases trocáveis de 11,23 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 14,23 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 79 %.

A camada subsequente, horizonte A₂, de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro-acinzentado, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 2,48 %, acidez com pH de 5,36, alumínio trocável de 0,24 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 3 %, soma de bases trocáveis de 7,32 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 9,22 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 79 %.

A camada inferior, horizonte AB, de 15 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 2,26 %, acidez com pH de 5,65, alumínio trocável de 0,16 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 2 %, e

soma de bases trocáveis de 8,63 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 10,33 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 85 %.

A camada inferior, 2C₁, de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura maciça, matéria orgânica de 1,92 %, acidez com pH de 5,86, alumínio trocável de 0,02 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 1 %, soma de bases trocáveis de 8,32 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 9,92 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 88 %.

A camada seguinte, 2C₂, de 15 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura maciça, matéria orgânica de 1,60 %, acidez com pH de 5,94, alumínio trocável de 0,02 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, saturação com alumínio de 1 %, soma de bases trocáveis de 6,83 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, capacidade de troca de cátions de 7,73 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e saturação de bases de 88 % (Tabelas 19 e 20).

Esses solos, das partes depressivas dos vales, formados de sedimentos em deposições constantes, se ajustam na ordem e subordem dos Neossolos Flúvicos. Há uma aparente deposição de sedimentos recentes intemperizados, sobre sedimentos antigos, que não passaram por processos de intemperismo, próprios dos que formam os solos da região. São solos, que em função dos resíduos orgânicos, depositados e pouco oxidados mantêm alta atividade coloidal. Além disso convergem para esses vales todas as bases trocáveis provenientes do processo erosivos das encostas. São solos de alta atividade de troca catiônica (Ta, eutrófico) e processos de hidromorfismo (gleico).

Quanto ao uso agrícola, são locais mais adequados às residências dos que colonizaram intensivamente a região. São áreas estreitas, com solos muito férteis nas partes depressivas de depósitos residuais. Além da natureza favorável dos solos, que produzem, inicialmente sem corretivos, a disponibilidade da água foi o fator predominante na escolha desses locais de moradia. São as áreas possíveis de conterem reservas de água, as quais raramente brotam de fontes. São reservas de escoamento natural das superfícies. Pequenos açudes são constituídos sucessivamente para suprirem a demanda que aumenta gradativamente.

Quanto ao uso agrícola, são próprias a cultivos perenes, que não quebrem o equilíbrio natural, pela cobertura das enxurradas de água e sedimentos consequentes da remoção da floresta, das áreas de cultivos intensivos (chapadas e coxilhas).

Quanto à capacidade de uso, pertencem à Classe VI_{sed}, com limitações de acidez do solo, suscetibilidade a erosão e períodos ocasionais de excessos de umidade. A aptidão agrícola está sendo respeitada integralmente com o uso em uma agricultura familiar. As terras não são próprias ao emprego de uma agricultura tecnificada, em função da possível poluição geral dos drenos naturais. São os últimos redutos de contenção do processo erosivo provocado e da preservação de alguns animais nativos ainda existentes.



Fig. 9. Início de vales aplainados com moradias, Santo Augusto, RS.



Fig. 10. Fundo de vale aplainado com hidromorfismo, Santo Augusto, RS.



Fig. 11. Solos de borda de vales aplainados, muito estruturados, Santo Augusto, RS.

Tabela 17. Informações do perfil A-2 da unidade Va.

a) Classificação: NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico chernossólico; Soil Taxonomy – Rhodic Kandudult. b) Localização: coordenadas = 233.217, 6.912.584, altitude = 484m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto alcalino. e) Geomorfologia: vales aplainados. f) Situação do perfil: terço inferior da colina. Parte depressiva borda de fundo de vale. g) Declividade: 3 – 5%. h) Erosão: não há. i) Relevo: ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem a imperfeitamente drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-25	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A ₂	25-50	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
Bnit.1	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e médios, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bnit.2	100-150	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bnit.3	150-200	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e fraca; macroporos abundantes; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.
R	200+	

Tabela 18. Resultados das análises do perfil A-2 da unidade Va.

Fatores		Horizontes				
		A ₁	A ₂	Bnit.1	Bnit.2	Bnit.3
Espessura	(cm)	0-25	25-50	50-100	100-150	150-200+
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	12,20	10,20	7,60	5,70	4,50
M. O.	%	2,09	1,76	1,32	0,98	0,78
P	(mg kg ⁻¹)	17,99	15,76	15,13	15,35	11,55

pH (H ₂ O)	-	6,40	5,23	5,05	4,88	4,85
pH (KCl)	-	5,07	4,05	4,02	3,97	3,98
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	7,30	2,30	1,20	0,70	0,80
Mg	"	4,10	1,60	1,00	0,50	0,40
K	"	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02
Na	"	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
S	"	11,45	3,92	2,22	1,22	1,23
Al	"	0,08	2,12	2,68	3,38	2,92
H+Al	"	1,70	3,00	2,90	3,90	3,80
T	"	13,15	6,92	5,12	3,92	4,03
T(arg.)	"	23	11	7	5	6
V	%	87	57	43	31	28
Sat. Al	"	<1	35	45	73	72
Fe (total)	"	-	-	-	17	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-
Cascalho	"	<1	1	1	2	3
Areia grossa	"	7	4	10	6	7
Areia fina	"	80	69	60	47	49
Silte	"	345	297	205	216	222
Argila	"	568	630	725	731	722
Argila natural	"	103	91	93	23	17
Agregação	%	82	86	87	97	98
Silte/argila	-	0,60	0,48	0,28	0,30	0,31
Textura	-	C	Cp	Cp	Cp	Cp

Cp – argila-pesada; C – argila.

Tabela 19. Informações do perfil A-8 da unidade Va.

a) Classificação: NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico gleico; Soil Taxonomy – Oxyaquic Haplumbrept. b) Localização: coordenadas = 219.008, 6.908.870, altitude = 418m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: sedimentos quaternários. e) Geomorfologia: coxilhas e chapadas aplainadas entre vales. f) Situação do perfil: terço inferior da colina de vale depressivo. g) Declividade: 3 – 5%. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: imperfeitamente drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A ₂	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
AB	50-65	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
2BC ₁	65-85	Bruno-avermelhado (5 YR 4/4) úmido e seco; argila; maciça, pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
2BC ₂	85-100+	Cinza-avermelhado-escuro (5 YR 4/2) úmido e seco; maciça, pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.

Tabela 20. Resultados das análises do perfil A-8 da unidade Va.

Fatores		Horizontes				
		A ₁	A ₂	AB	2BC ₁	2BC ₂
Espessura	(cm)	0-20	20-50	50-65	65-85	85-100+
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	13,70	14,40	13,10	11,10	9,30
M. O.	%	2,37	2,48	2,26	1,92	1,60
P	(mg kg ⁻¹)	16,78	13,36	12,09	13,78	12,83
pH (H ₂ O)	-	5,50	5,36	5,65	5,86	5,94
pH (KCl)	-	4,48	4,34	4,57	4,81	4,86
Ca	(cmol _c .kg ⁻¹)	7,90	5,40	6,50	6,20	5,00

Mg	"	3,30	1,90	2,20	2,10	1,80
K	"	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Na	"	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
S	"	11,23	7,32	8,73	8,32	6,83
Al	"	0,14	0,24	0,16	0,02	-
H + Al	"	3,00	1,90	1,60	1,10	0,90
T	"	14,23	9,22	10,33	9,92	7,73
T(arg.)	"	29	18	20	39	38
V	%	79	79	85	88	88
Sat. Al	"	1	3	2	<1	<1
Fe (total)	"	-	-	-	23	-
Calhaus (g kg ⁻¹)	"	-	-	-	-	-
Cascalho	"	39	7	6	120	74
Areia grossa	"	50	30	38	304	428
Areia fina	"	113	80	104	182	182
Silte	"	341	374	343	260	188
Argila	"	496	516	515	254	202
Argila natural	"	97	103	96	104	80
Agregação	%	80	80	81	59	60
Silte/argila	-	0,69	0,72	0,67	1,02	0,93
Textura	-	C	C	C	SCL	SCL

SCL – franco-argilo-arenoso; C – argila

Vales íngremes (Ve)

São as terras situadas entre as coxilhas de relevo ondulado onde se desenvolvem vales muito profundos (com desníveis menores do que 140 metros) e de encostas com altos declives (>20%). São áreas em que o processo erosivo é mais recente, próprios do período Quaternário, e os solos estão sendo expostos com menor tempo de intemperização, na maior parte (Fig. 12).

Muitas áreas estão distribuídas em locais em que o principal agente de diferenciação do processo erosivo contínuo, é a própria constituição geológica. Mudanças na constituição dos basaltos, de deposições básicas para ácidas, parecem ser o fator preponderante na variação local, juntamente com o aumento da carga hidráulica que atua com maior vigor do que nos vales aplainados (Fig. 13).

São vales depressivos, muito estreitos, em que uma das encostas apresenta, muitas vezes, cortes quase retilíneos, com declives muito altos. Às vezes, tendem a verticais. O aprofundamento dos vales é mais intenso do que a retração das encostas. Não há contenção significativa de sedimentos no fundo dos vales, nem deposições recentes. Geralmente, os cortes retilíneos são acompanhados de escarpas rochosas, onde rochas vulcânicas mais endurecidas afloram. Junto a algumas encostas, onde há menores declives, podem haver sedimentos coluviais. Áreas rochosas e pedregosas esparsas são ocasionais (Fig. 14).

No geral, a meteorização dos resíduos dessas encostas não teve tempo suficiente para uniformizar todos os parâmetros desses solos, em termos das variações químicas e físicas analisadas.

Há uma maior ocorrência de solos pouco intemperizados definidos como Chernossolo Argilúvico Férrico saprolítico que possui um horizonte A, de 20 cm de

espessura, cor vermelho-acinzentado-escuro (10 R 3/2), textura franco-argiloso, estrutura em grumos e blocos subangulares, pequenos, moderada a forte, consistência muito friável úmida e macia quando seca, matéria orgânica de 2,30%, acidez definida por pH de 6,07, alumínio trocável de 0,06 cmolc.kg⁻¹, soma de bases trocáveis de 15,23 cmolc.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 17,53 cmolc.kg⁻¹, e saturação de bases de 87 %.

A camada subsequente, horizonte AB, de 30 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro-acinzentado, textura argila, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 1,42 %, acidez com pH de 6,03, alumínio trocável de 0,10 cmolc.kg⁻¹, soma de bases trocáveis de 13,22 cmolc.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 15,12 cmolc.kg⁻¹ e saturação de bases de 87 %.

A camada inferior, horizonte Bnit.1, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 0,90 %, acidez com pH de 5,99, alumínio trocável de 0,08 cmolc.kg⁻¹, saturação com alumínio de 1 %, soma de bases trocáveis de 13,32 cmolc.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 14,92 cmolc.kg⁻¹ e saturação de bases de 89 %.

A camada inferior, horizonte Bnit.2, de 50 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura argila-pesada, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 0,74 %, acidez com pH de 6,14, alumínio trocável de 0,06 cmolc.kg⁻¹, saturação com alumínio de 1 %, soma de bases trocáveis de 15,52 cmolc.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 17,12 cmolc.kg⁻¹ e saturação de bases de 91 %, (Tabelas 21 e 22).

Assemelham-se na sua maioria, aos descritos por Costa Lemos, em Brasil (1973) como pertencentes às Unidades de Mapeamento Ciríaco e Charrua nas suas formas morfológicas (Tabelas 28 a 31). Não se ajustam precisamente na sua variabilidade analítica. São produtos de um intemperismo mais acentuado, entretanto as superfícies mais recentes podem se caracterizar como Chernossolo Argilúvico Férrico saprolítico. As partes mais intemperizadas caracterizam os Nitossolos Vermelhos desde Eutroférico a Distroférico, com subgrupos de chernossólico (saturação de bases mais altas) e latossólico.

Nas partes aplainadas, dos fundos dos vales, as deposições de sedimentos quaternários formam solos hidromórficos na sua parte inferior. Esses solos, com a parte superior menos submetida aos períodos de hidromorfismo, estão sendo classificados na taxonomia atual (Embrapa 1999), como Neossolo Flúvico Ta Eutrófico gleico, semelhantes aos descritos nos vales mais aplainados.

A camada superficial apresenta um horizonte A₁, de 20 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro-acinzentado, textura argila, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 2,33 %, acidez com pH de 5,30, alumínio trocável de 0,34 cmolc.kg⁻¹, saturação com alumínio de 3 %, soma de bases trocáveis de 9,42 cmolc.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 12,62 cmolc.kg⁻¹ e saturação de bases de 75 %.

A camada inferior, horizonte A₂, de 15 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura franco-argiloso, estrutura em blocos subangulares médios que se desagregam em pequenos e muito pequenos, forte, matéria orgânica de 2,69 %, acidez com pH de 5,55, alumínio trocável de 0,24 cmolc.kg⁻¹, saturação com alumínio de 2 %, soma de bases trocáveis de 11,62 cmolc.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 14,62 cmolc.kg⁻¹ e saturação de bases de 79 %.

A camada inferior, horizonte C₁, de 15 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura franco-argiloso, maciça, matéria orgânica de 2,55 %, acidez com pH de 5,55, alumínio trocável de 0,18 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 1 %, soma de bases trocáveis de 15,52 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 18,82 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 82 %.

A camada inferior, horizonte Cg₂, de 15 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura franco-siltoso, maciça, matéria orgânica de 2,65 %, acidez com pH de 5,32, alumínio trocável de 0,54 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 2 %, soma de bases trocáveis de 21,42 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 25,62 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 84 %.

A camada inferior, horizonte Cg₃, de 25 cm de espessura, possui cor vermelho-escuro, textura franco-siltoso, maciça, matéria orgânica de 2,84 %, acidez com pH de 5,66, alumínio trocável de 0,18 cmol_c.kg⁻¹, saturação com alumínio de 1 %, soma de bases trocáveis de 25,12 cmol_c.kg⁻¹, capacidade de troca de cátions de 28,82 cmol_c.kg⁻¹ e saturação de bases de 87 % (Tabelas 23 e 24).

Essas terras, mais férteis, sempre foram cultivadas intensamente, após a colonização, apesar de estarem em áreas de alto risco. São áreas com cultivos de uma agricultura familiar, que correm riscos de erosão e poluição das águas. Estão sendo propostas pelos sistemas taxonômicos usados como próprias apenas cultivos perenes ou silvicultura. Cabe uma modificação no uso atual, para não poluí-las.



Fig. 12. Vales íngremes entre coxilhas com atividades agrícolas familiares,

e restos de cultivos de erva-mate, Santo Augusto, RS.



Fig. 13. Vales íngremes com solos rasos e com afloramentos de basalto, Santo Augusto, RS.

Fig. 14. Borda de vales íngremes com afloramentos rochosos, Santo Augusto, RS.

Tabela 21. Informações do perfil A-6 da unidade Ve.

a) Classificação: CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Férrico saprolítico; Soil Taxonomy – Rhodic argiudoll. b) Localização: coordenadas = 228.403, 6.922.497, altitude = 460m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: coxilhas, chapadas e lombadas aplainadas. f) Situação do perfil: terço inferior de colinas bordas de vale. g) Declividade: 25%. h) Erosão: não há. i) Relevo: ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a forte. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultura de trigo e soja em rotação com outras gramíneas de inverno. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/2) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
AB	20-50	Vermelho-escuro (10 R 3/3) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
Bnit.1	50-100	Vermelho-escuro (10 R 3/4) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e médios; cerosidade pouca, moderada, forte; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Bnit.2	100-150 +	Vermelho-forte (10 R 3/6) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos e médios, moderada a forte; cerosidade pouca e moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.

Tabela 22. Resultados das análises do perfil A-6 da unidade Ve.

Fatores	Horizontes			
	A	AB	Bnit.1	Bnit.2

	0-20	20-50	50-100	100-150+
Espessura (cm)				
C. orgânico (g kg ⁻¹)	13,30	8,20	5,20	4,30
M. O. (%)	2,30	1,42	0,90	0,74
P (mg kg ⁻¹)	11,98	8,37	6,45	7,15
pH (H ₂ O)	6,07	6,03	5,99	6,14
pH (KCl)	4,96	4,89	5,00	5,00
Ca (cmol _c .kg ⁻¹)	10,90	8,70	7,60	9,10
Mg "	4,30	4,50	5,70	6,40
K "	0,02	0,01	0,01	0,01
Na "	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
S "	15,23	13,22	13,32	15,52
Al "	0,06	0,10	0,08	0,06
H + Al "	2,30	1,90	1,60	1,60
T "	17,53	15,12	14,92	17,12
T(arg.) "	41	23	22	29
V (%)	87	87	89	91
Sat. Al "	<1	1	<1	<1
Fe (total) "	-	-	-	20
Calhaus (g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho "	4	2	2	4
Areia grossa "	20	11	14	39
Areia fina "	130	58	86	113
Silte "	417	284	230	249
Argila "	433	647	670	599
Argila natural "	109	101	99	90
Agregação (%)	75	84	85	85
Silte/argila -	0,96	0,44	0,34	0,42
Textura -	CL	Cp	Cp	Cp

SCL – franco-argiloso; Cp – argila-pesada.

Tabela 23. Informações do perfil A-3 da unidade Ve.

a) Classificação: NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico gleico; Soil Taxonomy – Mollic Oxyaquic Udifluent. b) Localização: coordenadas = 220.523, 6.921.654, altitude = 430m. c) Geologia regional: basalto, camadas alternadas de rochas básicas. d) Material de origem: sedimentos argilosos do Holoceno. e) Geomorfologia: vale de drenagem com riacho. f) Situação do perfil: centro de planície inundável. g) Declividade: 0%. h) Erosão: não há. i) Relevo: plano. j) Suscetibilidade à erosão: ligeira a fraca. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: mal drenado. o) Vegetação: floresta nativa. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-20	Vermelho-escuro-acinzentado(10 R 3/2) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
A ₂	20-35	Vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/3) úmido e seco; argila-siltosa; blocos subangulares pequenos e grumos, forte; pegajoso, plástico, muito friável, macio; transição gradual e plana.
C ₁	35-50	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 4/4) úmido e seco; argila-siltosa; sem estrutura; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Cg ₂	50-65	Bruno-avermelhado (5 YR 4/3) úmido e seco; argila-siltosa; sem estrutura; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
Cg ₃	65-90+	Bruno-avermelhado (5 YR 4/3) úmido e seco; argila-siltosa; sem estrutura; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro.

Tabela 24. Resultados das análises do perfil A-3 da unidade Ve.

Fatores	Horizontes				
	A ₁	A ₂	C ₁	Cg ₂	Cg ₃

Espessura (cm)	0-20	20-35	35-50	50-65	65-90+
C. orgânico (g kg ⁻¹)	13,50	15,60	14,80	15,40	16,50
M. O. (%)	2,33	2,69	2,55	2,65	2,84
P (mg kg ⁻¹)	19,37	16,08	10,17	9,33	9,97
pH (H ₂ O)	5,30	5,55	5,55	5,32	5,66
pH (KCl)	4,27	4,50	4,46	4,16	4,41
Ca (cmol _c .kg ⁻¹)	6,60	8,90	11,70	15,40	17,30
Mg	2,80	2,70	3,80	6,00	7,80
K	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01
Na	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
S	9,42	11,62	15,52	21,42	25,12
Al	0,34	0,24	0,18	0,54	0,18
H + Al	3,20	3,00	3,30	4,20	3,70
T	12,62	14,62	18,82	25,62	28,82
T(arg.)	23	28	43	68	77
V (%)	75	79	82	84	87
Sat. Al	3	2	1	2	<1
Fe (total)	-	-	18	-	-
Cascalho	<1	<1	<1	<1	<1
Areia grossa	1	2	5	4	2
Areia fina	34	23	3	50	37
Silte	408	456	522	570	587
Argila	557	519	435	376	374
Argila natural	101	120	118	99	112
Agregação (%)	82	77	73	74	70
Silte/argila	0,73	0,88	1,2	1,51	1,57
Textura	C	SiC	SiC	SiC	SiC

C – argila; SiC – franco-argilo-siltoso; Si – argila-siltosa.

Discussão

Formas de relevo e solos

O município de Santo Augusto, situado na região do Planalto, mais especificamente na região das Missões, nos limites com a região do Alto Uruguai, está embasado sobre rochas efusivas básicas. Derrames, intermitentes e sucessivos, de rochas de natureza alcalina, se supõe que tenham constituído, pela natureza fluída do magma, um platô que evoluiu no tempo, sendo dissecado desde os períodos Cretáceo, Terciário e Quaternário, em sucessivos climas passados. Dos climas passados, resta o conjunto dos efeitos que se constituíram em uma meteorização intensa das rochas criando, na superfície, uma camada muito espessa de resíduos, de natureza argilo-ferruginosa, onde a velocidade de remoção pelos processos erosivos era menor do que a deposição e a intemperização local.

Localmente, o planalto, em dissecação, compõe as nascentes dos rios Turvo, principalmente e Inhacorá, que drenam suas águas para o rio Uruguai. As nascentes se iniciam nas chapadas com cotas mais altas em torno de 540 metros.

Verifica-se que, regionalmente, os níveis altimétricos superiores foram modelados por climas passados úmidos e quentes, sem que as águas de drenagem fossem suficientemente erosivas, para aprofundar os drenos naturais. Com isso o planalto se ajustou a um sistema de drenos sem valas abertas, com baixos declives nas encostas (<5%). Normalmente, verifica-se nesse sistema que a água é drenada, inicialmente, desde os platôs ou chapadas, para as pequenas depressões (100 metros), côncavas, com formas semelhantes a elipses. Tais depressões, com a parte inferior muito argilosa e o baixo declive, não permitem velocidade de escoamento superficial significativo. Este sistema de drenagem fóssil (modelado em climas passados), onde a água, que penetra no solo profundo e permeável, era retida na superfície pela ação dos resíduos da floresta, e fluía gradativamente para as depressões, através das longas encostas, está sendo gradativamente aberto, a jusante das chapadas pela intensificação das chuvas em períodos de climas do Quaternário. Isso se verifica, tanto pela ação direta do clima, com aumento de carga hidráulica das águas de drenagem, como pela ocorrência de camadas de basalto de maior fragilidade aos processos de meteorização. É de se pensar que a recente eliminação da floresta irá contribuir a longo do tempo, ainda nessa aceleração dos processos erosivos, na formatização do relevo, iniciando-se na redução da espessura do solo.

Observa-se que o platô modelou-se lentamente. Aparentemente, neste período Quaternário, está sofrendo uma aceleração nos processos erosivos com a troca de formas de relevo a partir das cabeceiras das bacias hidrográficas locais, que limitam, a sudoeste, o município. A evolução do relevo, para formas mais intensamente dissecadas, já apresenta uma relação direta com rocha matriz e com as variações climáticas do Quaternário (enxurradas e deposições sedimentares).

Entretanto, IBGE (1986) caracteriza o relevo local como composto por uma dissecação homogênea fluvial, sem nenhum controle pelas estruturas rochosas. Descreve esse relevo com formas de colinas rasas denominadas regionalmente de coxilhas. Não se refere aos vulcanitos ácidos como um componente de variações de relevo para as formas mais íngremes.

Descrever o produto desta dissecação do planalto como coxilhas é de certa forma simplificar as características. Tem-se observado que as formas antigas de relevo que ocorrem nas rochas cristalinas graníticas no sul do RS, onde o termo coxilha é mais popular, representam um relevo mais antigo. Nelas, os processos erosivos estão mais avançados. Nas coxilhas do sul, as partes altas, que definem um pseudo-espigão, também são planas, como pertencentes a um planalto antigo (Sombroek, 1969). Entretanto, são sinuosas e estreitas e os contrastes altimétricos entre as bases e os topos ocorrem em pequenas distâncias. As depressões côncavas são mais profundas, embora muitas vezes semelhantes, e são marcadas por nascentes com vertentes dependentes da estrutura rochosa localizada.

As chapadas locais (P_0), com o processo de dissecação, foram adquirindo formas superficiais arredondadas e sofrendo um progressivo formato aparentemente mamilonar aplainado, com as superfícies e bordas completamente lisas. A segmentação entre as unidades de chapadas é incipiente. No relevo mais antigo, de encostas lisas e declives constantes, próprio de uma homogeneidade sucessiva, não se observam as alterações de formas, próprias ao relevo das coxilhas de rochas cristalinas graníticas. Nas coxilhas de rochas cristalinas, o metamorfismo e a variação na composição das rochas são componentes de alterações do relevo. No relevo mais antigo, de sucessivas chapadas, se observa que a homogeneidade dos fatores de constituição são constantes. As partes que se configuram côncavas, são menos depressivas do que as colinas cristalinas e raramente

são contempladas com nascentes da água. A maioria é abastecida com volumes de água transitórios das chapadas e permanecem retidos na bacia por resíduos da vegetação que obstruem, parcialmente, na parte estreita da bacia, a passagem da água. Não chegam ter fontes de água provenientes das diaclases do basalto. Em termos comparativos as chapadas, com um relevo suave ondulado, possuem formas que se assemelham mais com às lombadas sedimentares da região Sul do RS.

À medida que o processo erosivo é ocasionado pelo embasamento em cargas hidráulicas mais acentuadas, já com o sistema de drenagem se aprofundando nos vales, se observa que, gradativamente, a configuração do relevo se torna mais dissecado (P₁). As formas aplainadas dos topos se tornam alongadas, mais estreitas, com encostas maiores e são mais acentuados os declives (<12%). Tal relevo, com aspecto ondulado, lembra os desníveis altimétricos e o aspecto roliço e estreito dos topos das coxilhas. Entretanto, a suavidade e lisura das amplas encostas são mantidas, como ocorre nas formas semelhantes de chapadas mamilonares.

O relevo ondulado, que se verifica à medida que os drenos se aprofundam em direção ao noroeste, parece não estar somente relacionado a ocorrência local dos principais drenos. É possível que os estratos rochosos diferenciados, que proporcionam um aprofundamento na drenagem, contribuam para essa diferenciação sutil e gradativa nessas formas de superfícies mais longas e estreitas, evoluídas das chapadas. Observa-se que mesmo nas cotas mais baixas, como em municípios vizinhos, em direção ao rio Uruguai, se verificam formas de chapadas em posições inferiores (cotas menores do que 400 metros), que parecem ser produto de uma mesma estratificação do basalto.

Os vales, que são os segmentos iniciais desta drenagem, são formados por depressões que se ajustam em um aprofundamento lento e com isto não constituíram bordas nem depressões que contrastem a lisura das encostas (Va). Entretanto, à medida que as cargas hidráulicas aumentam em direção aos arroios e rios coletores, o padrão antigo de morfologia superficial passa a ter contrastes entre as superfícies antigas, onde a água se move lentamente, e as bordas de uma drenagem que corre com maior velocidade, encaixada nos vales (Ve).

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

Os solos dessas chapadas e coxilhas da ampla região das Missões e arredores foram denominados de Unidade Santo Ângelo, que caracterizava um Latossolo Roxo Distrófico, textura argilosa, relevo ondulado, substrato basalto (Tabelas 26 e 27). Costa Lemos em Brasil (1973) faz referência ao maior processo de intemperismo em relação as outras ocorrências de latossolos na região. Referem-se as páleo-estruturas em formas de blocos subangulares, que ocorrem no horizonte B, e a fraca cerosidade superficial desse horizonte. Aparentam macroestruturas frágeis que se desagregam em microestruturas a medida que são pressionadas. Na época não havia a caracterização de horizonte B nítrico (Embrapa 1999) ou Kandic da Soil Taxonomy (1996).

Em estudos posteriores, IBGE (1986) caracteriza, essa ampla região, como de associações de solos denominadas Unidade LDR1, compostas por Latossolo Roxo distrófico A moderado e proeminente, textura muito argilosa e relevo suave ondulado. Terra Roxa Estruturada eutrófica e distrófica, A moderado, textura muito argilosa e Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada distrófica A moderado e

proeminente, textura muito argilosa e relevo ondulado e Unidade LDR2 composta por Latossolo Roxo distrófico álico. A moderado e proeminente, textura argilosa e relevo suave ondulado. Onde admite a existência de solos estruturados compondo horizonte B textural com cerosidade denominados de Terras Bruna ou Roxa.

Os resultados atualmente obtidos e descritos dos perfis, caracterizam superficialmente um horizonte A chernozêmico ou proeminente muito fortemente estruturado, sobre um horizonte B vermelho-escuro, com estrutura moderada a forte, em blocos subangulares, que se desagrega em blocos subangulares pequenos. Há uma cerosidade moderada envolvendo esses blocos. Os resultados, analisados de forma generalizada da parte coloidal, apresentam um alto grau de intemperização, onde há uma dominância progressiva para a parte inferior do solo de uma estrutura maciça e porosa com compostos ferruginosos oxídicos e cauliníticos (Bw).

Essa congregação de fatores caracteriza a ordem e subordem dos Nitossolos Vermelhos. A dominância de solos distróficos e altos teores de ferro, além do alto processo de intemperização, induz a denominação de Distroféricos latossólicos (Fig. 15).

Ocasionalmente, em superfícies erodidas, com exposições mais recentes ou com contribuição de restos mineralizados da floresta anterior ou ainda com vegetação de floresta, há solos Eutroféricos (horizonte B nítico com saturação de bases alta na superfície). Como o desmatamento foi ocasional e limitado, com ou sem a incorporação de resíduos da floresta, há também solos Distroféricos em superfícies conservadas. Alguns com horizonte A superficial eutrófico. Tais ocorrências, não contempladas por subgrupos na taxonomia atual, Embrapa (1999), levam a se situar, provisoriamente esses solos como chernossólicos embora essa conceituação não pareça adequada, pois a ordem dos Chernossolos teria uma evolução antagônica à que se supõe que tenha ocorrido no caso. Cabe encontrar-se uma terminologia para expressar a alta fertilidade superficial, baseada em compostos orgânicos, sobre resíduos oxídicos.

Em perfis situados nos vales há, no início do horizonte B, o caráter eutrófico, sobre um grau de intemperização elevado, na parte inferior. Esses solos foram denominados Eutroféricos latossólicos. Alguns perfis menos intemperizados, de exposição de encostas mais recentes, são denominados de Eutróficos chernossólicos ou saprolíticos. Nos vales, essa heterogeneidade é comum, com maior ocorrência de solos férteis (Fig. 16).

Com isso, os solos mais rasos, encontrados nas bordas pouco menos intemperizados, têm sido denominados de Chernossolos Argilúvicos Férricos saprolíticos, que seriam uma transição entre o Ciríaco ou Charrua (Tabelas 28 a 31) conforme propõe Costa Lemos, em Brasil (1973). Na verdade, o Chernossolo evoluiria em um clima seco onde as argilas não se degradariam como no caso. Entretanto, dentro do sistema atual, não há ainda uma ordem que melhor situe solos com essas características (Tabela 25).

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

Formas de relevo	Legenda	Solos				Classes de Terras		Área	
		Classes Ordem	Subordem	Grande-grupo	Subgrupo	Apt. agrícola	Cap. de uso	km ²	%
Chapadas	P ₀	NITOSSOLO VERMELHO	Distroférico	latossólico		1aBC	IIse	207,13	45,09
		NITOSSOLO VERMELHO	Distroférico	chernossólico					
Coxilhas	P ₁	NITOSSOLO VERMELHO	Eutroférico	chernossólico		1abC	IIIse	107,73	23,45
		NITOSSOLO VERMELHO	Distroférico	latossólico					
Vales aplainados	V _a	NITOSSOLO VERMELHO	Distroférico	chernossólico		2a(b)	VIse	55,68	12,11
		NITOSSOLO VERMELHO	Distroférico	latossólico					

Vales íngremes	Ve	CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Férrico saprolítico NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico gleico	4P	Vllsed	88,88	19,35
----------------	----	--	----	--------	-------	-------



Fig. 15. Perfil de Nitossolo Vermelho Distroférrico latossólico, na Br. 155, Santo Augusto, RS.



Fig. 16. Nitossolo Vermelho Eutrófico latossólico, em borda de vale, Santo Augusto, RS.

a) Classificação: SBCS – Latossolo Roxo Distrófico (Brasil 1973), LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (Streck et al. 2002); Soil Taxonomy – Haplorthox. b) Localização: a 6 km de Santo Ângelo – São Luiz Gonzaga. c) Geologia regional: eruptivas básicas, basalto. d) Material de origem: eruptivas básicas, basalto. e) Geomorfologia: planalto. f) Situação do perfil: corte de estrada na meia encosta de uma elevação com 5% de declive. g) Declividade: 5%. h) Erosão: não determinada. i) Relevô: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: pastagem, na região mata subtropical. p) Descrição do perfil: - .

(hz)	(cm)	(solo)
A ₁	0-40	Bruno-avermelhado-escuro (2.5 YR 3/4 úmido), vermelho-escuro (2.5 YR 3/6 úmido amassado), vermelho-escuro (2.5 YR 3/6 seco), vermelho-amarelado (5 YR 4/8 seco triturado); argila-pesada; fraca, pequena e média, granular; poroso; ligeiramente duro, firme plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana; raízes abundantes.
B ₁	40-80	vermelho-escuro (2.5 YR 3/6 úmido), bruno-avermelhado-escuro (2.5 YR 3/6 seco), vermelho (2.5 YR 4/6 seco triturado); argila-pesada; moderada, pequena e média, blocos subangulares; cerosidade fraca e pouca; pouco poroso; duro, firme, ligeiramente plástico e não pegajoso; transição gradual e plana; raízes comuns.
B ₂	80-120	Bruno-avermelhado-escuro (2.5 YR 3/4 úmido), bruno-avermelhado-escuro (2.5 YR 3/4 úmido amassado), bruno-avermelhado-escuro (2.5 YR 3/5 seco), vermelho (2.5 YR 4/6 seco triturado); argila-pesada; fraca, grande blocos subangulares com aspecto de maciça, porosa, pouco coerente; poroso; muito duro, firme e friável plástico, ligeiramente plástico e não pegajoso; transição difusa e plana; raízes comuns.
B ₃₁	120-170	vermelho-escuro (2.5 YR 3/6 úmido), vermelho-escuro (2.5 YR 3/6 úmido amassado), vermelho escuro (2.5 YR 3/5 seco); vermelho-amarelado (5 YR 4/6 seco triturado); argila-pesada, fraca, grande, blocos subangulares, com aspecto de maciça, muito porosa, pouco coerente; muito poroso; muito duro, friável, ligeiramente plástico e não plástico e não pegajoso; transição difusa, coerente e plana; raízes ausentes.
B ₃₂	170-210	Bruno-avermelhado-escuro (2.5 YR 3/4 úmido), bruno-avermelhado-escuro (2.5 YR 3/4 úmido amassado), vermelho-escuro (2.5 YR 3/6 seco), vermelho-amarelado (5 YR 4/6 seco triturado); argila-pesada; fraca, muito grande, blocos angulares e fraca, grande, blocos subangulares com aspectos de maciça, porosa, pouco coerente; muito poroso; muito duro, friável, ligeiramente plástico e não pegajoso; raízes comuns.

Fonte: BRASIL (1973).

Tabela 27. Resultados das análises do perfil RS - 35 da unidade Santo Ângelo

Fatores	Horizontes					
	A ₁	B ₁	B ₂	B ₃₁	B ₃₂	
Espessura (cm)	0-40	40-80	80-120	120-170	170-210	
C. orgânico %	1,23	0,53	0,51	0,31	0,33	
M. O.	2,14	0,92	0,89	0,54	0,57	
P ppm	2	1	1	1	1	
N %	0,12	0,06	0,06	0,04	0,04	
C/N	10	9	9	8	8	
pH (H ₂ O)	5,3	5,4	5,4	5,4	5,5	
pH (KCl)	4,4	4,5	4,4	4,3	4,3	
SiO ₂ %	24,5	26,4	26,9	27,9	27,3	
Al ₂ O ₃ "	21,1	23,0	23,7	23,4	23,4	
Fe ₂ O ₃ "	24,6	23,1	22,7	21,4	22,1	
TiO ₂ "	4,47	3,92	3,84	3,69	3,63	
P ₂ O ₅ "	0,22	0,20	0,21	0,19	0,21	
MnO "	0,29	-	-	0,28	-	
Ki	1,97	1,95	1,93	2,02	1,98	
Kr	1,13	1,19	1,19	1,28	1,21	
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ -	2,28	2,64	2,78	3,05	2,84	
Ca (mE/100 g)	1,7	1,2	1,1	0,8	0,6	
Mg "	1,0	0,4	0,5	0,3	0,4	
K "	0,39	0,04	0,04	0,04	0,04	
Na "	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	
S "	3,1	1,7	1,7	1,7	1,7	
Al "	0,8	0,7	1,1	1,2	1,3	
H+Al "	5,0	3,2	3,5	3,2	3,1	
T "	8,9	5,6	6,3	5,6	5,5	
T(arg.) "	14	7	9	7	7	
V %	35	30	26	20	20	
Sat. Al "	20	20	39	50	45	
Cascalho "	-	-	-	-	-	
Areia grossa "	7	5	5	4	4	
Areia fina "	6	4	4	14	5	
Silte "	25	19	17	15	16	
Argila "	62	72	74	77	75	
Argila natural "	28	0	0	0	0	
Agregação "	55	100	100	100	100	
Silte/argila -	0,40	0,26	0,25	0,18	0,23	
Textura -	C	Cp	Cp	Cp	Cp	

C – argiloso; Cp – argilo-pesada.

Fonte: BRASIL (1973).

Tabela 28. Informações do perfil RS –25 da unidade Ciriaco.

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

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

Fonte: BRASIL (1973).

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

Fatores	(cm)	Horizontes			
		A _p	A ₃	B ₂	R
Espessura		0-25	25-48	48-90	90-150 +
C. orgânico	%	1,65	1,08	0,59	
N	"	0,15	0,11	0,08	
C/N	-	11	10	7	
M. O.	%	2,87	1,88	1,03	
P	ppm	3	2	1	
pH (H ₂ O)	-	5,9	6,2	6,7	
pH (KCl)	-	5,0	5,1	5,5	
SiO ₂	%	11,2	12,0	22,1	
Al ₂ O ₃	"	5,3	6,0	12,3	
Fe ₂ O ₃	"	24,5	24,4	21,3	
TiO ₂	"	7,99	8,97	6,98	
P ₂ O ₅	"	0,33	0,23	0,20	
MnO	"	-	-	-	
Ki	-	3,63	3,38	3,49	
Kr	-	0,912	0,94	1,45	
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	-	0,34	0,39	0,90	
Ca	(mE/100 g)	10,9	11,4	16,1	
Mg	"	2,0	2,0	4,0	
K	"	0,08	0,06	0,04	
Na	"	0,03	0,03	0,04	
S	"	12,7	13,4	20,0	
Al	"	0	0	0	
H+Al	"	5,0	3,7	2,6	
T	"	17,7	17,0	22,8	
T(arg.)	"	-	-	-	
V	%	72	79	89	
Sat. Al	"	0	0	0	
Cascalho	"	1	5	1	
Calhaus	"	0	3	0	
Areia grossa	"	26	22	11	
Areia fina	"	16	15	13	
Silte	"	40	40	36	
Argila	"	18	23	39	
Argila natural	"	6	12	23	
Agregação	"	66	50	17	
Silte/argila	"	2,22	1,73	0,92	
Textura	-	SL	CL	CL	

SL – franco-arenoso; CL – franco-argiloso.

Fonte: BRASIL (1973).

Tabela 30. Informações do perfil RS –38 da unidade Charrua.

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

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

Fonte: BRASIL (1973).

Tabela 31. Informações do perfil RS -38 da unidade Charrua.

Fatores	Horizontes	
	A	R
Espessura	0-20	20-110 +
C. orgânico %	2,20	0,93
N "	0,25	0,10
C/N -	9	9
M. O. %	3,82	1,62
P ppm	31	34
pH (H ₂ O) -	5,8	6,0
pH (KCl) -	4,7	4,7
SiO ₂ %	27,1	29,1
Al ₂ O ₃ "	10,8	12,8
Fe ₂ O ₃ "	24,06	24,11
TiO ₂ "	3,73	3,84
P ₂ O ₅ "	0,29	0,28
MnO "	-	-
Ki -	4,25	3,87
Kr -	1,76	1,76
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ -	0,70	0,83
Ca (mE/100 g)	33,0	32,9
Mg "	5,4	6,7
K "	0,56	0,45
Na "	0,04	0,07
S "	39,0	40,1
Al "	0,2	0,2
H+Al "	6,6	5,6
T "	45,8	45,8
T(arg.) "	-	-
V %	85	88
Sat. Al "	0	0
Cascalho "	9	-
Calhaus "	32	-
Areia grossa "	14	25
Areia fina "	14	19
Silte "	62	41
Argila "	11	15
Argila natural "	9	14
Agregação "	23	8
Silte/argila "	5,63	2,73
Textura -	SiL	-

SL – franco-arenoso.

Fonte: BRASIL (1973).

Uso da terra

A forma com que a terra tem sido usada, ao longo do tempo, tem marcado 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 Santo Augusto, na década de 50, no século passado, dois períodos críticos foram marcantes na estrutura econômica e social local, a fragmentação das grandes fazendas, concomitantemente com a derrubada da floresta e o estabelecimento de um modelo de agricultura intensiva, com o início de um processo produtivo acentuado. A colonização, ou seja, a ocupação da terra em pequenas propriedades, onde a agricultura se tornou a fonte básica de subsistência, trouxe os problemas conseqüentes do uso intensivo que são a erosão e a perda gradativa da fertilidade. Esses dois fatores, que eram comuns em todo o País, por quase meio século envolveram uma grande fonte de recursos, no que se refere à pesquisa nas áreas agrícolas e a adição de insumos necessários à correção dos solos.

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

Pesquisas acentuaram os conhecimentos das relações solo-água e a dinâmica do movimento da água, à medida que a degradação se efetuava Dederech (1974); Denardin (1978). Posteriormente, Rosa (1981) apresentou proposições de correção dos processos de degradação (erosão, adensamento, baixa infiltração, etc.) e acentuou, além dos problemas decorrentes do uso agrícola, um manejo para as correções da compactação de horizontes subsuperficiais ocasionados pelo uso da maquinaria agrícola.

A partir da década de 90, as pesquisas continuaram em relação às degradações físicas condicionadas pelo uso. Foram além, expandiram-se na procura de manejos adequados para a nova dinâmica de plantio direto, que controlava em 90% a erosão, mas não se apresentava como um manejo definitivo. Entretanto, deve-se se acentuar que o controle quase efetivo desse 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. Esse aspecto que situou as lavouras até as áreas de alto risco, contribuiu para um aumento de produção, que está no limite possível, pela expansão das áreas agrícolas. O controle dos efeitos erosivos ainda vigentes, que é uma busca contínua da pesquisa, atualmente está muito relacionado às coberturas vegetais nos intervalos entre as culturas produtivas de grãos. O manejo, com culturas de cobertura, objetiva, além de servir de adições de resíduos orgânicos, que subsidiam as culturas posteriores, recuperar parte das estruturas e porosidade do solo e redução do adensamento das camadas inferiores do solo, através de sistemas radiculares profundos (Fontaneli et al., 1997).

Entretanto, a estabilidade do modelo produtivo atual é posta em dúvida, com a hipótese de que não haverá sustentabilidade com base em produtos da agroindústria química. As primeiras interrogações lógicas pressupõem alterações e mudanças no ecossistema, onde a água vai ser a primeira atingida. O solo, pela grande espessura e alta capacidade de adsorção, certamente não irá apresentar sintomas de mudanças para a

geração atual, salvo a degradação física (compactação), que desde o início da mecanização agrícola já tem sido constatada.

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

Em locais de um Brasil já desenvolvido no seu sistema agrícola, a classificação de capacidade de uso da terra deixou de ser 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 as variações dos graus de limitações, dessas terras de chapadas (P₀) e coxilhas (P₁), estavam situadas na suscetibilidade a erosão (e) e na alta acidez e deficiência de fósforo (s), não se considerando as condições climáticas que seguidamente limitariam as colheitas (Tabela 32).

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

Unidades	Limitações das Terras					Classes	
	Fertilidade*	-H ₂ O ** (déficit)	+ H ₂ O (drenagem)	Erosão	Mecanização	Apt. agrícola	Cap. de uso
P ₀	L	L/M	N	L/M	N	1aBC	IIse
P ₁	L	L/M	N	M/F	N	1abC	IIIse
V _a	L/N	L	L/M	L	N/L	2a(b)	VI sed
V _e	L/N	L	L/M	F	L/M	4P	VII sed

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

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

Os fatores econômicos que controlam as correções possíveis atualmente (herbicidas, calcários e fosfatos) seriam um caminho para uma classificação moderna. No caso regional, ao se separar as classes, presume-se que as terras mais íngremes, no caso as coxilhas, seriam de uma outra classe inferior, pois estariam mais sujeitas a serem erodidas, pelo uso indevido, do que as chapadas, se não cultivadas pelo sistema que utiliza o plantio direto.

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

No sistema ainda vigente, as terras foram distribuídas nas unidades de formas de relevo (Tabela 33).

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

Unidades de Relevo	Classes	Limitações
Chapadas	IIse	Terras aptas a cultivos anuais com leves limitações de solo (fertilidade), suscetibilidade a erosão e deficiência hídrica ocasional.
Coxilhas	IIIse	Terras aptas a cultivos anuais com limitações de solo (fertilidade), suscetibilidade a erosão e deficiência hídrica ocasional.
Vales aplainados	VIse	Terras aptas a cultivos perenes com limitações de solo, suscetibilidade a erosão e excessos de umidade ocasionais.
Vales íngremes	VIIse	Terras aptas a uso com silvicultura e pastagem perene em geral com limitações de solos, suscetibilidade a erosão e excessos de umidade ocasionais.

Com objetivo de caracterizar as terras, para um País onde há agricultores de todas as classes sociais, e as tecnologias empregadas na agricultura vão, desde primárias a 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 suas deficiências ao uso agrícola. 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 para um Brasil predominantemente subdesenvolvido em termos de práticas agrícolas. Nesse caso, o fator econômico prevê três usuários, com distintos níveis de manejo (primitivo, pouco desenvolvido e desenvolvido). Quando proposto para uma região muito desenvolvida, no campo agrícola, os mapas das terras praticamente se confundem com o Sistema de Capacidade de Uso. Assim, pelo sistema proposto, as terras seriam classificadas conforme a (Tabela 34).

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

Formas de relevo	Legenda	Subgrupos	Limitações
Chapadas	P ₀	1aBC	Terras " <u>boa</u> " para cultivos em sistemas desenvolvidos e " <u>regular</u> " para sistema pouco desenvolvido, com limitações de custo operacional.
Coxilhas	P ₁	1abC	Terras " <u>boa</u> " para sistema desenvolvido e " <u>regular</u> " para sistemas pouco desenvolvidos.
Vales aplainados	Va	2a(b)	Terras " <u>regular</u> " para cultivos com baixa tecnologia e " <u>restrita</u> " para cultivos com sistemas pouco desenvolvido.
Vales íngremes	Ve	4P	Terras " <u>boa</u> " para pastagem cultivada, cultivos perenes e silvicultura.

Conclusões

O estudo de solos do município de Santo Augusto, em nível de reconhecimento, situado na parte noroeste do Planalto RS, mais precisamente entre as antigas regiões das Missões e Alto Uruguai, caracteriza um planalto em fase de dissecação pelos processos erosivos naturais. Esse planalto é constituído, a sudoeste, na parte menos erodida, por um relevo suave ondulado, pela individualização gradativa de chapadas, lisas, com amplas encostas, segmentadas parcialmente por depressões, com formas de vales que formam um sistema de drenagem antigo e raso. Onde os processos erosivos são mais atuantes, ao norte, junto aos rios Turvo e Inhacorá, as formas mais dissecadas do planalto formam um relevo ondulado, aparentando as coxilhas do sul. Suas chapadas estreitas adquirem formas alongadas e roliças. Os vales entre essas formas de relevo são estreitos e profundos.

A vegetação, outrora de mata composta pela formação Floresta Estacional Decidual Montana, está praticamente extinta e as terras estão cobertas por culturas sucessivas anuais de verão e inverno, com predominância de soja e trigo.

Os solos, desenvolvidos de rochas basálticas de natureza alcalina, se estabelecem em sucessivos estratos, através de fissuras que romperam a superfície em períodos do Jurássico e Cretáceo. Localmente, o conjunto desses estratos atinge a aproximadamente 130 metros sobre rochas sedimentares (arenito Botucatu), que contêm alta reserva de água freática.

Os solos foram antes denominados de Latossolo Roxo Distrófico por Costa Lemos, em Brasil (1973) e IBGE (1986). Este último ainda constatava a existência de Terra Roxa Estruturada. Atualmente, além dos processos intensivos de intemperização (laterização) e outros atributos, constata-se um horizonte subsuperficial com estrutura moderada a forte em blocos subangulares médios a pequenos, com cerosidade na superfície dos blocos. Pela conjugação desses fatores, que caracterizam um horizonte nítico, sobre outro horizonte latossólico, esses solos estão sendo denominados de Nitossolos Vermelhos Distroférricos latossólicos, na maior parte. Alguns locais comportam solos Eutroférricos. Raramente nas áreas mais íngremes, ocorrem Chernossolos Argilúvicos Férricos saprolíticos, embora laterizados, na parte inferior, se assemelham às unidades descritas como Ciríaco e Charrua de Costa Lemos em Brasil (1973).

Quanto ao uso agrícola, o sistema de classificação (capacidade de uso das terras), que se propunha a uma ordenação do controle da degradação das terras, nessa agricultura local desenvolvida, tem a finalidade apenas de caracterizar a alta potencialidade agrícola local das terras situadas em chapadas e coxilhas (classe IIse – 45,09% e IIIse – 23,45%) próprias a cultivos anuais. Os vales, com maiores reservas próprias de água, além de comportarem as moradias dos agricultores, caracterizam terras que devem ser protegidas dos processos erosivos decorrentes das inundações (classe VIse – 12,11% e VIIse – 19,35%) próprias à agricultura familiar e silvicultura. Os processos de degradação e sustentabilidade dessa agricultura, muito produtiva, baseada na adição de produtos químicos, é que estão em aberto para a pesquisa.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio dos seguintes estagiários:

Roger Garcia Mendes
Estudante Técnico em Informática

Daniel Farias Jacinto
Estudante Técnico em Química

Rafael Lizandro Schumacher
Estudante em Agronomia

Lilian Rosa Duarte
Estudante em Química Ambiental

Juliana Brito da Silva⁷
Estudante em Química Ambiental

Referências Bibliográficas

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

CONSELHO MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO DE SANTO AUGUSTO. **Plano estratégico de desenvolvimento municipal de Santo Augusto RS**. Santo Augusto: COMUDESA, 2004. 55 p.

CHIAPETTA. Prefeitura Municipal. **Plano municipal de desenvolvimento da agropecuária**. Chiapetta, 2000. 17 p.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Rio Grande do Sul. Prefeitura Municipal de Santo Augusto. **Mapeamento de microbacias hidrográficas, do município de Santo Augusto**. Santo Augusto: FIDENE-IJUÍ, 2001/2004. 17 p.

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

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.

SILVA, I. de F. da. **Efeitos de sistemas de manejo e tempo de cultivo sobre propriedades físicas de um latossolo**. 1980. 70 p. Dissertação (Mestrado em Concentração de Solos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.

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).

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