

Capítulo 6

Solos e aptidão vitícola

Carlos Alberto Flores
Eliana Casco Sarmento
Eliseu José Weber
Heinrich Hasenack

Introdução

O solo pode ser visto como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial dos continentes, contendo matéria viva e podendo ser vegetados na natureza onde ocorrem, e terem sido modificados pela ação humana em muitos locais. Em geral o limite superior do solo é a atmosfera, enquanto os limites laterais são os contatos com corpos d'água, rochas, gelo, materiais detríticos inconsolidados, aterros ou terrenos permanentemente alagados. Já o limite inferior é difícil de ser definido, pois em profundidade o solo passa gradualmente para rocha dura, materiais saprolíticos ou sedimentos que não apresentam sinais da influência de atividade biológica. O material subjacente caracteriza-se pelo predomínio de propriedades mais relacionadas ao substrato rochoso ou ao material de origem não consolidado (Santos et al., 2018).

O solo é o meio natural para o desenvolvimento das plantas terrestres e sobre o qual ocorre a maioria dos cultivos, incluindo a viticultura. Nesta atividade, o solo vem tendo sua importância cada vez mais reconhecida porque vários aspectos que influenciam a qualidade da uva e do vinho estão relacionados às suas propriedades. É através delas que o solo atua como regulador dos elementos do clima e da incidência de outros fatores do meio sobre a videira e seus produtos (Gómez-Miguel, 2003; Ubalde et al., 2008; Rahn, 2010; White et al., 2020).

Em comparação com outros fatores físicos, como clima, geologia e relevo, as propriedades do solo podem variar substancialmente em distâncias muito mais curtas, induzindo variações importantes nas características da uva e do vinho. Em consequência, dependendo da localização do vinhedo, os vinhos obtidos podem ter qualidade e sabor bastante diferentes, mesmo que a variedade, as práticas culturais e o processo de vinificação sejam basicamente idênticos entre as parcelas. Em cada local, certas condições tornam-se particularmente favoráveis à obtenção de vinhos de qualidade requintada, com potencial de remuneração em patamares mais elevados no mercado (Wilson, 1998; Jones et al., 2004; Van Leeuwen, 2010). Por isso, na viticultura moderna o conhecimento do solo passou a ser fundamental para uma série de aplicações, tais como zoneamentos, definição de zonas de manejo e de colheita, recomendações de práticas culturais e desenvolvimento de técnicas de viticultura de precisão (Bragato, 2004; Bramley et al., 2009; Rahn, 2010; Bonfante et al., 2011; International., 2012; Miele et al., 2014; Vaudour et al., 2015; Filippini Alba et al., 2017).

De fato, adquirir conhecimento sobre o solo tornou-se importante para a humanidade desde o início da agricultura, e o histórico de esforços nesse sentido é bastante longo. No ocidente, vários estudiosos gregos e romanos se dedicaram a tentar compreender a origem, composição, estrutura e propriedades dos solos, e até a avaliar seu potencial produtivo para diferentes culturas (Arnold, 1983; Buol et al., 2011; Miller; Schaetzl, 2014). Mas somente no século XIX o estudo científico do solo e seus padrões teve impulso, com destaque para Vasili Dokuchaev, que em 1883 propôs que o solo era resultado da interação complexa de vários fatores do ambiente. Em 1941 Hans Jenny postulou que o solo é resultado da ação combinada de cinco fatores de formação:

material de origem, clima, relevo, seres vivos e tempo. A teoria de Jenny (1941) estabelece que, se a distribuição espacial dos fatores de formação for conhecida, o solo ou suas propriedades podem ser inferidos a partir deles, o que a tornou um paradigma para os levantamentos de solos (Hudson, 1992; Scull et al., 2003; Bui, 2004; Buol et al., 2011).

De forma geral, um levantamento de solos inicia pela reunião e estudo dos dados disponíveis para a área de interesse (cartas topográficas, fotografias aéreas, outros mapas), a partir dos quais são definidas unidades básicas de paisagem e percursos para realização de coletas em campo. Durante o trabalho de campo são escolhidos locais ao longo desses percursos, onde é feita a observação e descrição de perfis representativos dos solos e a coleta de material para análises físico-químicas em laboratório. Posteriormente, a partir da interpretação dos dados de campo e de laboratório, os solos são enquadrados em um sistema de classificação taxonômica e é definida uma legenda para seu mapeamento. Por último, o conhecimento adquirido em campo sobre as relações solo-paisagem é utilizado para inferir as variações espaciais do solo e delinear as unidades de mapeamento a fim de produzir o mapa de solos. Nessa tarefa o pedólogo usa seu conhecimento sobre os fatores de formação do solo e sobre como as variações nesses fatores ao longo da paisagem definem onde certo tipo de solo termina e outro começa (Hudson, 1992; Bui, 2004; Flores et al., 2012; Sarmento, 2015).

A caracterização dos solos na região da Indicação de Procedência (IP) Campanha Gaúcha seguiu aproximadamente esse roteiro, porém com adaptações para viabilizar o trabalho sem comprometer o atendimento das necessidades para o pedido de reconhecimento junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica e uma busca de informações existentes para a região, tanto sobre os solos quanto sobre outros fatores do ambiente a eles relacionados. Foram reunidos relatórios de levantamento de solos, dados analíticos e descritivos de perfis representativos e mapas de solos, além de mapas e dados geoespaciais referentes a outros temas úteis para o trabalho e aptos ao uso em programas de Sistemas de Informação Geográficas (SIG).

Todos os dados geoespaciais de interesse, incluindo polígonos de unidades de mapeamento de solos e pontos georreferenciados de perfis representativos, foram padronizados para o sistema geodésico de referência SIRGAS2000 e para a projeção cartográfica Cônica Equivalente de Albers. Em seguida efetuou-se o recorte dos mesmos com o limite da área geográfica delimitada da IP Campanha Gaúcha, a fim de excluir os dados situados fora da área de interesse. As classes de solos identificadas nos levantamentos de solos disponíveis na IP e suas informações relevantes foram então reunidas e sistematizadas em uma única planilha para facilitar a visualização e interpretação. Em seguida efetuou-se uma revisão da classificação taxonômica e sua atualização para a versão do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) vigente à época da realização dos estudos (Santos et al., 2013).

A análise e interpretação desse material revelou uma grande variedade de tipos de solos, devido às inúmeras interações entre os seus fatores de formação ao longo da área geográfica delimitada da IP Campanha Gaúcha. Cada fator apresenta sua própria variação espacial, como é possível observar nos capítulos deste livro relativos ao clima (Capítulo 3), geologia e geomorfologia (Capítulo 4) e relevo (Capítulo 5). A diversidade de solos e a extensa área a ser coberta, aliadas a restrições de tempo e de recursos, tornaram inviável a realização de um novo levantamento de solos para toda a região em nível de semidetalhe, como feito anteriormente para indicações geográficas menores (Flores et al., 2007a; Flores et al., 2009; Sarmento et al., 2011). Assim, visando um balanço entre as necessidades da documentação para o pedido de

reconhecimento da IP Campanha Gaúcha e a viabilidade de execução, adotou-se uma estratégia para caracterização dos solos em dois níveis de abrangência e espacial e detalhamento, do geral para o mais refinado, quais sejam:

- Avaliação da aptidão edáfica para a viticultura em toda a IP Campanha Gaúcha, realizada com base em dados existentes, com representação cartográfica na escala 1:250.000.
- Identificação e mapeamento dos solos em áreas de vinhedos e seu entorno, realizada com base em dados existentes e complementada com expedições em campo para observação dos solos in loco, com representação cartográfica na escala 1:50.000.

Os principais materiais consultados e utilizados para desenvolver o estudo dos solos de acordo com essa estratégia são abaixo relacionados:

- Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul (Brasil, 1973).
- Mapa de solos do Rio Grande do Sul na escala 1:750.000, digitalizado a partir do mapa do levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul (Brasil, 1973) (Machado; Fitz, 2001).
- Levantamento exploratório de solos da Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim (IBGE, 1986).
- Mapa de solos do Rio Grande do Sul na escala 1:250.000 (IBGE, 1986), digitalizado a partir das cartas de trabalho do Projeto Radam Brasil (SAA/IBGE, 2003).
- Levantamento semidetalhado de solos da Folha Palomas e respectivo mapa na escala 1:50.000 (Flores et al., 2007b).
- Base vetorial contínua do Rio Grande do Sul na escala 1:50.000, digitalizada a partir das cartas topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) (Hasenack; Weber, 2010).
- Perímetro georreferenciado dos vinhedos na área delimitada da IP Campanha Gaúcha, levantado pela Embrapa Uva e Vinho com receptores GPS de precisão (Cadastro vitícola, 2016; Mello, Machado, 2017; Mello, 2017).

Avaliação da aptidão edáfica para a viticultura na área da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha

A avaliação da aptidão edáfica para a IP Campanha Gaúcha se baseou nas informações existentes de levantamentos de solos (IBGE, 1986; Flores et al., 2007b) e no mapa de solos na escala 1:250.000 da região (SAA/IBGE, 2003). Foram extraídas as informações de natureza edáfica dos solos identificados na área geográfica delimitada, com a finalidade de definir e valorar parâmetros relevantes para a definição de regiões mais homogêneas do ponto de vista edáfico em relação à viticultura.

Ao todo foram elencados 14 parâmetros edáficos, tendo em vista as relações solo-planta-atmosfera com ênfase na qualidade dos vinhos, levando em consideração as características do clima local (alguns de seus padrões são abordados no Capítulo 3 deste livro). Em cada parâmetro foram definidos critérios para enquadrar os solos em quatro classes de aptidão edáfica para a viticultura, a saber: Preferencial, Recomendável, Pouco recomendável ou Não recomendável. Mediante a tabulação desses parâmetros e critérios elaborou-se um quadro guia para a avaliação dos solos (Tabela 6.1).

Tabela 6.1. Quadro-guia de avaliação da aptidão edáfica para o cultivo da videira (*Vitis vinifera* L.) na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

Parâmetros edáficos	Classe de aptidão edáfica			
	Preferencial (1)	Recomendada (2)	Pouco recomendada (3)	Não recomendada (4)
Classe de solo (1° ou 2° nível)	Argissolo, Latossolo, Nitossolo	Cambissolo, Neossolo Regolítico	Chernossolo, Luvisolo, Neossolo Flúvico, Planossolo, Plintossolo	Espodossolo, Gleissolo, Neossolo Litólico, Organossolo, Vertissolo
Tipo de horizonte A	Moderado	Proeminente, Fraco	Chernozêmico, Antrópico	Húmico, Hístico
Espessura do horizonte A (cm)	> 50	50–30	30–15	< 15
Grupamento textural do horizonte A	Média-argilosa, Média-arenosa, Arenosa-média	Argilosa	Argilosa, Média, Siltosa	Muito argilosa, Muito arenosa, Siltosa
Tipo de horizonte B	Textural, Latossólico, Nítico	Incipiente	Álbico, Plíntico	Espódico, Plânico, Glei, Sulfúrico, Vértico
Espessura dos horizontes B, C (cm)	> 70	70–20	20–10	< 10
Cor dos horizontes B, C (Matiz)	10 R a 2,5 YR	5 a 7,5 YR	10 YR ou + amarelo	Cores acinzentadas
Classe textural dos horizontes B, C (g kg ⁻¹)	150–350 (argila 1:1)	350-600 (argila 1:1)	< 150 e > 600 (argila 1:1)	Areia, Areia franca, Siltosa, Argilosa (2:1) ou Orgânica
Profundidade efetiva (cm)	Muito profundo, profundo (> 120)	Pouco profundo (120–50)	Raso (50-25)	Muito raso (< 25)
Drenagem	Fortemente, Acentuadamente, Bem drenado	Moderadamente drenado)	Imperfeitamente, Excessivamente drenado	Mal, Muito mal drenado
Fertilidade	Distrófico, Ta e Tb, distrófico, distro-úmbrico	Eutrófico, eutro-úmbrico, eutroférico	Ta Eutrófico	Presença de sais (salino, solódico)
Caráter	Típico	abrupto, arênico, fragmentário, saprolítico, úmbrico	alítico, alumínico, lítico, ácrico, álico, léptico, plíntico, quartzarênico	gleico, vértico, sódico, solódico, petroplíntico, gleissólico
Relevo (%)	Plano, Suave, Moderadamente Ondulado (0-13)	Ondulado (13–20)	Forte ondulado (20-45)	Montanhoso, Escarpado (45–100)
Pedregosidade/ Rochosidade (%)	Ausente, pouca (0-3)	Moderada (3–15)	Acentuada (15–50)	Abundante (> 50)

O procedimento foi semelhante ao adotado anteriormente para outras indicações geográficas no Rio Grande do Sul (Flores, et al., 2007a; Flores et al., 2009; Sarmiento et al., 2011), porém adaptado às características edafoclimáticas da IP Campanha Gaúcha. Ajustar os parâmetros e critérios com base em conhecimento local é de fundamental importância, pois aqueles utilizados em outras importantes regiões vitícolas do mundo foram definidos para solos de propriedades distintas e climas com regime térmico e hídrico diferentes, em geral mais frios e mais secos, ou com estação seca. Por essa razão, em alguns parâmetros o raciocínio para o critério de enquadramento em determinada classe pode ser inclusive inverso ao daquele adotado em tais regiões. Isso também foi verificado recentemente em estudos de aptidão para regiões produtoras de vinhos finos de altitude de Santa Catarina (Dortzbach, 2016).

O quadro guia (Tabela 6.1) foi depois utilizado para avaliar e enquadrar as classes taxonômicas de solos nas classes de aptidão edáfica correspondentes. Nesta etapa utilizou-se a relação dos solos identificados na IP Campanha Gaúcha da planilha anteriormente preparada, à qual foi acrescentada uma nova coluna com a classe de aptidão. A avaliação levou em consideração os 14 parâmetros, atribuindo-se a classe de aptidão ao solo pela predominância dos critérios, exceto a classe “não recomendada”. Para esta, devido às fortes limitações, um parâmetro atendendo os critérios para enquadramento já foi considerado suficiente para atribuí-la ao solo em avaliação.

A planilha contendo a classe de aptidão vitícola foi relacionada à tabela de atributos das unidades de mapeamento de solos delineadas na escala 1:250.000 (SAA/IBGE, 2003), utilizando-se a classe taxonômica como chave de vínculo. Dessa forma, cada polígono das unidades de mapeamento foi associado à respectiva classe de aptidão edáfica com base na classe taxonômica de solo por ele representada. No caso de unidades de mapeamento combinadas, que delineiam a ocorrência de duas ou mais classes, o vínculo foi realizado pela classe taxonômica dominante. Por fim, a partir do resultado foi elaborado um mapa para ilustrar a distribuição espacial das classes de aptidão vitícola (Figura 6.1) e calculadas as respectivas áreas e proporções na IP Campanha Gaúcha (Tabela 6.2).

De acordo com os critérios definidos na Tabela 6.1, e com base no mapa de solos do Rio Grande do Sul na escala 1:250.000 (SAA/IBGE, 2003), sob o ponto de vista edáfico, não foram verificadas unidades de mapeamento de solos enquadradas na classe “preferencial” para a viticultura de vinhos finos na área geográfica delimitada da IP Campanha Gaúcha (Figura 6.1 e Tabela 6.2). Os polígonos enquadrados na classe “recomendada” correspondem a quase 20% da área, enquanto aqueles atribuídos às classes “pouco recomendada” ou “não recomendada”, correspondem respectivamente a 37,7 e 41,1% da superfície total da IP Campanha Gaúcha. Polígonos de água e manchas urbanas somam uma superfície proporcionalmente pequena, correspondendo respectivamente a 1,1 e 0,2% do total da IP.

Entretanto, é importante ressaltar que a representação espacial das classes de aptidão edáfica para viticultura apresenta limitações decorrentes da escala reduzida do mapa de solos utilizado como base (escala 1:250.000). Nessa escala a área mínima mapeável é de 250 ha, limiar que dificulta o delineamento de solos com distribuição mais intrincada e exige o uso frequente de unidades de mapeamento combinadas para retratar a ocorrência de dois ou mais tipos de solos,

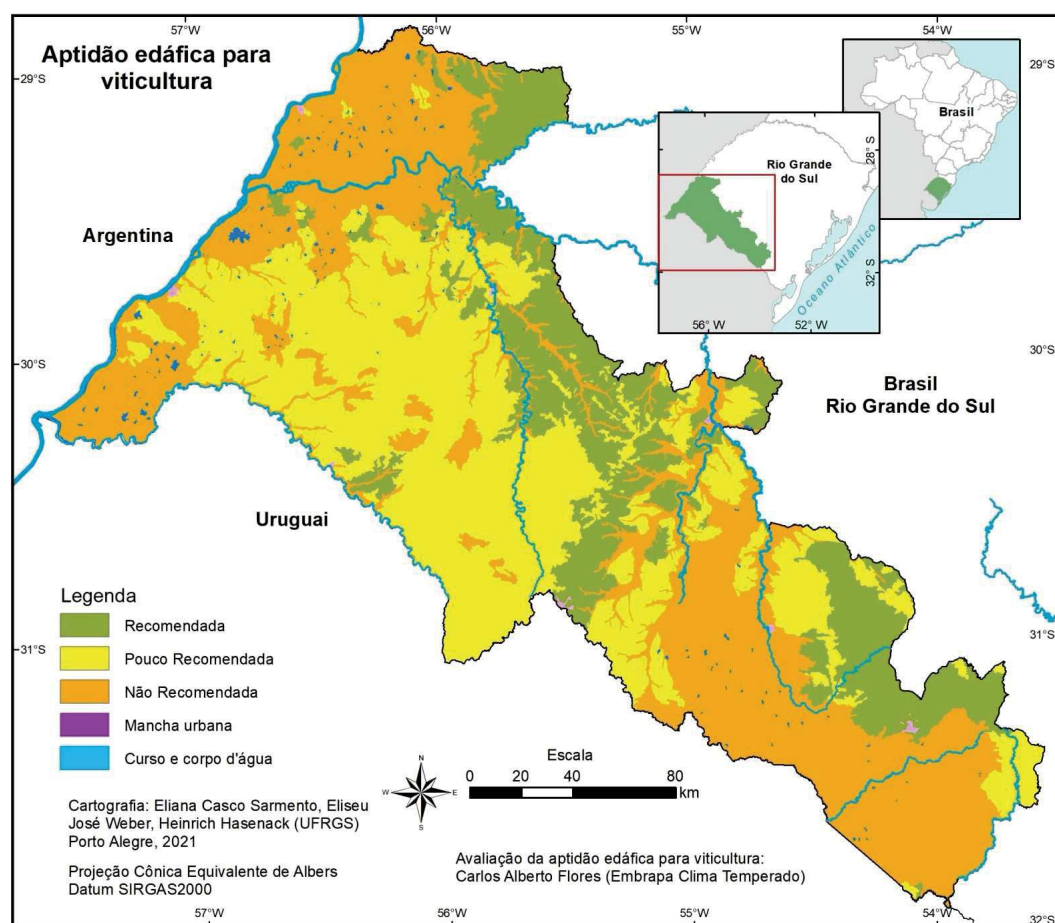


Figura 6.1. Aptidão edáfica para a viticultura na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

Tabela 6.2. Área e proporção de classes de aptidão edáfica para viticultura na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência (IP) Campanha Gaúcha.

Classe de aptidão vitícola	Área (km ²)	Fração da IP (%)
Preferencial	0	0,0
Recomendável	8.829	19,9
Pouco recomendável	16.726	37,7
Não recomendável	18.234	41,1
Curso e corpo d'água	488	1,1
Mancha urbana	89	0,2
Total	44.365	100,0

além de possíveis inclusões. Assim, como o mapa de aptidão edáfica foi gerado a partir da classe de solo dominante em cada unidade de mapeamento, solos com elevada aptidão edáfica correspondentes à segunda ou terceira componente ficaram sem representação. Da mesma forma, o contrário também é verdadeiro.

Por isso, o mapa de aptidão edáfica para viticultura (Figura 6.1) não é recomendado para embasar aplicações locais, tal como para orientar a implantação de futuros vinhedos, pois, na realidade, pode haver áreas não mapeadas de outras classes dentro de cada classe de aptidão nele representada. Em regiões em que a distribuição dos solos é muito intrincada, essa limitação pode persistir mesmo com o uso de mapas de solos em escalas mais finas (Flores et al., 2009). Trata-se de um problema de natureza cartográfica, que pode ser contornado com o mapeamento dos solos em escala compatível com a complexidade da sua distribuição espacial em cada região, o que requer a execução de levantamentos de solos em maior nível de detalhe. O quadro guia, por outro lado, permanece válido para qualquer escala, podendo ser reaplicado para gerar novos mapas de aptidão edáfica para viticultura à medida que mapas de solos em escalas mais refinadas ficarem disponíveis.

Caracterização dos solos em áreas de vinhedos da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha

A caracterização dos solos em áreas de vinhedos da IP Campanha Gaúcha teve como objetivo suprir informações com detalhamento mais apropriado ao emprego na tomada de decisão em nível local. Para isso foram necessárias várias expedições em campo para observação e identificação dos solos *in situ*, contemplando os vinhedos de 16 vinícolas integrantes da Associação Vinhos da Campanha Gaúcha à época da realização dos estudos. A delimitação espacial (mapeamento) e representação cartográfica da ocorrência dos solos identificados nessas áreas foi realizada na escala 1:50.000, cinco vezes mais detalhada que a utilizada para representar a aptidão edáfica para viticultura de vinhos finos em toda a IP Campanha Gaúcha (Figura 6.1).

Para desenvolver o trabalho, empregaram-se as técnicas da metodologia de levantamentos de solos em campo (IBGE, 2015) em combinação com outros recursos e ferramentas para coleta e análise de dados geoespaciais digitais, tais como receptores GPS (*Global Positioning System*), bases cartográficas digitais, imagens de satélite e programas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e de modelagem e análise digital do relevo. Trata-se de um conjunto de tecnologias de grande utilidade para levantamentos de solos, com recomendações recentemente publicadas de uso prático (Oliveira et al., 2019). Elas também já são amplamente utilizadas em uma área em desenvolvimento na ciência do solo denominada de mapeamento digital de solos (MDS). Sua adoção visou facilitar a localização em campo e a interpretação das relações solo-paisagem, dar mais consistência à delimitação das manchas de solos e à produção dos mapas finais, bem como reduzir o tempo de execução do estudo.

O primeiro passo foi definir as áreas de cobertura para a realização das observações em campo e a elaboração dos mapas finais de solos, considerando-se o perímetro georreferenciado dos vinhedos (Cadastro vitícola, 2016; Mello, Machado, 2017; Mello, 2017). Nessa tarefa buscou-se definir um retângulo envolvente aos vinhedos de cada vinícola com dimensões que permitissem a impressão dos mapas na escala 1:50.000 em folhas tamanho A4. Dessa forma, cada retângulo corresponderia a uma moldura para o respectivo *layout* do mapa final de solos, tendo o respectivo vinhedo de interesse ao centro. No total foram necessários apenas 12 retângulos

envolventes para abranger todos os vinhedos porque a proximidade entre as áreas de algumas vinícolas permitiu incluí-las em um mesmo retângulo, mas em contrapartida a distribuição dos vinhedos causou a sobreposição parcial de alguns retângulos.

Assim, para definir as áreas efetivas para a identificação dos solos em campo extraiu-se apenas as bordas mais externas de todos os retângulos. Disso resultaram nove áreas de levantamento, totalizando 94.294 ha, as quais estão distribuídas em sete municípios (de Norte para Sul e de Oeste para Leste): Maçambará, Uruguai, Sant'Ana do Livramento, Rosário do Sul, Dom Pedrito, Bagé e Candiota (Figura 6.2). Em Sant'Ana do Livramento a área de levantamento corresponde a três retângulos parcialmente sobrepostos, ou seja, três mapas finais de solo para impressão, e em Rosário do Sul a dois. Nos demais municípios cada área de levantamento corresponde ao próprio retângulo envolvente.

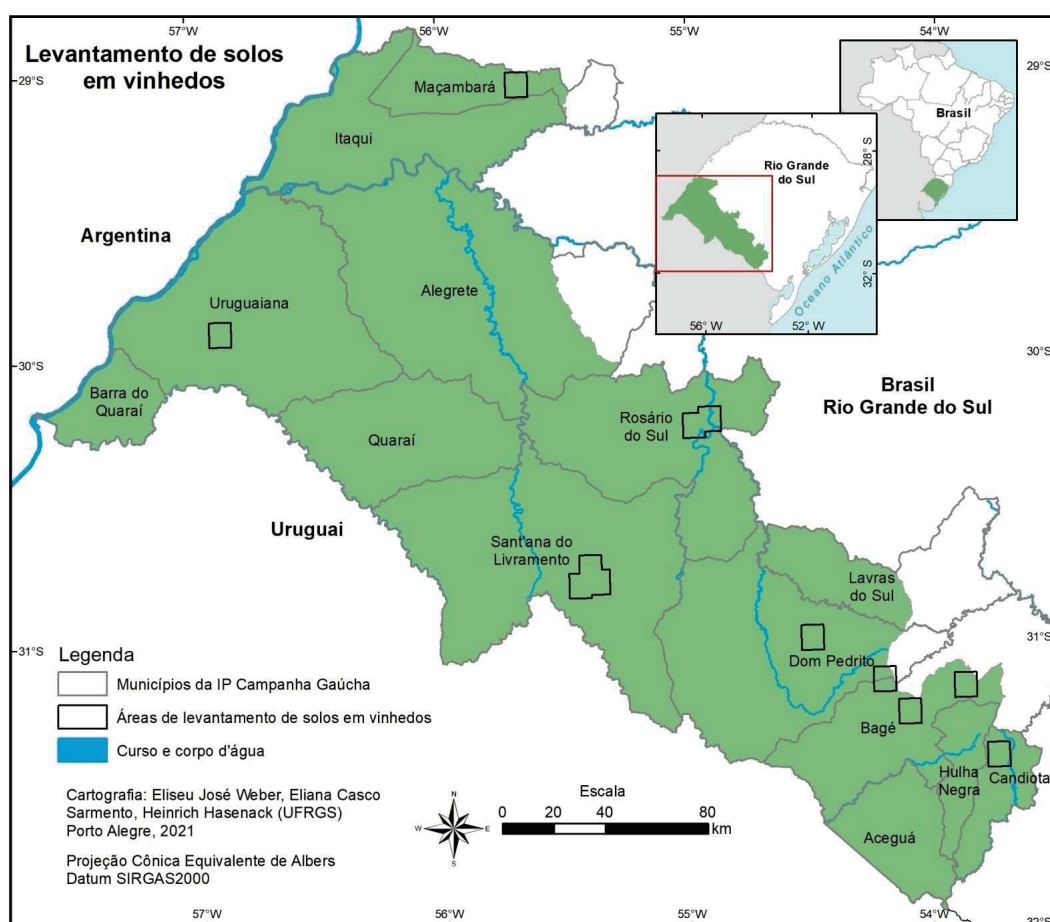


Figura 6.2. Áreas definidas para caracterização dos solos em vinhedos da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

Após a definição das áreas de cobertura, passou-se à etapa de elaboração do material de apoio e ao planejamento dos trajetos a serem percorridos no trabalho de campo. Como material de apoio, elaborou-se para cada retângulo envolvente um conjunto de cartas temáticas na escala 1:50.000, ilustrando a distribuição espacial de classes de declividade (Figura 6.3), formas do terreno (Figura 6.4) e duas composições coloridas de imagens do satélite Landsat (Figuras 6.5 e 6.6). O procedimento foi semelhante ao adotado por Sarmento et al. (2008) e Flores et al. (2012) em outra indicação geográfica do Rio Grande do Sul, com adaptações para os materiais básicos disponíveis para a IP Campanha Gaúcha. Em todas as cartas temáticas foram acrescentados os limites dos vinhedos (Cadastro vitícola, 2016; Mello, Machado, 2017; Mello, 2017) e feições do meio físico, tais como curvas de nível, estradas e rede de drenagem (Hasenack; Weber, 2010), além de elementos auxiliares, incluindo legenda, grade de coordenadas e outros detalhes.

Uma inovação importante foi a elaboração das formas do terreno, cujas classes constituem áreas contíguas análogas ao conceito de superfície geomórfica: áreas identificáveis no terreno, resultantes de um conjunto comum de processos erosionais e deposicionais ao longo do tempo. As formas do terreno foram geradas com um conjunto de programas chamado *LandMapr toolkit* (MacMillan, 2003), especificando-se os limiares para caracterização de talvegues e divisores de águas e mantendo-se as demais configurações padrão, como feito por Sarmento (2015) e Sarmento et al. (2017). As 15 classes de saída, que expressam o padrão topográfico da superfície e sua posição relativa na paisagem, foram depois agrupadas para sete classes mais genéricas compatíveis com o relevo da IP Campanha Gaúcha. Tanto as formas do terreno quanto as classes de declividade foram calculadas a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT) elaborado para a caracterização do relevo da área geográfica delimitada, descrito no Capítulo 5 deste livro. Por fim, todas as cartas temáticas foram impressas em várias cópias em papel para facilitar o uso e o registro de informações durante o trabalho de campo.

A etapa seguinte envolveu a realização de visitas a cada um dos vinhedos para observação e identificação dos solos e de sua relação com a paisagem (geologia, geomorfologia, relevo, vegetação, uso atual, etc.). Os locais para observação foram escolhidos com o auxílio das cartas temáticas de apoio (Figura 6.7), enfocando-se não apenas os vinhedos, mas também os arredores, a fim de reunir conhecimento para inferir a ocorrência dos solos em toda a área a ser mapeada.

A observação dos solos foi feita em barrancos de estradas, por meio de tradagens e, em menor número, em trincheiras. Por limitação de tempo e de recursos, a forma de caracterização dos solos foi por meio de “observações completas” (IBGE, 2015). Nessa modalidade os perfis são examinados em sua íntegra, contemplando a identificação e separação de horizontes, descrição morfológica (Figura 6.7) e classificação taxonômica, sem coleta de amostras para análises físico-químicas em laboratório. Para a classificação, utilizou-se como apoio a planilha previamente organizada com a relação de classes de solos identificados na região, além das informações de perfis análogos coletados em levantamentos anteriores (IBGE, 1986; Flores et al., 2007b).

Em todos os pontos visitados foram adquiridas coordenadas com o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e obtidas fotografias do local e da paisagem do entorno, além de se efetuar o registro de limites da ocorrência de alguns solos e de outras observações nas cartas temáticas de apoio. O uso do GPS e das cartas de apoio com grade de coordenadas permitiu a localização

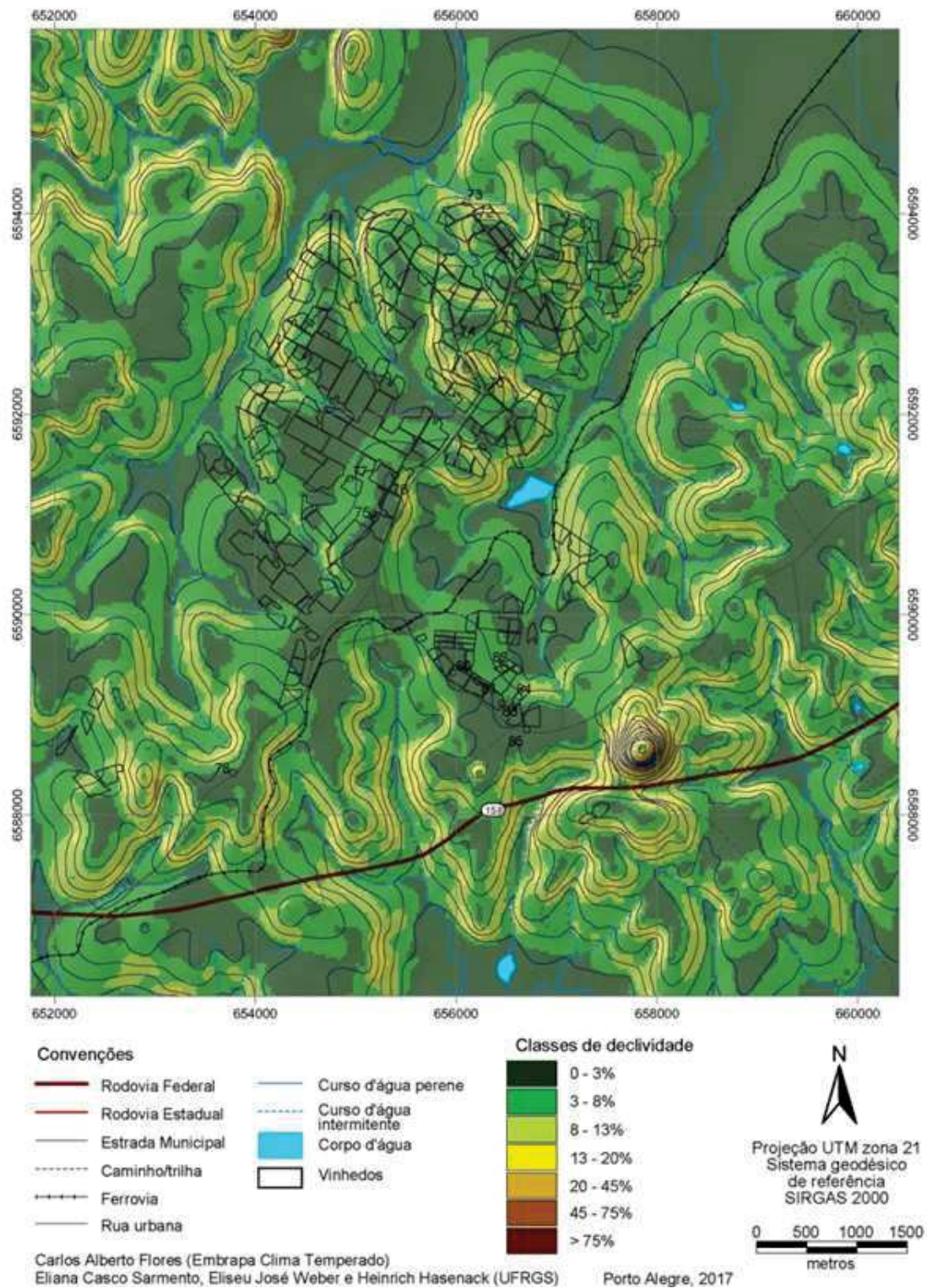


Figura 6.3. Exemplo de uma carta de campo com classes de declividade.

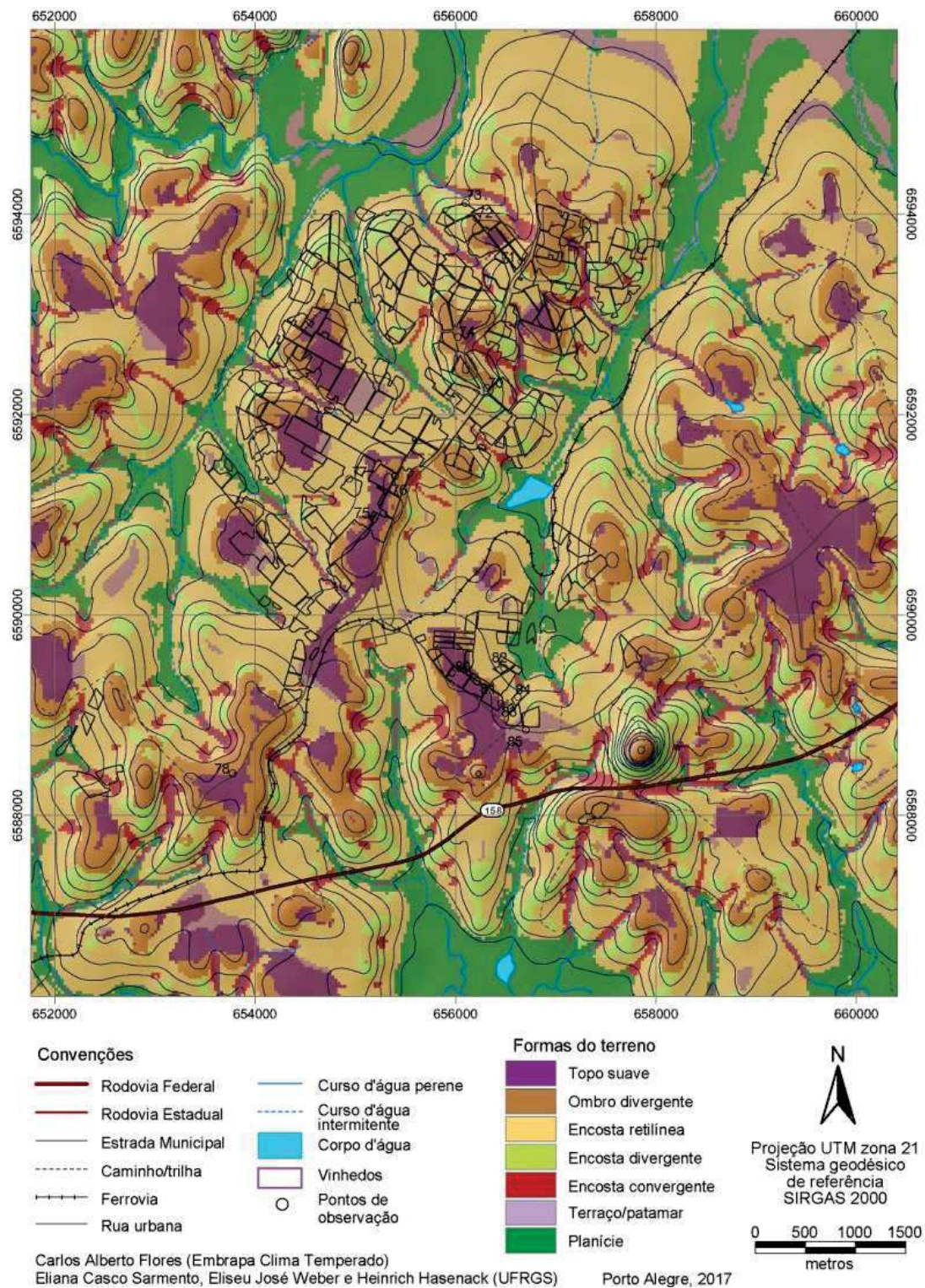


Figura 6.4. Exemplo de uma carta de campo com formas do terreno.

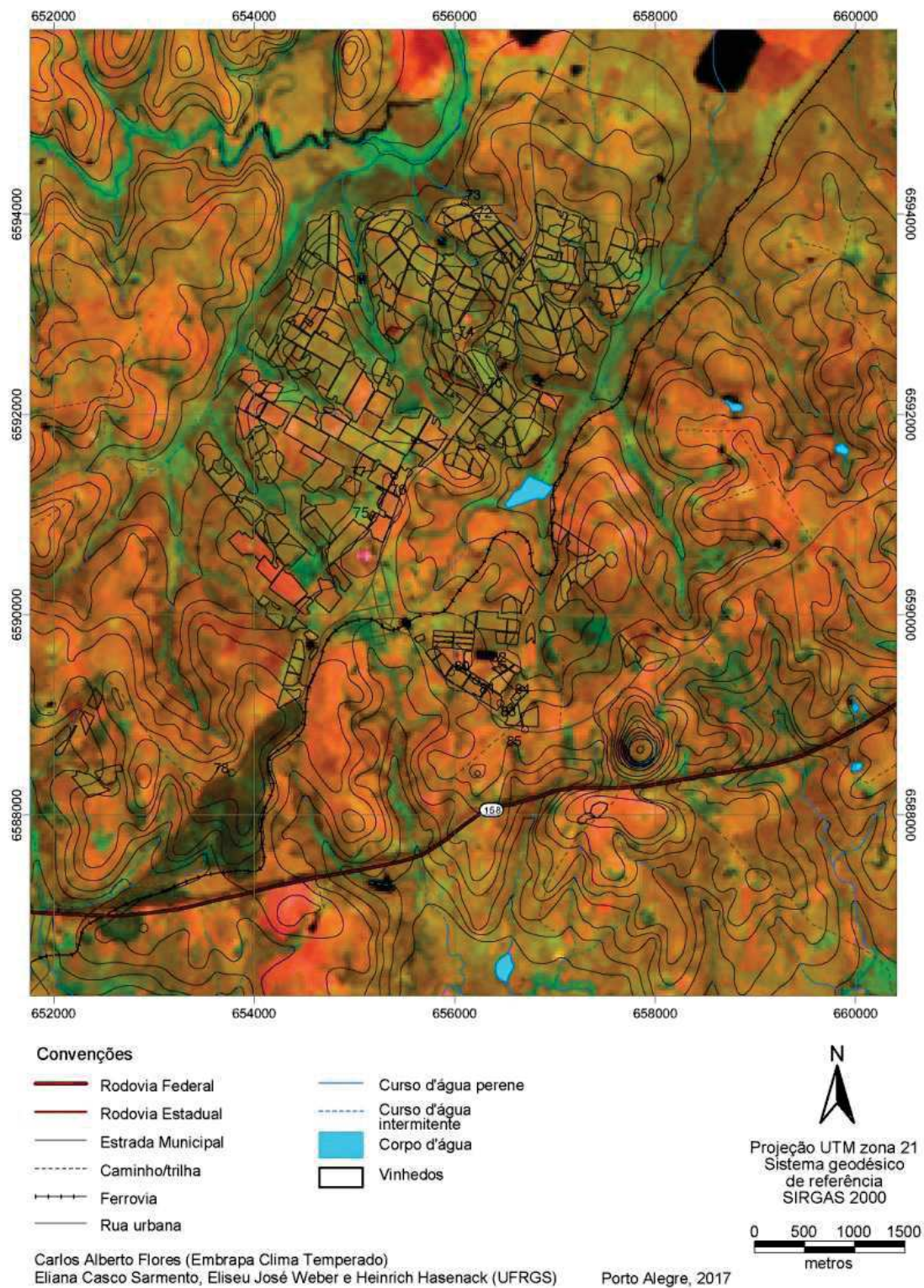


Figura 6.5. Exemplo de uma carta de campo com imagem do satélite Landsat 5/sensor TM, composição colorida RGB543.

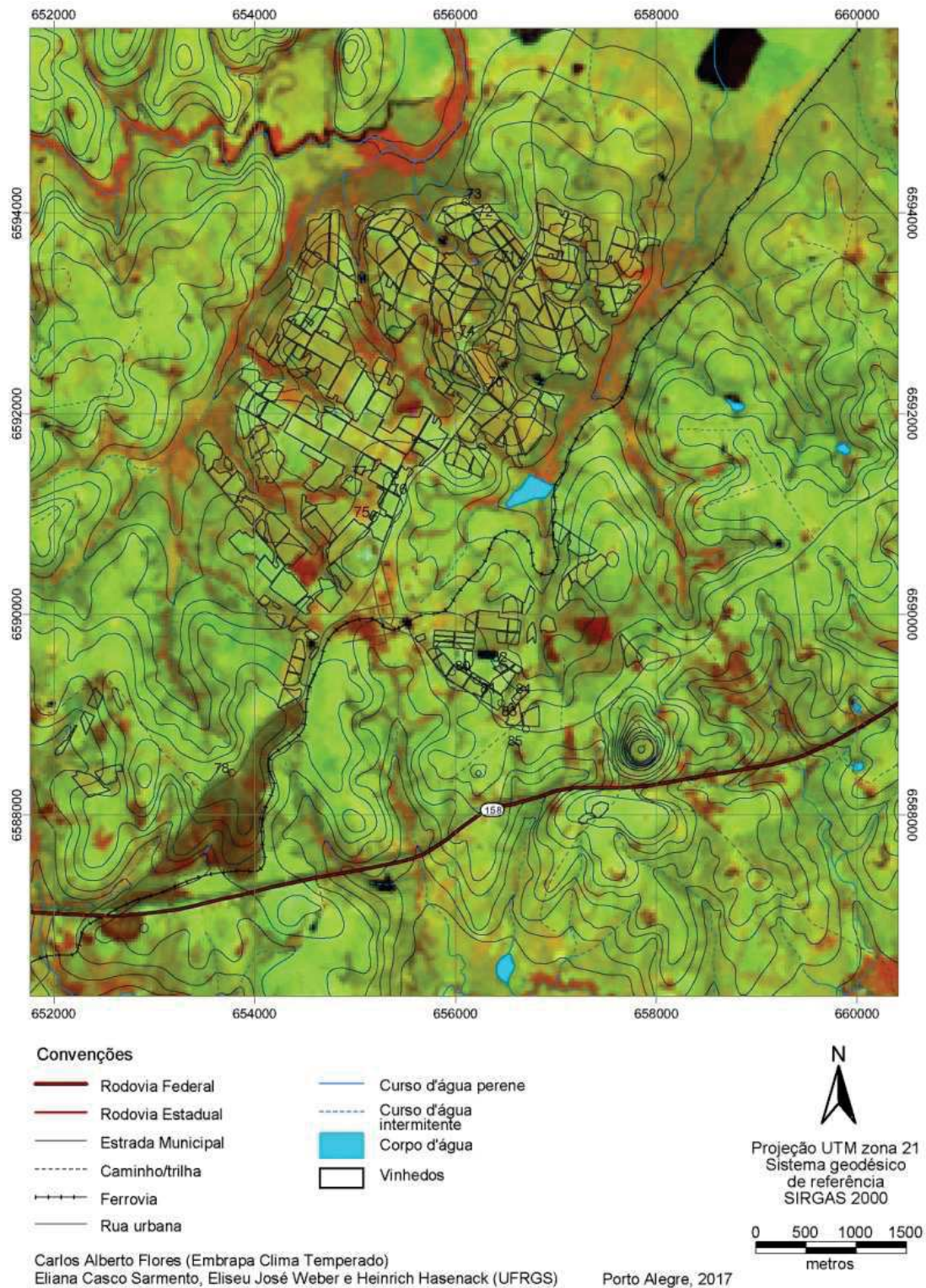
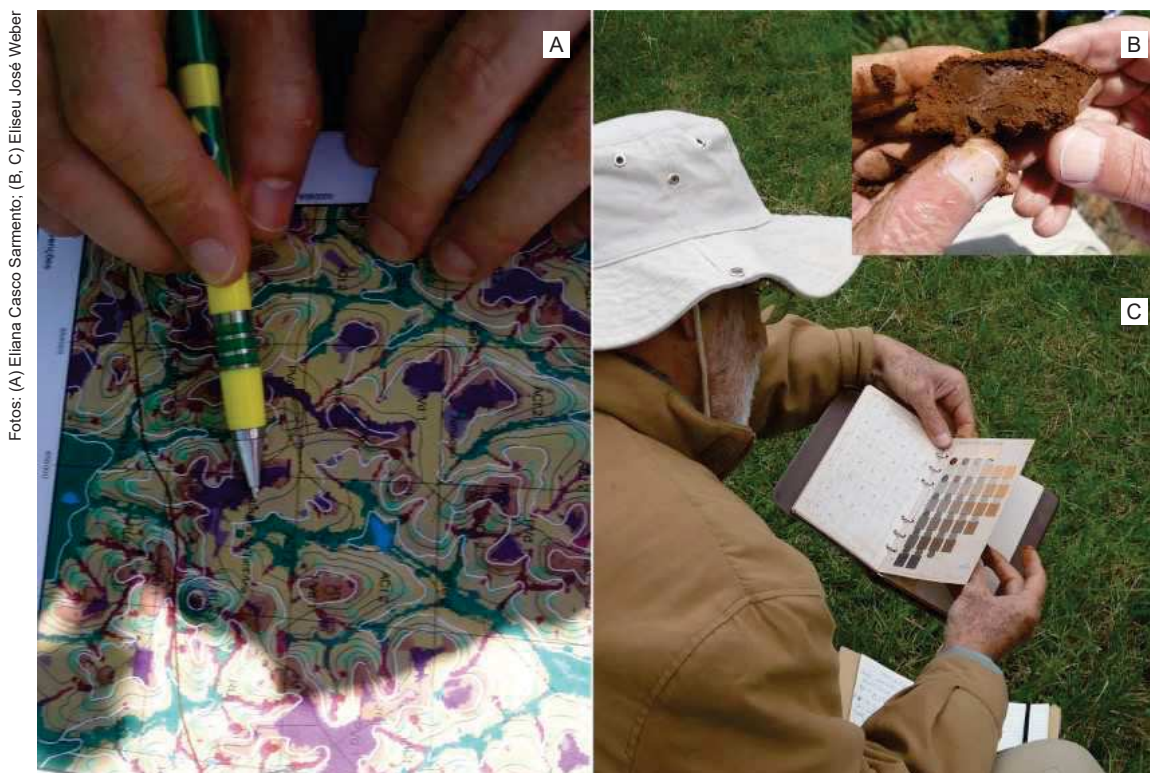


Figura 6.6. Exemplo de uma carta de campo com imagem do satélite Landsat 5/sensor TM, composição colorida RGB453.



Fotos: (A) Eliana Casco Sarmiento; (B, C) Eliseu José Weber

Figura 6.7. (A) Definição de locais para observação dos solos com auxílio das cartas temáticas; (B e C) descrição morfológica de um perfil em campo.

instantânea em qualquer momento durante o trabalho de campo, facilitando a readequação dos percursos e a definição de novos locais de interesse a serem visitados. Assim, à medida que se acumulava conhecimento sobre as relações solo-paisagem de cada área a ser mapeada, o trabalho de campo pôde ser constantemente ajustado e aprimorado, evitando coletas desnecessárias e possibilitando distribuir melhor as observações para as diferentes classes de solo. Nesse aspecto, a experiência prática em levantamentos de solos de membros da equipe, aliada à qualidade do material de apoio ao trabalho de campo, possibilitou reduzir substancialmente a densidade de observações. Algumas formas do terreno, por exemplo, mostraram-se altamente coerentes com a ocorrência de áreas com má drenagem ou hidromorfismo, notadamente as classes “planície” e “encosta convergente” com baixa declividade. As diferenças observadas nos limites de tais manchas em relação ao constatado em transectos realizados em campo foram de poucos metros, possibilitando reduzir a necessidade de visitas a esses locais.

Após a prospecção em campo, as informações coletadas in loco foram interpretadas em conjunto com as da planilha previamente organizada para definição de uma legenda final para o mapeamento dos solos. Ao todo, foram definidas 37 unidades de mapeamento, sendo 21 unidades simples e 16 unidades combinadas. Destas, dez delimitam arranjos de duas classes de solos distintas e seis unidades delimitam a ocorrência de três classes de solos, todas na forma de associações de solos. A simbologia atribuída às unidades de mapeamento e a relação das respectivas classes de solo componentes, em conformidade com a versão do SiBCS vigente à época do levantamento (Santos et al., 2013), estão discriminadas na Tabela 6.3.

Tabela 6.3. Legenda de mapeamento dos solos identificados em vinhedos da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

Unidade de mapeamento	Descrição da classe de solo
PBACal	ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico úmbrico textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado
PACe	ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico típico A moderado textura francoarenosa/franco-argiloarenosa fase relevo suave ondulado
PAa 1	ARGISSOLO AMARELO Alítico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado
PAa 2	ARGISSOLO AMARELO Alítico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo moderadamente ondulado
PAa 3	Associação: ARGISSOLO AMARELO Alítico típico A proeminente textura francoarenosa/argila + ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico típico A moderado textura francoarenosa/francoargilosa ambos fase relevo suave ondulado
PVd 1	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico A moderado textura francoarenosa/franco-argiloarenosa fase relevo suave ondulado
PVd 2	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico A moderado textura francoarenosa/franco-argiloarenosa fase relevo suave ondulado
PVd 3	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado
PVe	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico arênico A moderado textura francoarenosa/franco-argiloarenosa fase relevo suave ondulado
PVAd 1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado
PVAd 2	Associação: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abruptico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo moderadamente ondulado
PVAd 3	Associação: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado + ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo moderadamente ondulado
PVAd 4	Associação: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A proeminente textura franco-argiloarenosa cascalhenta/argila fase relevo suave ondulado + ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo moderadamente ondulado + LUVISSOLO HÁPLICO Órtico típico A proeminente textura argila fase relevo suave ondulado
MEk	CHERNOSSOLO EBÂNICO Carbonático vertissólico textura argila fase relevo suave ondulado
MEo	Associação: CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico típico textura muito argilosa fase relevo suave ondulado + VERTISSOLO EBÂNICO Carbonático chernossólico + PLANOSSOLO EBÂNICO Ta Eutrófico chernossólico
MTo	Associação: CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico fase relevo ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A moderado ambos textura argila fase relevo forte ondulado substrato basalto
GXbe	Associação: GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico A chernozêmico textura argila + PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico gleissólico A proeminente textura argila ambos fase relevo plano

Continua...

Tabela 6.3. Continuação.

Unidade de mapeamento	Descrição da classe de solo
LVd 1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A moderado textura argila fase relevo suave ondulado
LVd 2	Associação: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A proeminente textura argila + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico A moderado textura franco-argiloarenosa ambos fase relevo suave ondulado
TXo 1	LUVISSOLO HÁPLICO Órtico típico A proeminente textura argila fase relevo suave ondulado
TXo 2	Associação: LUVISSOLO HÁPLICO Órtico típico A proeminente textura argila fase relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico arênico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo moderadamente ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário A moderado textura francoarenosa fase relevo ondulado
RLm 1	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico textura franco-argiloarenosa cascalhenta fase pedregosa relevo suave ondulado substrato basalto
RLm 2	Associação: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico textura francoargilosa cascalhenta fase pedregosa relevo suave ondulado substrato basalto + CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico vertissólico textura argila fase relevo suave ondulado
RLdh	Associação: Neossolo LITÓLICO Distroúmbrico fragmentário textura franco-argiloarenosa fase pedregosa relevo suave ondulado + AFLORAMENTOS de ROCHA
RLd 1	Associação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico fase relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico fase relevo ondulado ambos A moderado textura arenosa substrato arenito + ARGISSOLO AMARELO Alítico típico A proeminente textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado
RLd 2	Associação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário textura francoarenosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico textura franco-argiloarenosa + NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico fragmentário textura franco-argiloarenosa todos A moderado fase relevo moderadamente ondulado
RLd 3	Associação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura francoarenosa cascalhenta fase relevo ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura francoarenosa cascalhenta/argila fase relevo suave ondulado
Rle 1	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A moderado textura argila fase relevo ondulado substrato basalto
Rle 2	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A moderado textura argila fase relevo forte ondulado substrato basalto
RRdh	NEOSSOLO RIGOLÍTICO Distroúmbrico típico textura franco-argiloarenosa fase pedregosa relevo suave ondulado
RQo	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A proeminente fase relevo plano
NVef	NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico A moderado textura muito argilosa fase relevo suave ondulado
SXe 1	PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo plano
SXe 2	PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico vertissólico A chernozêmico textura franco-argiloarenosa/argila fase relevo plano
SXe 3	PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo plano
SXe 4	Associação: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico A moderado textura argila ambos fase relevo plano
VXk	Associação: VERTISSOLO HÁPLICO Carbonático chernossólico textura muito argilosa fase relevo plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico textura francoargilosa fase relevo suave ondulado substrato basalto + CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico vertissólico textura argila fase relevo suave ondulado

Após a definição da legenda, as unidades de mapeamento de solos foram delimitadas com o auxílio de um programa de SIG, interpretando-se conjuntamente as informações coletadas em campo e as camadas de dados geoespaciais previamente sistematizadas. As coordenadas dos locais de observação em campo foram convertidas para uma camada vetorial de pontos, e as cartas temáticas de apoio foram escaneadas e georreferenciadas para facilitar a captura de anotações e de limites que haviam sido traçados durante o trabalho de campo. Os mapas de formas do terreno e de classes de declividade foram submetidos a uma tabulação cruzada para identificar combinações entre suas classes correspondentes a manchas de certos solos, semelhante ao efetuado por Sarmiento (2015) e Sarmiento et al. (2017). Da mesma forma, para auxiliar na interpretação, os dados de campo, os limites de vinhedos e as camadas de classes de declividades e formas do terreno também foram convertidos para o formato *Keyhole Markup Language* (KML) e carregados no programa Google Earth (Google, 2016), buscando-se aproveitar a disponibilidade de imagens de alta resolução espacial e a facilidade de criar visões 3D da paisagem.

A partir da interpretação integrada de todos os dados, as unidades de mapeamento de solos foram delineadas manualmente por meio de vetorização em tela, mantendo-se constante a escala de visualização (Figura 6.8A, 6.8B e 6.8C). Apesar de compreenderem nove áreas de levantamento separadas, os limites das unidades de mapeamento foram estruturados em SIG na forma de uma única camada vetorial de polígonos. Cada polígono recebeu como atributo a simbologia de identificação da respectiva unidade de mapeamento (Tabela 6.3). Essa camada foi depois empregada para elaborar os *layouts* dos mapas finais de solos (Figura 6.8D) para impressão na escala 1:50.000, para cada um dos 12 retângulos envoltivos anteriormente definidos.

Nos mapas para impressão, os polígonos das unidades de mapeamento foram preenchidos com as cores especificadas no SiBCS (Santos et al., 2013) para o segundo nível categórico, considerando-se a classe de solo dominante. Cada polígono também recebeu um rótulo de texto com a simbologia da respectiva unidade de mapeamento. Em seguida, foi sobreposto um sombreamento analítico do Modelo Digital do Terreno (MDT) em tons de cinza com 50% de transparência, introduzindo um efeito de iluminação às cores das unidades de mapeamento conforme a exposição solar das superfícies. O efeito do sombreamento torna a percepção da posição dos solos no relevo mais intuitiva, facilitando a leitura, interpretação e uso dos mapas. Por fim, acrescentou-se também o perímetro dos vinhedos, os pontos de observação dos solos em campo e feições relevantes do meio físico, além dos elementos cartográficos auxiliares usuais (Figuras 6.10, 6.12, 6.14, 6.16, 6.18, 6.21, 6.24, 6.26, 6.29, 6.31, 6.33 e 6.35).

Convém ressaltar que tanto a legenda da Tabela 6.3 quanto os mapas finais de solos na escala 1:50.000 (Figuras 6.10, 6.12, 6.14, 6.16, 6.18, 6.21, 6.24, 6.26, 6.29, 6.31, 6.33 e 6.35) contemplam toda a superfície dos retângulos envoltivos inicialmente definidos, de modo que alguns dos solos neles identificados e mapeados podem não ocorrer nos vinhedos, apenas na sua vizinhança. Por outro lado, há solos que foram identificados nas prospecções em campo em alguns vinhedos, mas que não puderam ser mapeados por sua área de ocorrência ser menor que a área mínima mapeável na escala em questão, razão pela qual também não constam na legenda. Os solos mais representativos identificados em vinhedos da área geográfica delimitada da IP Campanha Gaúcha são relacionados a seguir, por município, ordenados de Norte para Sul e de Oeste para Leste, conforme os retângulos previamente definidos para a elaboração dos mapas (Figura 6.2).

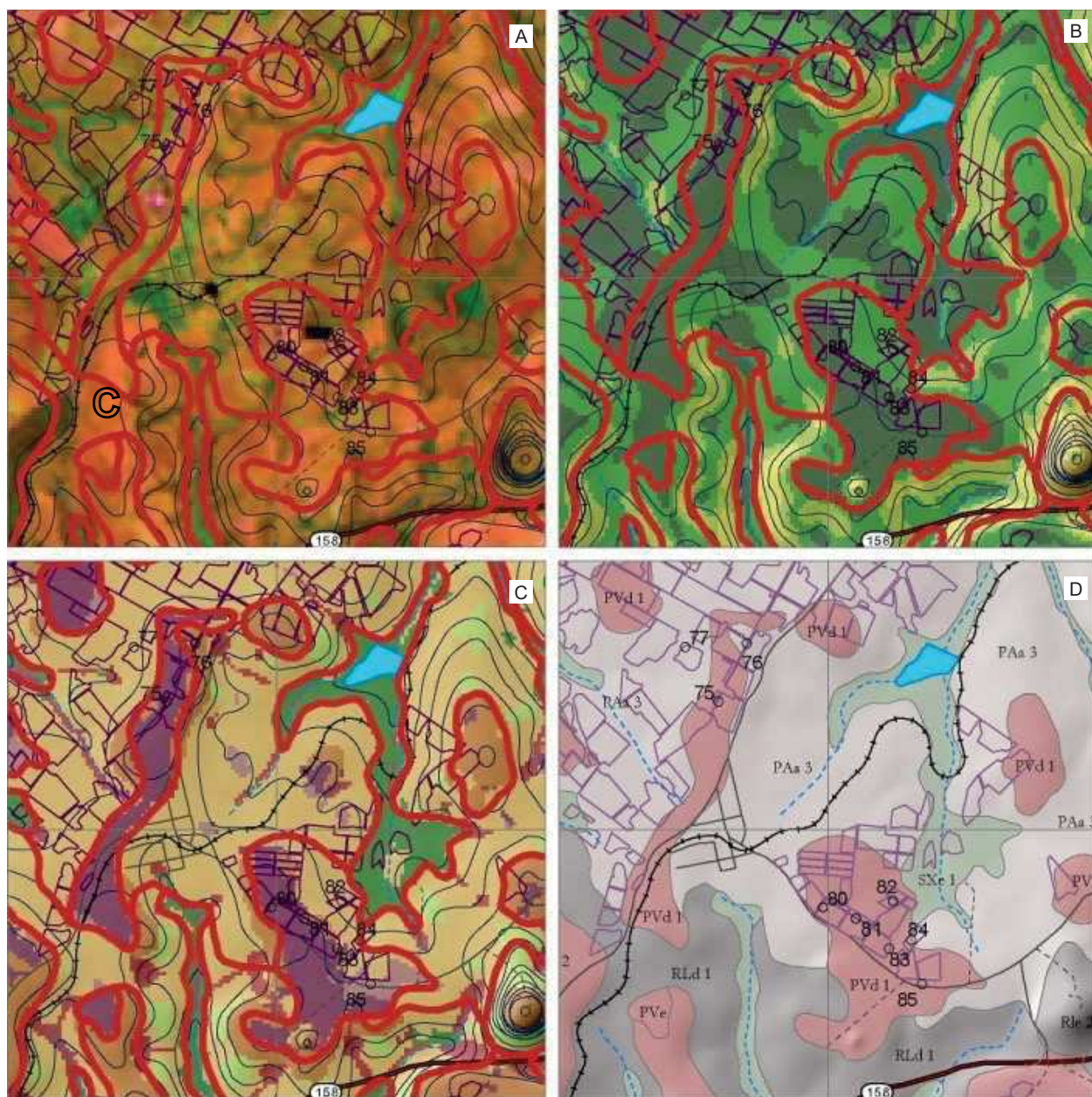


Figura 6.8. Exemplo de delineamento das unidades de mapeamento de solos sobre as cartas temáticas de apoio ao trabalho de campo com imagem Landsat (A), classes de declividade (B), formas do terreno (C), e mapa final de solos (D), mostrando limites de vinhedos e pontos de observação dos solos.

Município de Maçambará – Vinícola Campos de Cima

Os vinhedos da Vinícola Campos de Cima, no município de Maçambará, situam-se predominantemente sobre solos da classe Latossolo Vermelho Distrófico típico A moderado textura argila fase relevo suave ondulado (Figuras 6.9 e 6.10), que apresentam matiz 2,5 YR ou mais vermelhos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Uma porção menor situa-se sobre Gleissolo Háptico Tb Eutrófico típico A chernozêmico textura argila fase relevo plano, em áreas mais baixas. O Latossolo e o Gleissolo correspondem respectivamente à componente única da unidade de mapeamento “LVd 1” e à primeira componente da unidade de mapeamento “GXbe”. Há ainda uma pequena mancha de Neossolo Regolítico Eutrófico léptico A proeminente textura francoargilosa cascalhenta fase relevo plano próximo à sede, porém esses solos não foram mapeados devido à sua extensão ser muito reduzida para representação cartográfica na escala utilizada.



Foto: Eliseu José Weber

Figura 6.9. Ilustração de tradagem de Latossolo Vermelho Distrófico típico (Maçambará, 2015).

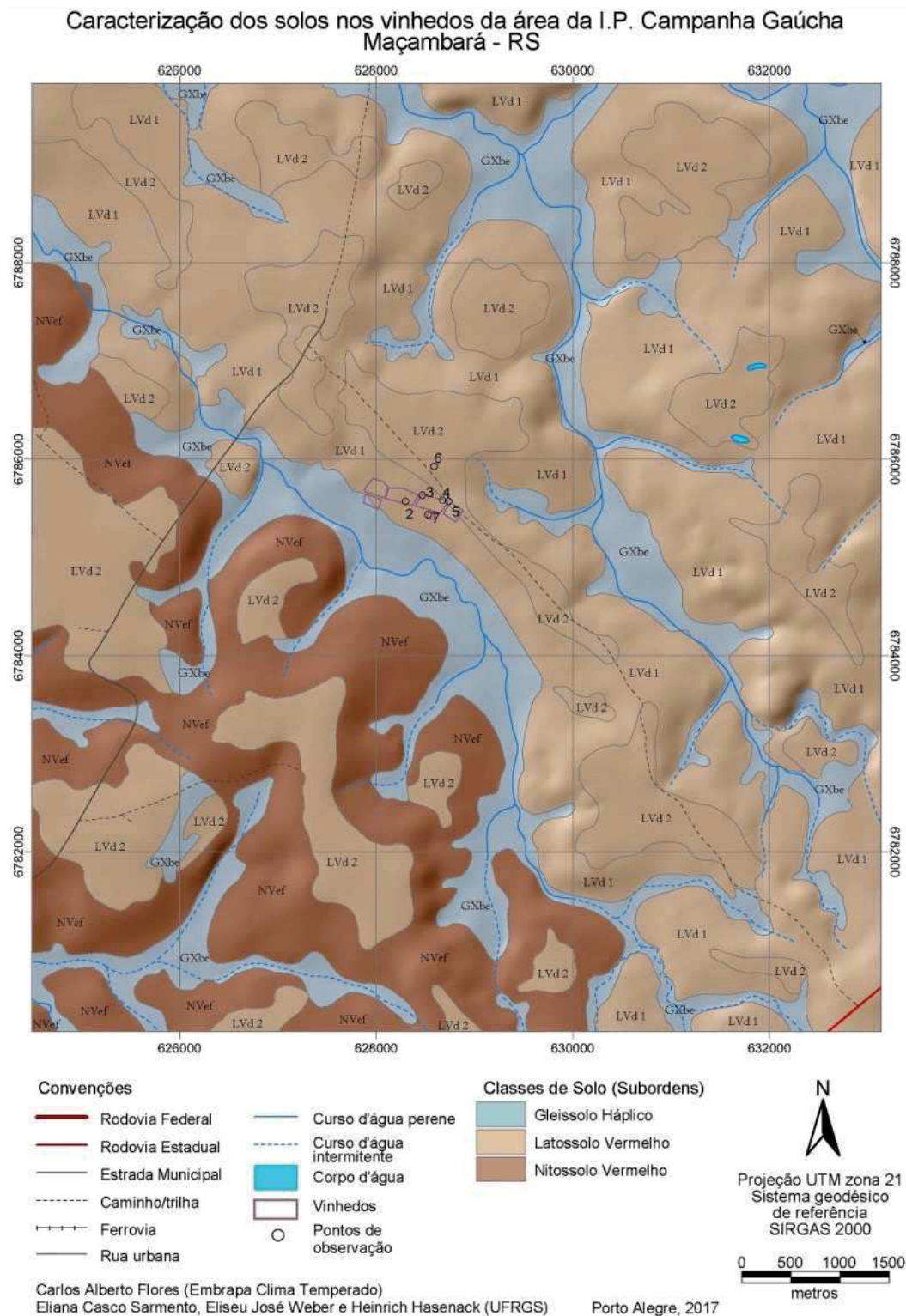


Figura 6.10. Solos mapeados nos vinhedos da vinícola Campos de Cima e entorno, Maçambará, Rio Grande do Sul.

Município de Uruguaiana – Brilia Empreendimentos Ltda. (Bodega Sossego)

Os vinhedos da Bodega Sossego, no município de Uruguaiana, situam-se principalmente sobre solos da classe Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico textura francoargilosa cascalhenta fase pedregosa relevo suave ondulado (Figuras 6.11 e 6.12). Estes solos são representados nas unidades de mapeamento “RLm 1” e “RLm 2”, respectivamente como componente única e como componente dominante. São solos com saturação por bases alta ($V \geq 50\%$), com horizonte A proeminente ou hístico assentado diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalho, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo. Admitem um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

Na área também ocorrem solos da classe Chernossolo Háplico Órtico vertissólico textura argila fase relevo suave ondulado, que correspondem à segunda componente da unidade de mapeamento “RLm 2”. Estes solos são constituídos por material mineral que apresenta horizonte A chernozêmico seguido por horizonte B incipiente ou B textural, em todos os casos com argila de atividade alta e saturação por bases alta (exclusive Vertissolo); ou horizonte cálcico, petrocálcico ou caráter carbonático coincidindo com horizonte A chernozêmico e/ou com horizonte C, admitindo-se, entre os dois, horizonte Bi com espessura < 10 cm; ou contato lítico desde que o horizonte A chernozêmico contenha 150 g kg^{-1} de solo ou mais de carbonato de cálcio equivalente. Estas duas classes de solos apresentam alta fertilidade e drenagem restrita.



Foto: Carlos Alberto Flores

Figura 6.11. Ilustração da ocorrência de Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico (Uruguaiana, RS, 2015).

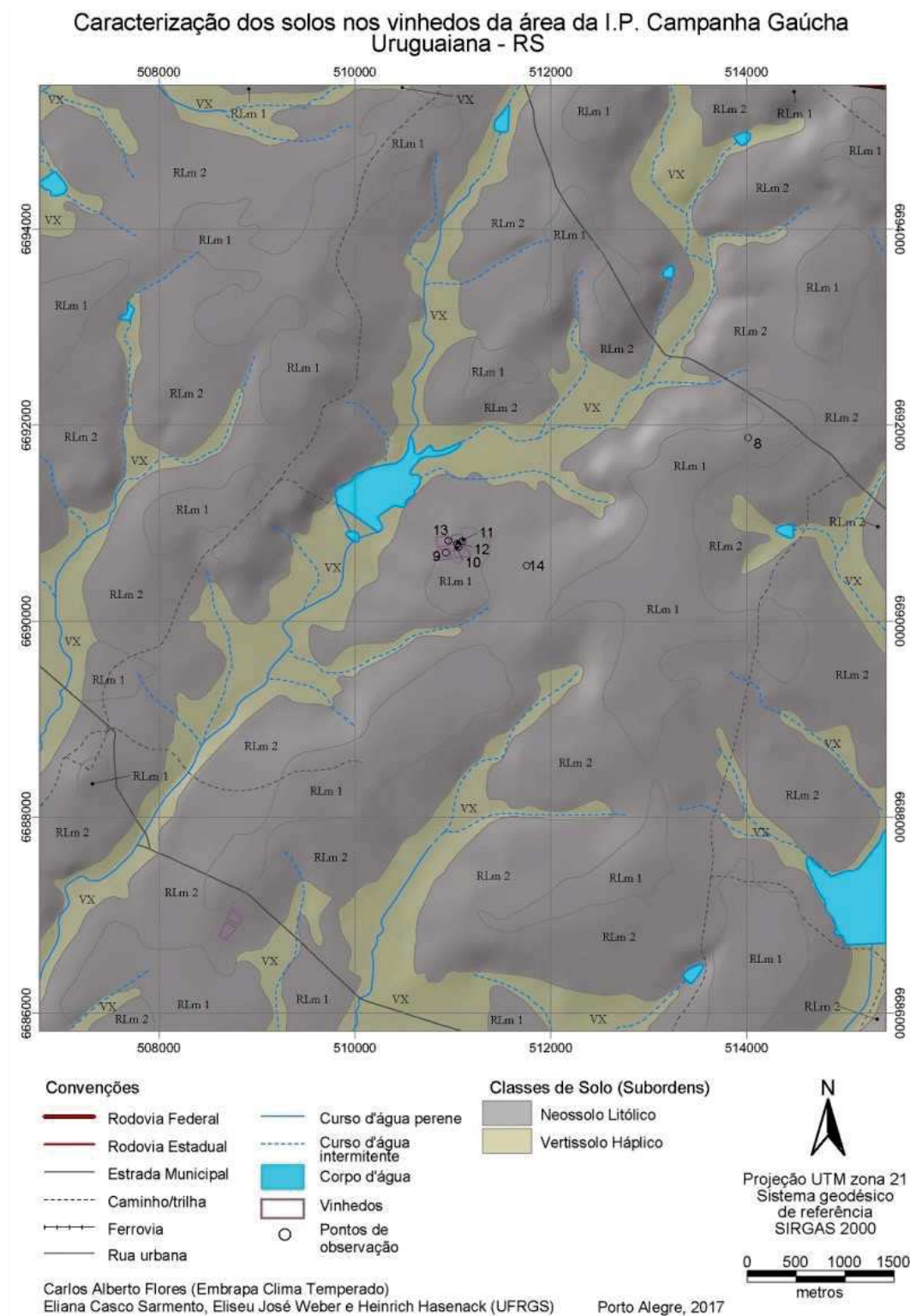


Figura 6.12. Solos mapeados nos vinhedos da Brilia Empreendimentos Ltda. (Bodega Sossego) e entorno, Uruguiana, Rio Grande do Sul.

Município de Rosário do Sul – Pomar Arerunguá Ltda. (Routhier & Darricarrère)

Os vinhedos da Pomar Arerunguá (Routhier & Darricarrère), no município de Rosário do Sul, situam-se predominantemente sobre solos da classe Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado (Figuras 6.13 e 6.14). O termo “Argissolo” deriva da presença de um horizonte subsuperficial mais argiloso no perfil. São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural (Bt) imediatamente abaixo dos horizontes A ou E, com argila de atividade baixa ou argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B. São geralmente profundos a muito profundos, variando de bem drenados a imperfeitamente drenados, com uma sequência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C.

Esses solos, nos vinhedos da Pomar Arerunguá (Routhier & Darricarrère), correspondem à componente única da unidade de mapeamento “PVAd 1”, e suas cores vermelhas e vermelho-amarelas, com matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA), indicam ambientes de boa drenagem. Cores bruno-acinzentadas e acinzentadas, ao contrário, indicam solos com drenagem moderada ou imperfeita que os mantêm saturados com água em determinados períodos do ano, proporcionando ambiente anaeróbico prejudicial ao desenvolvimento da videira. Porções bastante reduzidas dos vinhedos situam-se sobre Argissolos Vermelhos Distróficos, que correspondem à componente única da unidade de mapeamento “PVd 1”.



Figura 6.13. Ilustração de tradagem de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Rosário do Sul, RS, 2015).

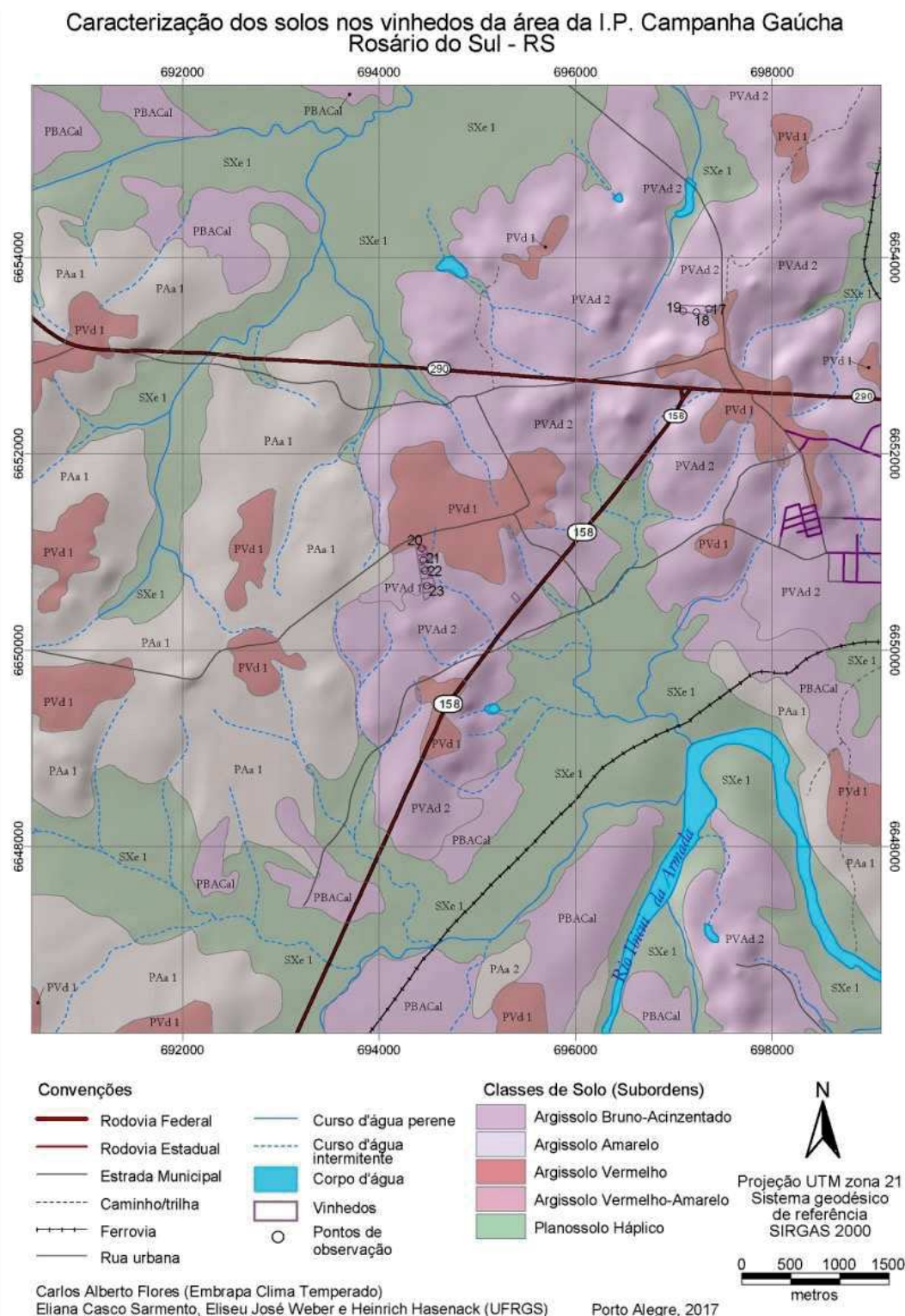


Figura 6.14. Solos mapeados nos vinhedos da Pomar Arerungá Ltda. (Routhier & Darricarrère) e entorno, Rosário do Sul, Rio Grande do Sul.

Município de Rosário do Sul – Rio Velho Vitivinicultura Ltda.

Os vinhedos da Rio Velho, no município de Rosário do Sul, apresentam situações diferentes conforme sua localização. Aqueles situados a oeste do curso do rio Santa Maria encontram-se predominantemente sobre solos da classe Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado (Figuras 6.15 e 6.16). Uma pequena porção desses vinhedos está ainda sobre Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abruptico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo moderadamente ondulado. Esses solos correspondem respectivamente à primeira e segunda componente da unidade de mapeamento “PVA_d 2”. Já os vinhedos situados a leste do rio Santa Maria situam-se sobre solos da classe Argissolo Amarelo Alítico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo moderadamente ondulado. Estes solos apresentam altos teores de alumínio trocável ao longo do perfil e drenagem restrita, e correspondem à componente única da unidade de mapeamento “PA_a 2”.



Foto: Carlos Alberto Flores

Figura 6.15. Ilustração de tradagem de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Rosário do Sul, RS, 2015).

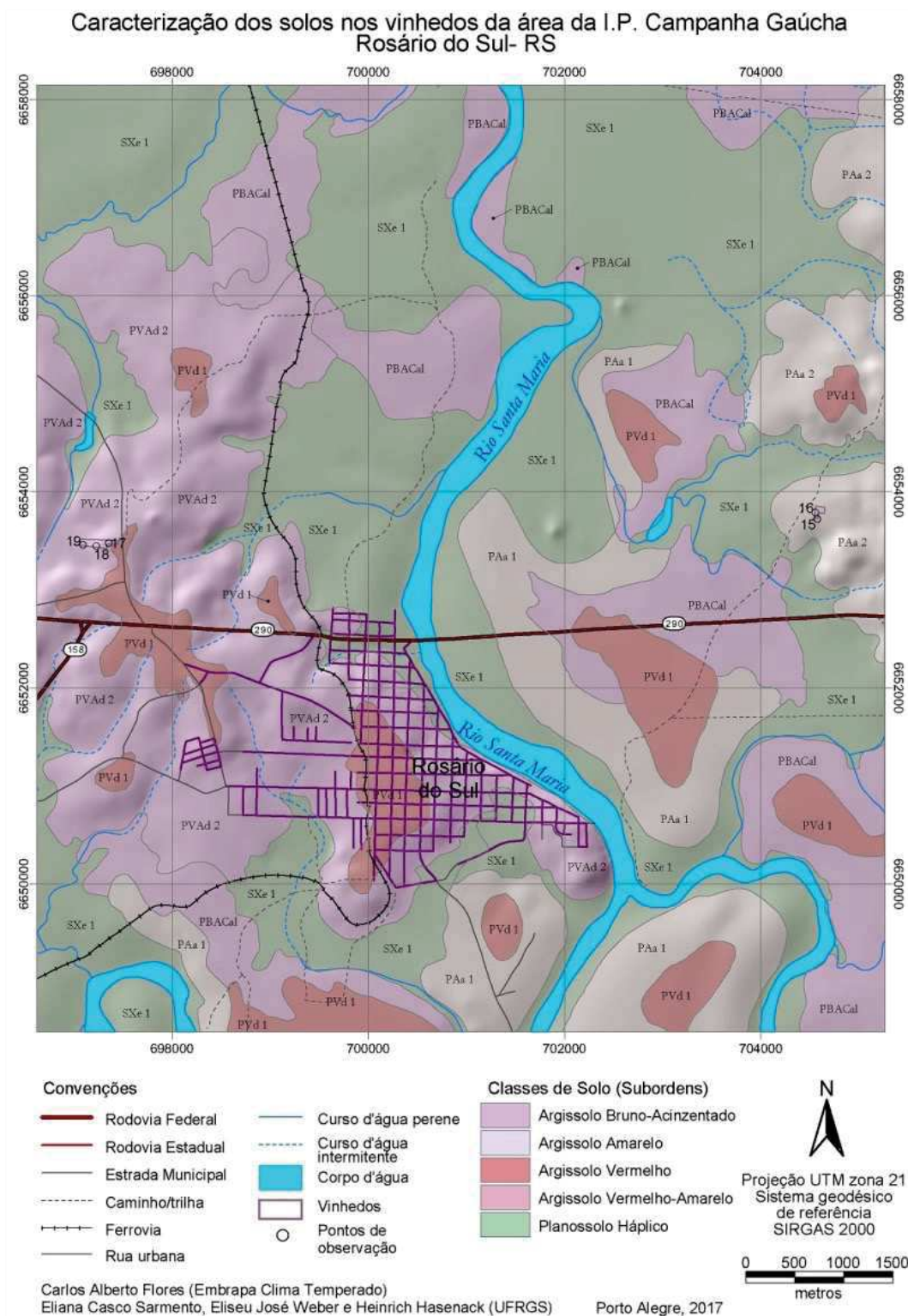


Figura 6.16. Solos mapeados nos vinhedos da Rio Velho Vitivinicultura Ltda. e entorno, Rosário do Sul, Rio Grande do Sul.

Município de Sant'Ana do Livramento – Cooperativa Vinícola Nova Aliança Ltda.

Os vinhedos da Cooperativa Vinícola Nova Aliança, no município de Sant'Ana do Livramento situam-se predominantemente sobre solos das classes Argissolo Vermelho Distrófico arênico A moderado textura francoarenosa/franco-argiloarenosa fase relevo suave ondulado (Figuras 6.17 e 6.18) e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abruptico A moderado textura francoarenosa/franco-argiloarenosa fase relevo suave ondulado, com pequenas áreas de Neossolo Quartzarênico Órtico típico A moderado fase relevo suave ondulado (Figura 6.19). Os dois Argissolos correspondem respectivamente às componentes únicas das unidades de mapeamento “PVd 1” e “PVd 2”. O Neossolo não foi mapeado devido à sua extensão ser muito reduzida para representação cartográfica na escala utilizada.

O primeiro Argissolo apresenta matiz 2,5YR ou mais vermelho ou matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4, na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA), enquanto o segundo apresenta cores mais amareladas. Ambos ocorrem nas porções superiores do relevo, enquanto o Neossolo Quartzarênico ocorre nas partes mais baixas, provavelmente em decorrência do processo erosivo favorecido pelo manejo do solo ao longo do tempo. Em virtude de sua característica textural (muito arenosos), estes solos apresentam uma forte restrição hídrica natural, a qual se acentua em anos de *La Niña*.



Foto: Eliseu José Weber

Figura 6.17. Ilustração de tradagem de Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Sant'Ana do Livramento, RS, 2015).

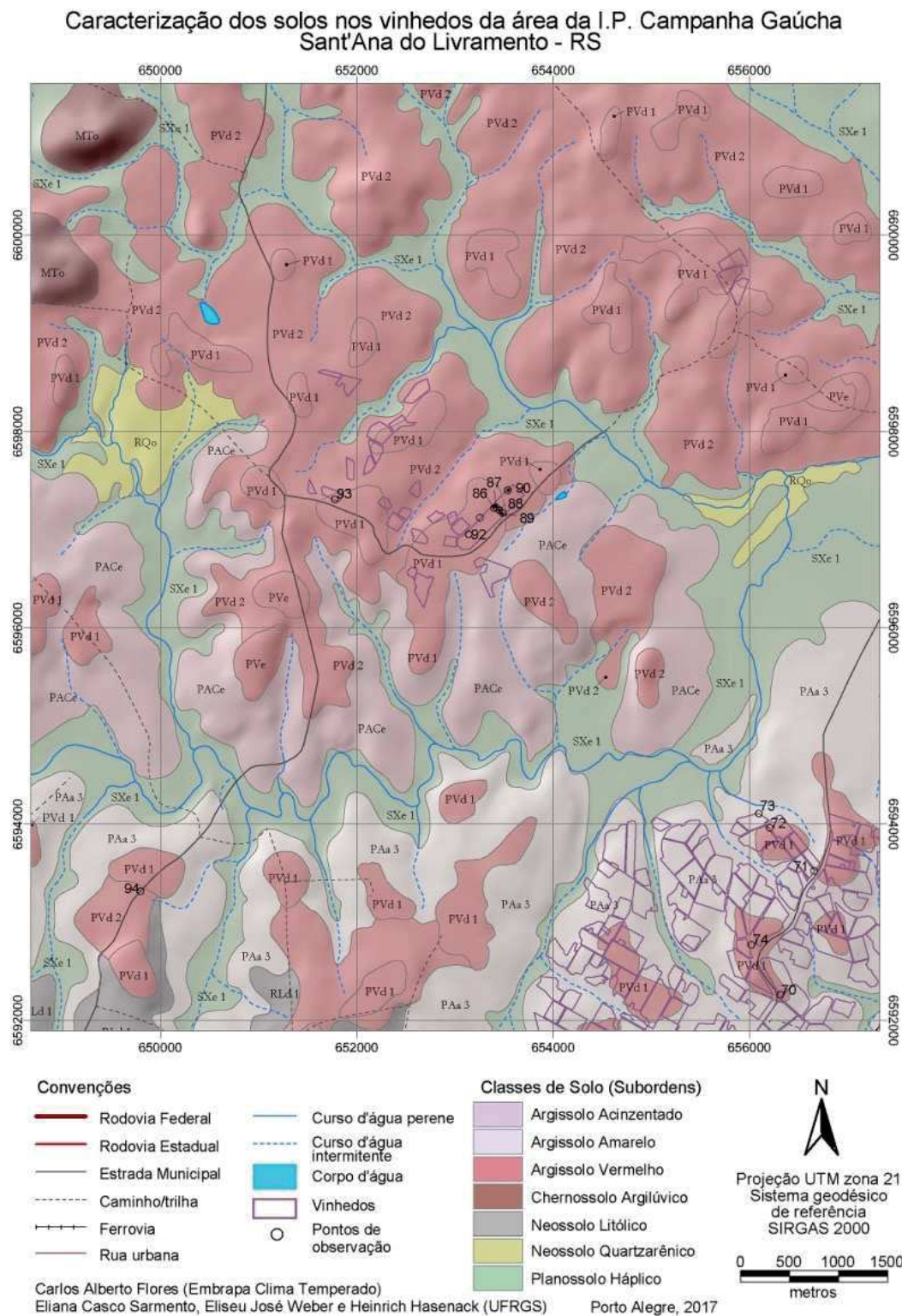


Figura 6.18. Solos mapeados nos vinhedos da Cooperativa Vinícola Nova Aliança Ltda. e entorno, Sant'Ana do Livramento, Rio Grande do Sul.



Foto: Carlos Alberto Flores

Figura 6.19. Perfil de Neossolo Quartzarênico Órtico típico em trincheira (Sant’Ana do Livramento, RS, 2015).

Município de Sant’Ana do Livramento – Vinícola Almadén Ltda.

Os vinhedos da Vinícola Almadén, no município de Sant’Ana do Livramento, situam-se predominantemente sobre solos da classe Argissolo Amarelo Alítico típico A proeminente textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado, além de Argissolo Vermelho Distrófico arênico A moderado textura francoarenosa/franco-argiloarenosa fase relevo suave ondulado (Figuras 6.20 e 6.21), que apresenta matiz 2,5YR ou mais vermelhos ou matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4 na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Esses solos correspondem respectivamente à primeira componente da unidade de mapeamento “PAa 3” e à componente única da unidade de mapeamento “PVd 1”. Há ainda pequenas áreas de Neossolo Litólico Distrófico típico A moderado textura arenosa fase relevo suave ondulado, que correspondem à componente dominante da unidade de mapeamento “RLd 1”.

Foto: Carlos Alberto Flores



Figura 6.20. Perfil de Argissolo Vermelho Distrófico arênico em trincheira (Sant'Ana do Livramento-RS, 2015).

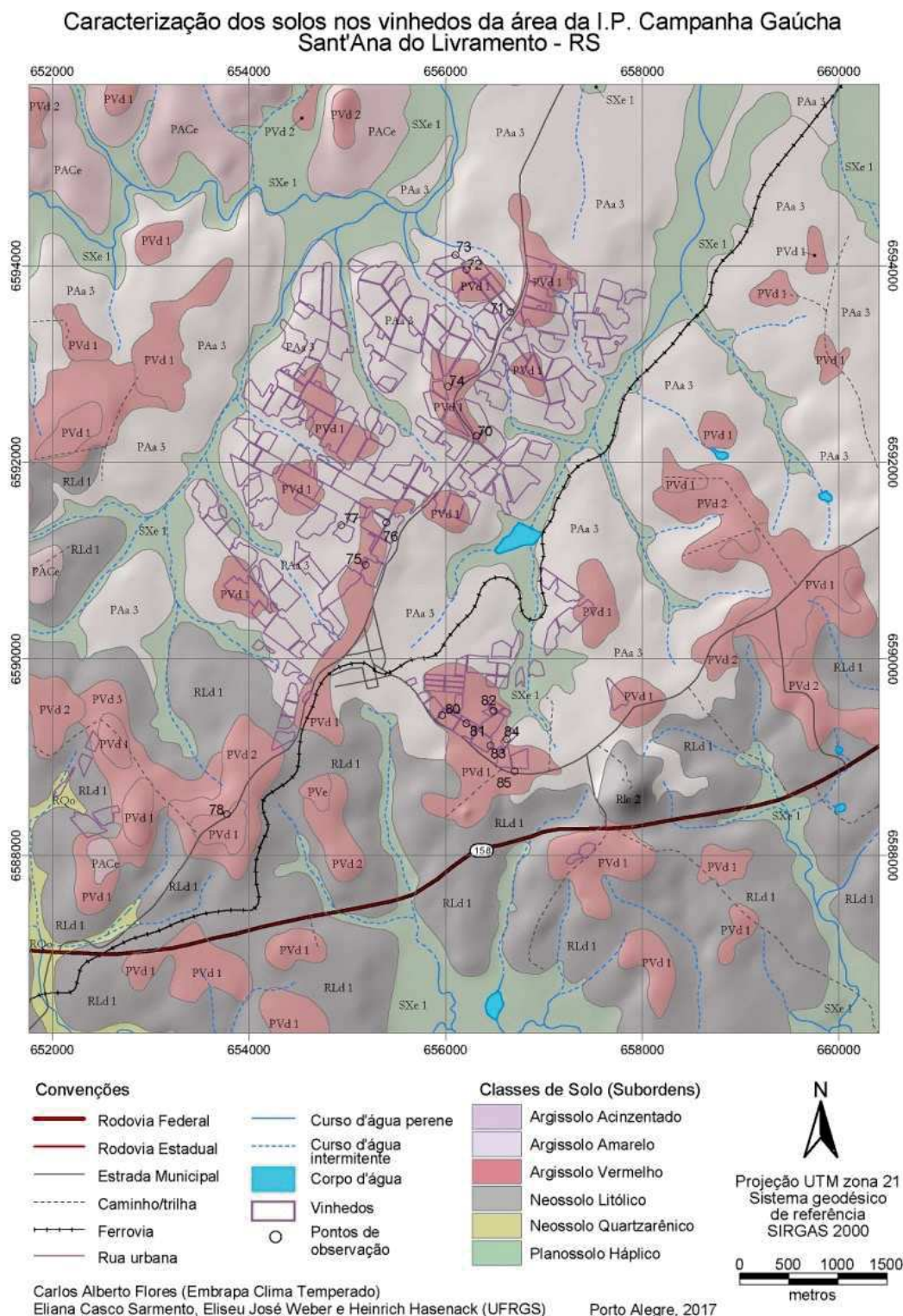


Figura 6.21. Solos mapeados nos vinhedos da Vinícola Almadén Ltda. e da Vitivinícola Cordilheira de Sant'Ana Ltda. e entorno, Sant'Ana do Livramento, Rio Grande do Sul.

Município de Sant'Ana do Livramento – Vitivinícola Cordilheira de Sant'Ana Ltda.

Os vinhedos da Vitivinícola Cordilheira de Sant'Ana, no município de Sant'Ana do Livramento (Figura 6.21), situam-se predominantemente sobre solos da classe Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Figura 6.22), que apresentam matiz 2,5YR ou mais vermelhos ou com matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4 na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA), e pequena proporção sobre Argissolo Amarelo Alítico típico, que apresenta matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Esses solos correspondem, respectivamente, à componente única da unidade de mapeamento “PVd 1” e à primeira componente da unidade de mapeamento “PAa 3”. Pequena porção dos vinhedos pode situar-se ainda sobre Planossolo Háplico Eutrófico arênico, que corresponde à componente única da unidade de mapeamento “SXe 1”.

Foto: Eliana Casco Sarmento



Figura 6.22. Ilustração de tradagem de Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Sant'Ana do Livramento, RS, 2015)

Município de Sant’Ana do Livramento – Vinícola Salton S.A.

Os vinhedos da Vinícola Salton, no município de Sant’Ana do Livramento, situam-se predominantemente sobre solos da classe Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Figuras 6.23 e 6.24) e abrupto, que apresentam matiz 2,5YR ou mais vermelhos ou matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4, na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Estes solos e suas variações estão representados respectivamente nas unidades de mapeamento “PVd 1” e “PVd 2”, aparecendo em ambas como componente única.

Porções menores dos vinhedos situam-se também sobre Argissolo Vermelho Eutrófico arênico e Neossolo Quartzarênico Órtico típico, delineados respectivamente nas unidades de mapeamento “PVe” e “RQo”, nas quais figuram como componente única. Cores vermelhas e vermelho-amarelas indicam ambientes de boa drenagem, enquanto cores bruno-acinzentadas e acinzentadas indicam solos com drenagem moderada ou imperfeita que os mantém saturados com água em alguns períodos do ano, proporcionando ambiente anaeróbico prejudicial ao desenvolvimento da videira. Disso resulta um maior encharcamento do solo em períodos de chuva prolongada, sobretudo em anos de “El Niño”.



Foto: Eliana Casco Sarmiento

Figura 6.23. Ilustração de tradagem de Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Sant’Ana do Livramento, RS, 2015).

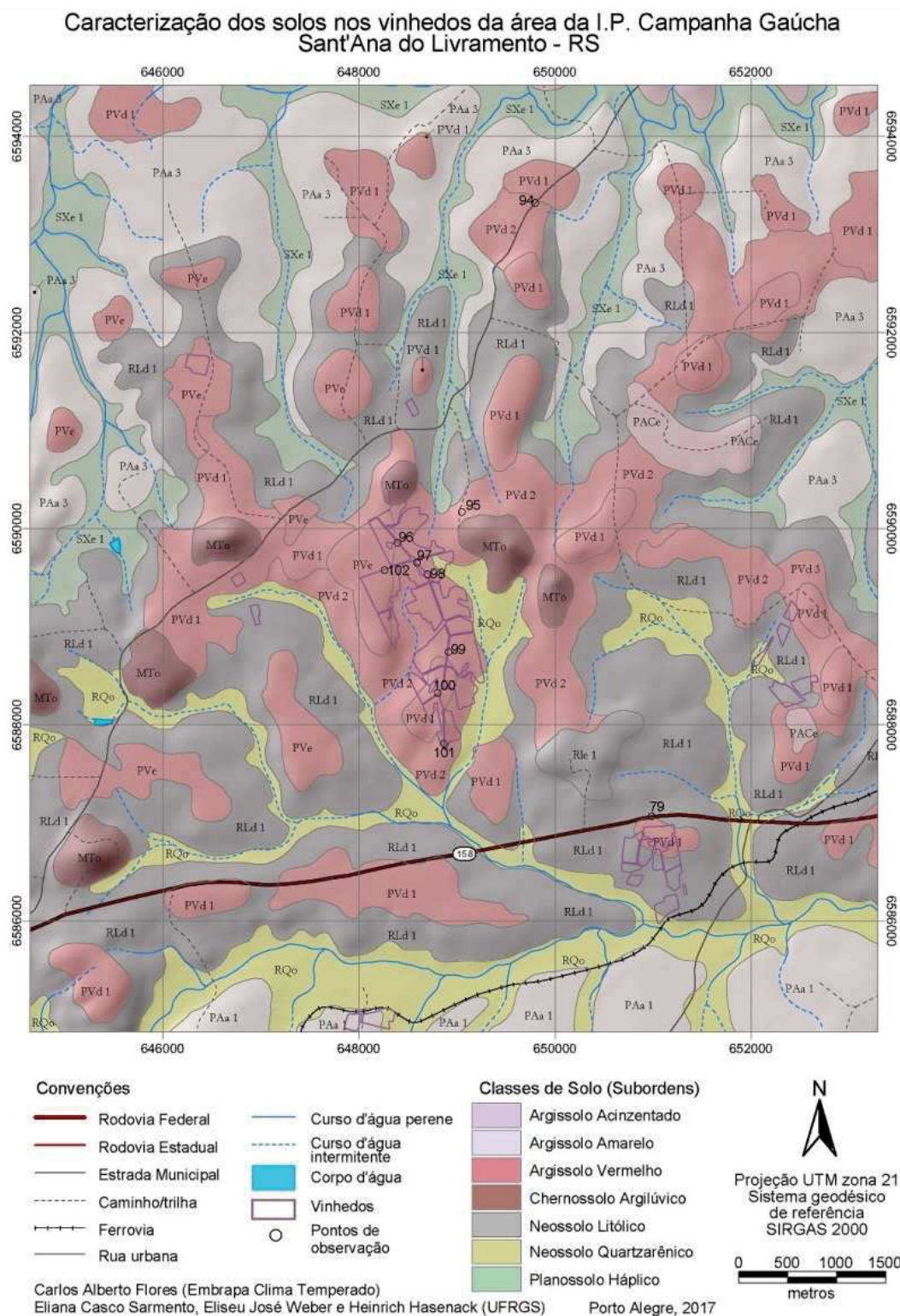


Figura 6.24. Solos mapeados nos vinhedos da Vinícola Salton S.A. e entorno, Sant'Ana do Livramento, Rio Grande do Sul.

Município de Dom Pedrito – Dunamis Vinhos e Vinhedos Ltda.

Os vinhedos da Dunamis, no município de Dom Pedrito, situam-se em solos da classe Argissolo Vermelho Eutrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado (Figuras 6.25 e 6.26), que apresenta matiz 2,5YR ou mais vermelho, ou matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4, na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA), e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico e abrupto A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado, que apresenta cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas. O primeiro Argissolo corresponde à componente única da unidade de mapeamento “PVd 3”, enquanto os outros dois ocorrem como primeira e como segunda componente da unidade de mapeamento “PVAd 2”, diferenciando-se apenas pela mudança textural (típico ou abrupto).

As principais características químicas desses Argissolos referem-se à baixa fertilidade natural (“distróficos”), forte acidez e, em alguns casos, alta saturação por alumínio (“alíticos” e “alumínicos”). Argissolos com caráter alítico necessitam de mais corretivo que aqueles com caráter alumínico para uma mesma saturação de alumínio, por apresentarem atividade de argila mais elevada ($Ta \geq 20 \text{ cmol}_c/\text{kg}$). Isto se deve ao fato da acidez potencial ser definida pelo próprio alumínio extraível e pelos teores de argila e de matéria orgânica.



Foto: Carlos Alberto Flores

Figura 6.25. Ilustração de perfil de Argissolo Vermelho Eutrófico típico (Dom Pedrito, RS, 2015).

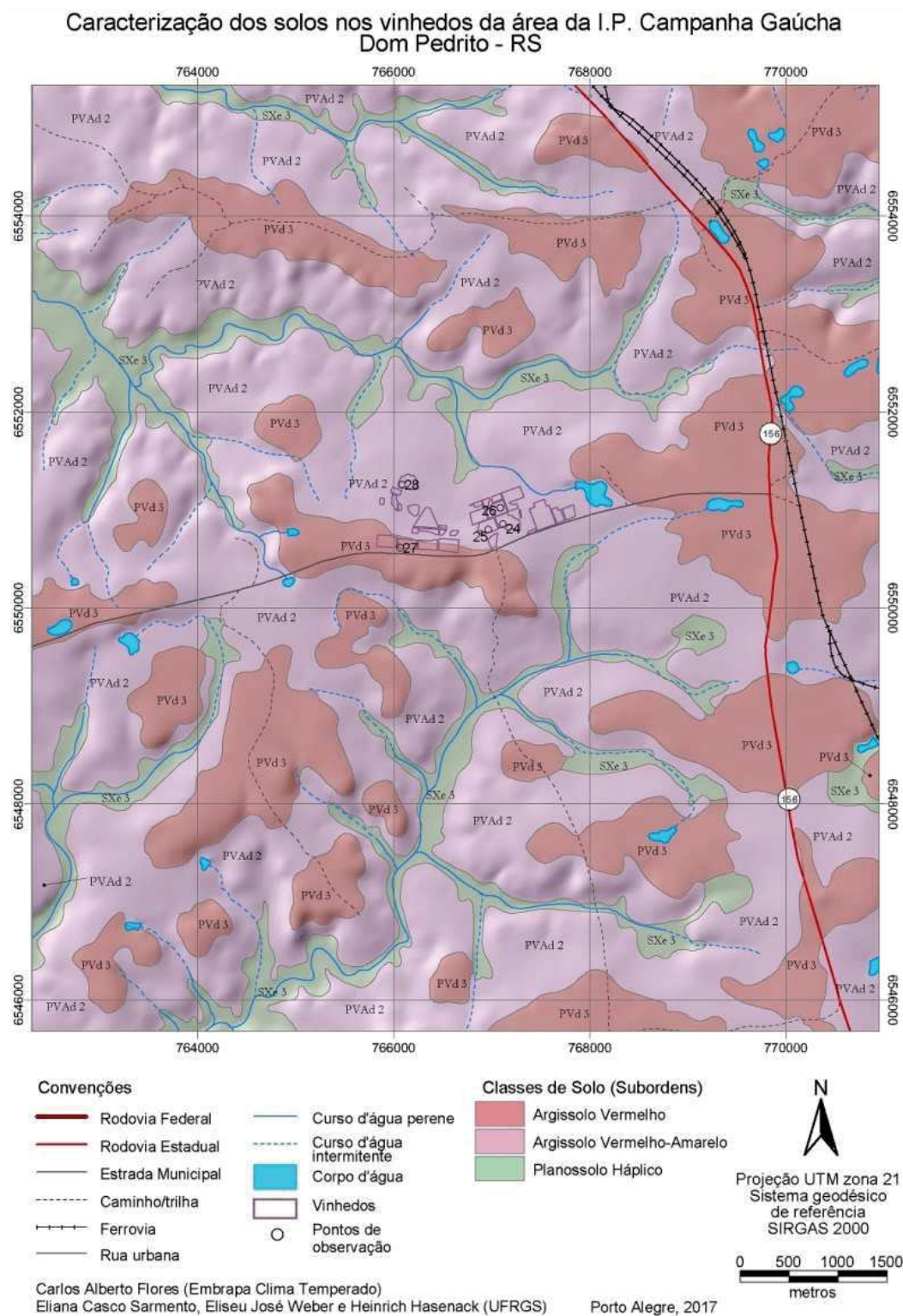


Figura 6.26. Solos mapeados nos vinhedos da Dunamis Vinhos e Vinhedos Ltda. e Rigo Vinhedos Indústria de Vinhos Nobres Ltda. e entorno, Dom Pedrito, Rio Grande do Sul.

Município de Dom Pedrito – Rigo Vinhedos Indústria de Vinhos Nobres Ltda.

Os vinhedos da Rigo, no município de Dom Pedrito (Figura 6.26), situam-se predominantemente sobre solos da classe Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado (Figura 6.27). Estes solos apresentam matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA), e correspondem à primeira componente da unidade de mapeamento “PVAd 2”.

Há ainda pequenas porções sobre Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico petroplântico textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado, que apresenta caracteres concrecionário e/ou litoplântico ou horizontes concrecionários e/ou litoplântico em posição não diagnóstica para Plintossolo Pétrico dentro de 150 cm da superfície do solo, além de Argissolo Bruno-Acinzentado Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo moderadamente ondulado, que ocorre associado ao anterior. Ambos os solos apresentam superfície muito reduzida para representação cartográfica na escala utilizada, mas o último também é encontrado em outros vinhedos da IP Campanha Gaúcha como segunda componente da unidade de mapeamento “PVAd 3”. De qualquer forma, todos esses solos apresentam certo grau de deficiência de drenagem interna no perfil e baixa fertilidade natural.



Foto: Eliseu José Weber

Figura 6.27. Ilustração de tradagem de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Dom Pedrito, RS, 2015).

Município de Dom Pedrito – Guatambu Industria e Comércio Ltda.

Os vinhedos da Guatambu, no município de Dom Pedrito, situam-se predominantemente sobre solos da classe Luvissolo Háplico Órtico típico (Figuras 6.28 e 6.29). O termo Luvissolo significa acumulação subsuperficial de argila. São solos constituídos por material mineral, apresentando um horizonte B textural com argila de atividade alta ($CTC \geq 27 \text{ cmol}_c/\text{kg}$) e saturação por bases alta ($\geq 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A (exceto A chernozêmico) ou sob horizonte E.

Os Luvissolos nos vinhedos da Guatambú apresentam-se pouco profundos, imperfeitamente drenados, com sequência de horizontes A-Bt-C. Possuem alta fertilidade natural e ocorrem em relevo que vai desde suave ondulado até ondulado. Por apresentarem argilas expansivas (es-mectitas) na sua constituição, têm alta susceptibilidade à erosão e baixa condutividade hidráulica, dificultando o manejo e exigindo práticas conservacionistas intensivas. Estes solos correspondem à componente única da unidade de mapeamento “TXo 1” e à terceira componente da unidade de mapeamento “PVA 4”.

Com extensão também relevante são ainda encontrados Planossolos Háplicos Eutróficos, nas partes mais abaciadas do relevo, e pequenas áreas de Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, em posição mais elevada da paisagem. Esses Planossolos e Argissolos correspondem respectivamente à componente única da unidade de mapeamento “SXE 2” e à primeira componente da unidade de mapeamento “PVA 4”.



Figura 6.28. Perfil de Luvissolo Háplico Órtico típico em corte de estrada (Dom Pedrito, RS, 2015).

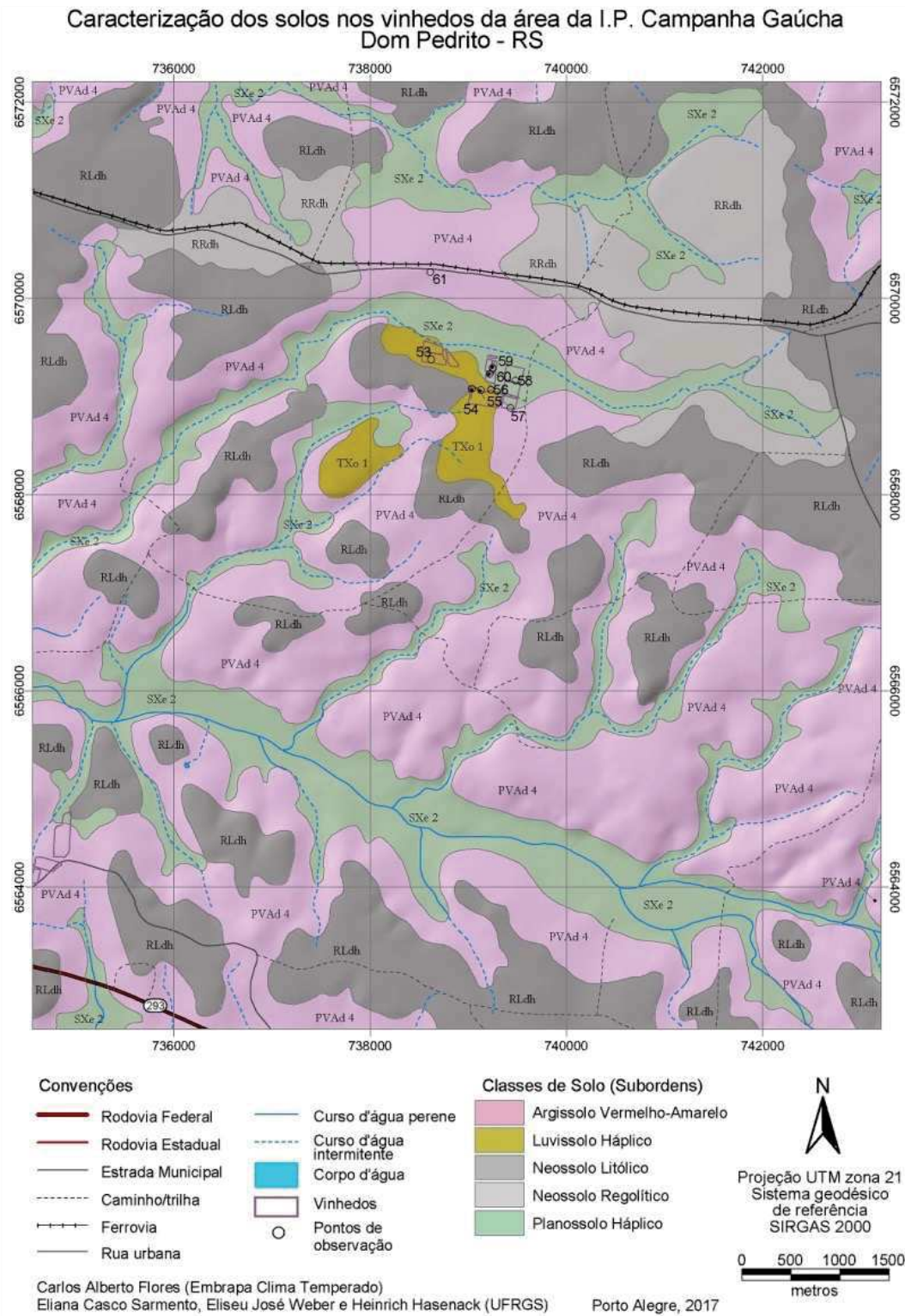


Figura 6.29. Solos mapeados nos vinhedos da Guatambu Industria e Comércio Ltda. e entorno, Dom Pedrito, Rio Grande do Sul.

Município de Bagé – Vinícola Peruzzo Ltda.

Os vinhedos da Vinícola Peruzzo, no município de Bagé, se situam predominantemente sobre solos da classe Luvissolo Háplico Órtico típico (Figuras 6.30 e 6.31). Esses solos apresentam sequência de horizontes e características físicas e químicas são semelhantes àqueles encontrados em uma porção dos vinhedos da Guatambu, porém sua ocorrência na paisagem em torno da Vinícola Peruzzo é muito mais abundante. Eles correspondem à componente única da unidade de mapeamento “TXo 1” e à terceira componente da unidade de mapeamento “PVAd 4”. Com menor extensão, ocorrem também solos da classe Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico em associação com Argissolo Bruno-Acinzentado Distrófico típico, os quais correspondem, respectivamente, à componente dominante e à segunda componente da unidade de mapeamento “PVAd 3”.

Foto: Carlos Alberto Flores



Figura 6.30. Perfil de Luvissolo Háplico Órtico típico, exposto em corte de estrada (Bagé, RS, 2015).

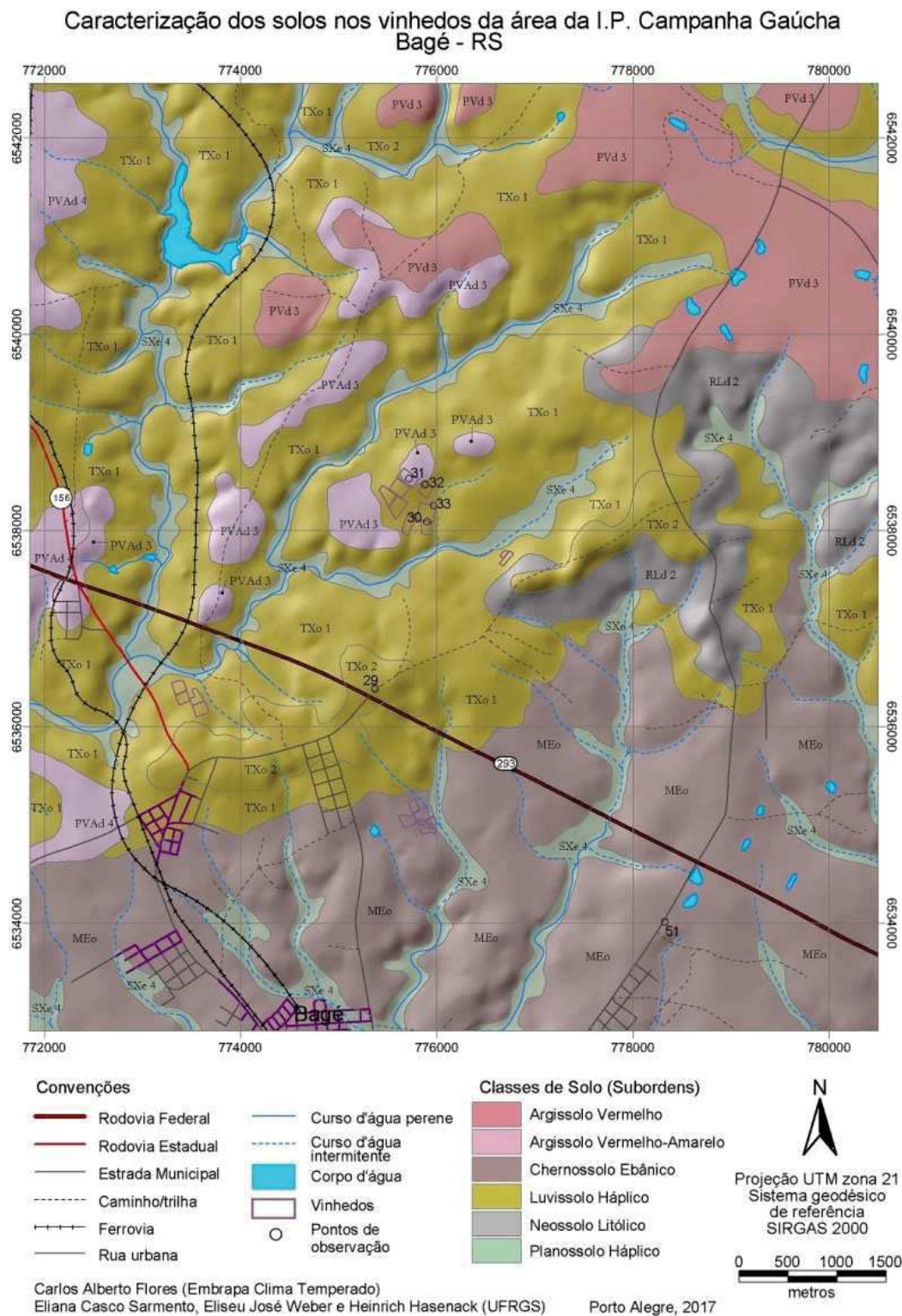


Figura 6.31. Solos mapeados nos vinhedos da Vinícola Peruzzo Ltda. e entorno, Bagé, Rio Grande do Sul.

Município de Bagé – Vinhedos Don Thomaz y Victória

Os Vinhedos Don Thomaz y Victória, no município de Bagé, situam-se predominantemente sobre solos da classe Argissolo Vermelho Distrófico abrupto (Figuras 6.32 e 6.33), que apresentam matiz 2,5YR ou mais vermelhos ou com matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4, na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Esses Argissolos são geralmente profundos a muito profundos, variando de bem drenados a imperfeitamente drenados, com uma sequência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C. Suas principais características químicas são a baixa fertilidade natural (distróficos), forte acidez e, em alguns casos, alta saturação por alumínio (“alíticos” e “alumínicos”). Eles correspondem à componente única da unidade de mapeamento “PVd 3”.

Foto: Eliana Casco Sarmento



Figura 6.32. Ilustração de tradagem de Argissolo Vermelho Distrófico abrupto (Bagé, RS, 2015).

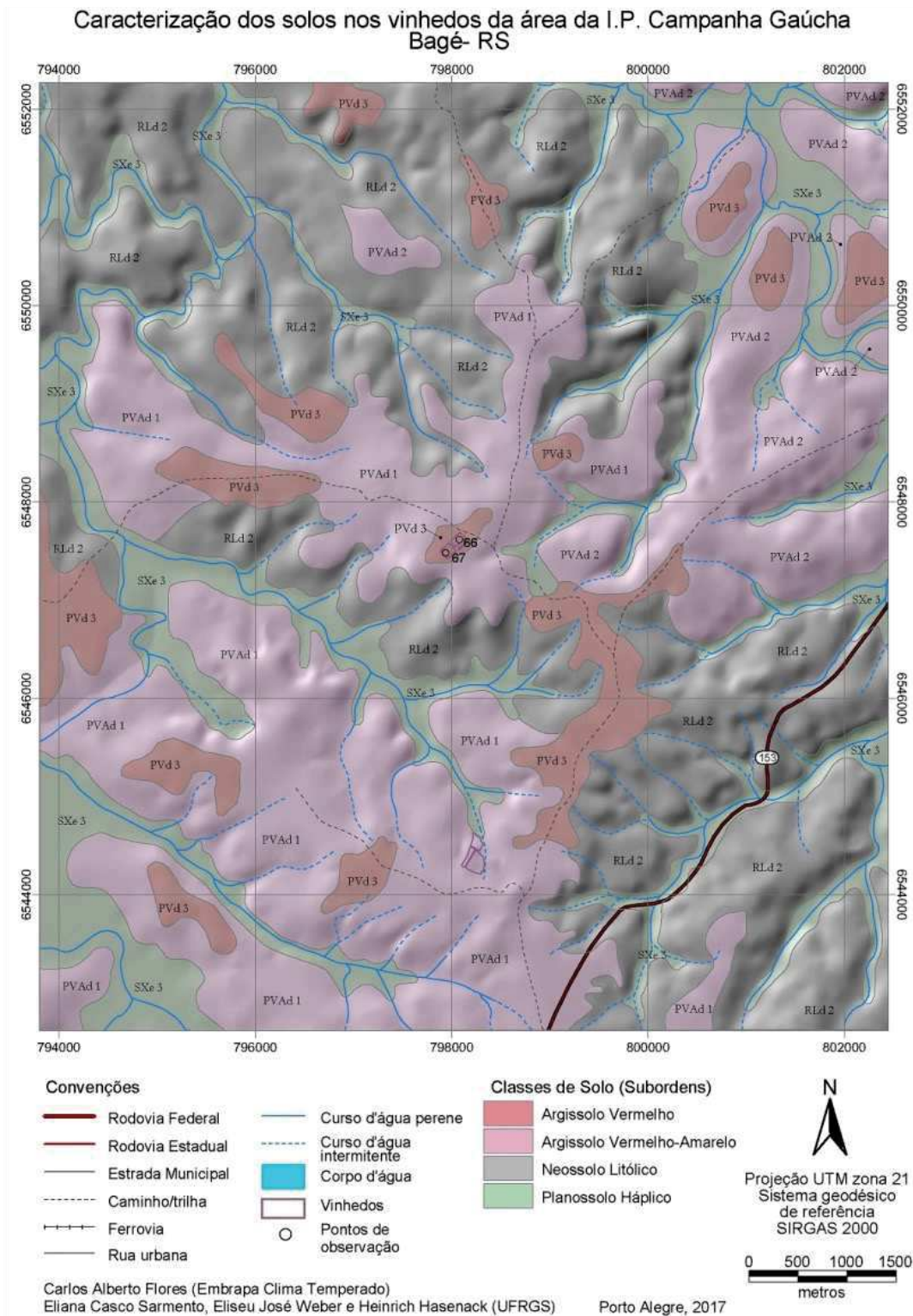


Figura 6.33. Solos mapeados nos vinhedos da Vinhedos Don Thomaz y Victória e entorno, Bagé, Rio Grande do Sul.

Município de Candiota – Batalha Comercial de Vinhos Ltda.

Os vinhedos da Batalha Comercial de Vinhos, no município de Candiota, situam-se sobre solos da classe Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado. Suas cores são vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (Figuras 6.34 e 6.35), são de fertilidade natural baixa (distróficos), profundos e bem drenados. Entretanto, alguns perfis apresentam o caráter abrupto, que lhes confere alta suscetibilidade à erosão, requerendo manejo conservacionista de solo e de água. Os Argissolos encontrados nos vinhedos da Batalha Comercial de Vinhos correspondem à primeira componente da unidade de mapeamento “PVAd 2”.

Foto: Carlos Alberto Flores



Figura 6.34. Ilustração de perfil de Argissolo Vermelho Distrófico abrupto, exposto em corte de estrada (Candiota, RS, 2015).

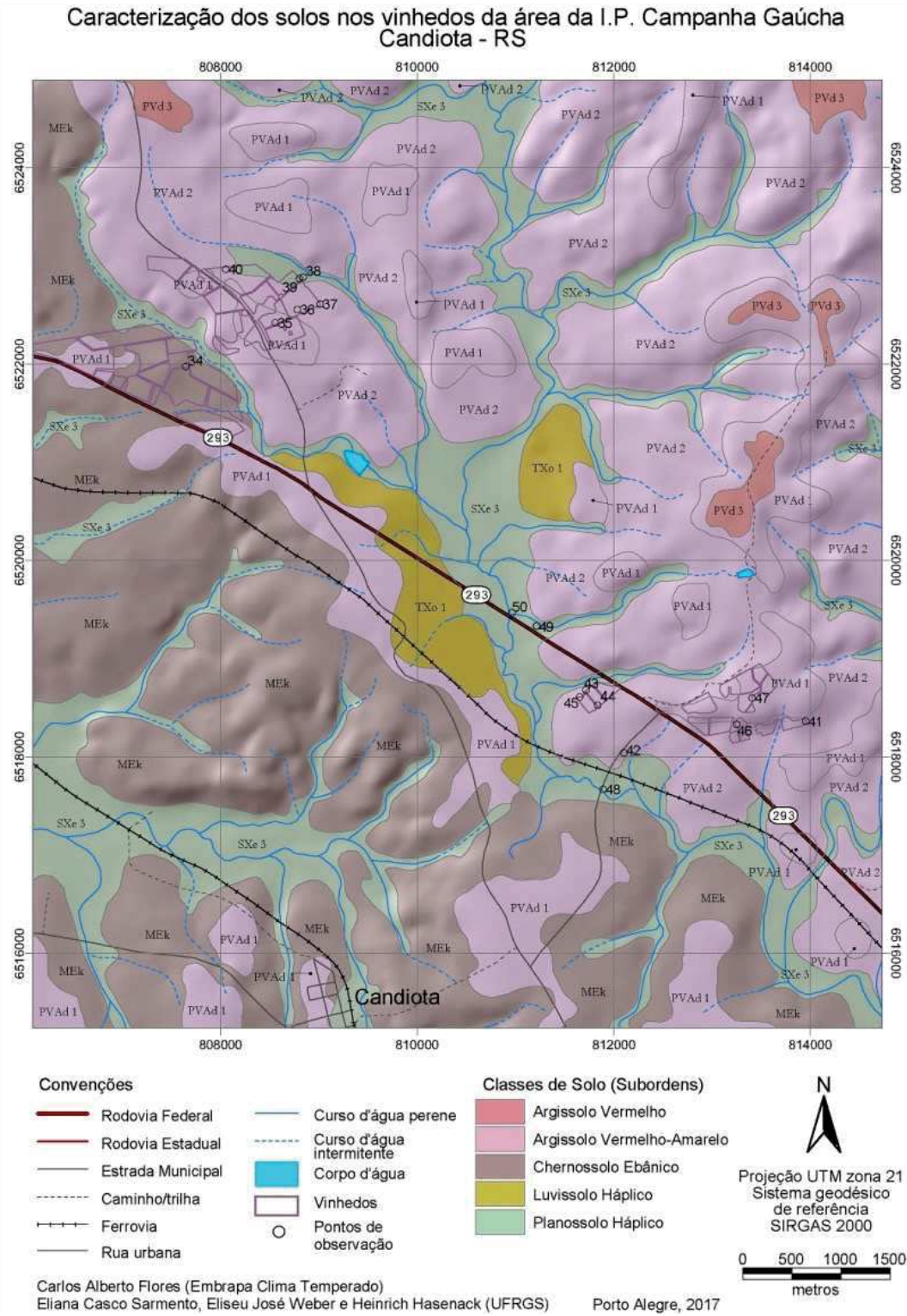


Figura 6.35. Solos mapeados nos vinhedos da Batalha Comercial de Vinhos Ltda., da Miolo - Seival Estate e da Vinícola Galvão Bueno e entorno, Candiota, Rio Grande do Sul.

Município de Candiota – Miolo – Seival Estate

Os vinhedos da Miolo – Seival Estate, no município de Candiota (Figura 6.35), situam-se principalmente sobre solos da classe Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado (Figura 6.36). São solos que apresentam baixa fertilidade natural, com cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas. Estes solos correspondem à componente única da unidade de mapeamento “PVAd 1” e à componente dominante da unidade “PVAd 2”. Uma porção menor dos vinhedos, próximo à BR 293, situa-se sobre solos da classe Chernossolo Ebânico Carbonático vertissólico textura argila fase relevo suave ondulado, que apresenta alta fertilidade, drenagem deficiente e condições físicas restritivas para cultivo. Estes solos correspondem à componente única da unidade de mapeamento “MEk”.

Foto: Carlos Alberto Flores



Figura 6.36. Descrição de perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico em trincheira (Candiota, RS, 2015).

Município de Candiota – Vinícola Galvão Bueno

Os vinhedos da Vinícola Galvão Bueno, no município de Candiota (Figura 6.35), situam-se sobre solos da classe Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo suave ondulado (Figura 6.37) e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto A moderado textura francoarenosa/argila fase relevo moderadamente ondulado. O primeiro corresponde respectivamente à componente única da unidade de mapeamento “PVAd 1” e à componente dominante da unidade “PVAd 2”, enquanto o segundo aparece como segunda componente da unidade de mapeamento “PVAd 2”. De cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas, as diversas classes desses Argissolos apresentam uma grande diversidade de características físicas e químicas, cuja interpretação permite algumas recomendações gerais de uso e manejo agrícola, sobretudo quanto à viticultura. São solos de baixa fertilidade natural, profundos, bem drenados, porém com alta susceptibilidade à erosão.



Foto: Eliseu José Weber

Figura 6.37. Ilustração de tradagem de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Candiota, RS, 2015).

Considerações e recomendações

O mapa de aptidão edáfica para viticultura de vinhos finos na IP Campanha Gaúcha (Figura 6.1) serve de referência para o estabelecimento de políticas em nível regional, mas não é adequado para avaliar a situação de vinhedos em particular (nível de *terroir*). Também é importante ressaltar que ele não representa um zoneamento, pois este envolve uma avaliação mais abrangente do ambiente considerando também outros fatores além do solo, tais como a frequência de eventos climáticos adversos, declividade, áreas legalmente protegidas etc. O quadro guia para avaliação da aptidão edáfica (Tabela 6.1), por outro lado, independe de escala e, à medida que mapas de solos em escala cartográfica mais detalhada se tornarem disponíveis, poderá ser reaplicado às classes de solos neles representadas para gerar novos mapas de aptidão mais refinados. Da mesma forma, os critérios de avaliação podem ser adaptados visando um melhor ajuste às características específicas de certos locais ou desejadas para determinados produtos.

Nesse aspecto, os mapas de solos em escala 1:50.000 elaborados para as áreas de vinhedos e seus arredores (Figuras 6.10, 6.12, 6.14, 6.16, 6.18, 6.21, 6.24, 6.26, 6.29, 6.31, 6.33 e 6.35) adquirem maior relevância, pois podem suprir muitas das informações necessárias para tomada de decisão nas áreas que eles cobrem. Embora sua escala não permita definir “unidades de *terroir*”, eles podem ajudar a compreender alguns de seus componentes e fornecer subsídios para a gestão vitícola, tais como a escolha de locais para novos vinhedos ou a troca de variedades em áreas já cultivadas. Também podem ser usados para orientar a colheita separada de parcelas com solos diferentes, a fim de realçar características particulares induzidas pelo solo que são de interesse para o vinho. Como afirmado por Bonfante et al. (2011), o melhor conhecimento pode levar à melhor qualidade e, através da comercialização, aumentar a renda para a indústria e para o viticultor.

Em outras áreas da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha não cobertas por esses mapas, em virtude da limitação de escala cartográfica do mapa de aptidão edáfica, é recomendável realizar uma avaliação local dos solos antes de optar pela implantação de um novo vinhedo ou definir o manejo em parcelas existentes. Mesmo nas áreas cobertas pelo levantamento aqui descrito, é recomendável prever o futuro adensamento das observações para refinamento dos mapas de solos nos vinhedos, haja visto o potencial das informações edáficas para a tipificação dos vinhos e agregação de valor. Essa recomendação é baseada também na experiência adquirida na prospecção em campo, que mostrou que localmente as propriedades dos solos, e consequentemente a aptidão edáfica, podem mudar significativamente ao longo de curtas distâncias.

Referências

- ARNOLD, R. W. Concepts of soils and pedology. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. E.; HALL, G. F. (Eds.). **Pedogenesis and Soil Taxonomy: Concepts and Interactions**. Amsterdam: Elsevier, 1983, p. 1–21.
- BONFANTE, A.; BASILE, A.; LANGELLA, G.; MANNA, P.; TERRIBILE, F. A physically oriented approach to analysis and mapping of terroirs. **Geoderma**, v. 167-168, p. 103-117, Nov. 2011. DOI 10.1016/j.geoderma.2011.08.004.

BRAGATO, G. Fuzzy continuous classification and spatial interpolation in conventional soil survey for soil mapping of the lower Piave plain. **Geoderma**, v.118, n. 1-2, p. 1–16, 2004. DOI 10.1016/S0016-7061(03)00166-6.

BRAMLEY, R.; GOBBETT, D.; HINZE, C. **Next steps in precision viticulture** – Spatial data for improved design of vineyard (re-)planting. Final Report on Project nº CSL08/01 to the Grape and Wine Research and Development Corporation. CSIRO/GWRDC, Adelaide, 2009, 39p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: 1973. 431p. (Boletim técnico, 30). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212990/1/DPP-BT-30-1973.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2016.

BUI, E. N. Soil survey as a knowledge system. **Geoderma**, v. 120, n. 1-2, p. 17–26, May 2004. DOI 10.1016/j.geoderma.2003.07.006.

BUOL, S. W.; SOUTHARD, R. J.; GRAHAM, R. C.; MCDANIEL, P. A. **Soil genesis and classification**. 6th ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2011. 543 p. DOI <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470960622>.

CADASTRO VITÍCOLA. **Base de dados do Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. Disponível em: <http://cadastro.cnpuv.embrapa.br/>. (Acesso restrito). Acesso em: 23 nov. 2016.

DORTZBACH, D. **Caracterização dos solos e avaliação da aptidão agrícola das regiões produtoras de vinhos finos de altitude de Santa Catarina**. 2016. 192 f. il. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. URI <https://tede.ufrjr.br/jspui/handle/jspui/2066>.

FILIPPINI ALBA, J. M. F.; FLORES, C. A.; MIELE, A. Geotechnologies and Soil Mapping for delimitation of management zones as an approach to precision viticulture. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 2017, ID. 4180965, 2017. DOI 10.1155/2017/4180965.

FLORES, C. A.; HASENACK, H.; WEBER, E.; SARMENTO, E. C. Potencial edáfico da Serra Gaúcha, Brasil para viticultura. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE VITICULTURA Y ENOLOGIA, 11., 2007, Mendoza. **Proceedings..** Seduciendo al consumidor de hoy. Mendoza, IVV: CLEIFRA: SECYT, 2007a.

FLORES, C. A.; HASENACK, H.; WEBER, E.; SARMENTO, E. C. Potencial edáfico da Serra Gaúcha para viticultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: SBCS, 2009.

FLORES, C. A.; PÖTTER, R. O.; FASOLO, P. J.; HASENACK, H.; WEBER, E. J. **Levantamento semide-talhado de solos**: Região da Campanha: Folha Palomas. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007b. 95p. 1 mapa. CD-ROM.

FLORES, C. A.; PÖTTER, R.O.; SARMENTO, E. C.; WEBER, E. J.; HASENACK, H. **Os solos do Vale dos Vinhedos**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 175 p. 8 mapas, 1 DVD-ROM. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141376/1/Os-solos-do-Vale-dos-Vinhedos-com-capa.pdf>. Acesso em: 16 set. 2021.

GÓMEZ-MIGUEL, V. D. Influencia de los factores edafoclimaticos en la calidad del vino. In: RODRÍGUEZ, J. A. B.; TORANZO, J. M. B. (Ed.). **El sector vitivinícola en Castilla y León**: historia y claves de una recuperación. Zamora: Diputacion de Zamora, 2003, p. 289–301.

GOOGLE. Google Earth. **Mountain View**. Google Inc, 2016.

HASENACK, H.; WEBER, E. (org.). Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia, 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3).

HUDSON, B. D. The Soil Survey as paradigm-based science. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, p. n. 3, p. 836–841, May/June 1992. DOI 10.2136/sssaj1992.03615995005600030027x.

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: IBGE, 1986. CD-ROM.

IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430p. il.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE. **Lignes directrices OIV des méthodologies du zonage vitivinicole au niveau du sol et au niveau du climat**. Resolution OIV-VITI 423-2012. Paris: OIV, 2012. Disponível em: <https://www.oiv.int/public/medias/400/viti-2012-1-en.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2021.

JENNY, H. **Factors of soil formation**: a system of quantitative pedology. New York: McGraw-Hill, 1941. 264p.

JONES, G. V.; SNEAD, N.; NELSON, P. Geology and wine 8. Modeling viticultural landscapes: A GIS analysis of the terroir potential in the Umpqua Valley of Oregon. **Geoscience Canada**, v. 31, n. 4, p. 167-178, Dec. 2004. DOI <https://journals.lib.unb.ca/index.php/gc/article/view/2779/3266>.

MACHADO, M. L. L.; FITZ, P. **Rio Grande do Sul**. Mapa de solos. Generalização cartográfica do levantamento de reconhecimento de solos do Rio Grande do Sul - Brasil, 1973. Porto Alegre: EMATER, 2001. Acesso restrito.

MACMILLAN, R. A. **LandMapR© software toolkit- C++ version (2003)**: Users manual. Edmonton: LandMapper Environmental Solutions Inc., 2003. 110 p.

MELLO, L. M. R. de. Os vinhedos da área geográfica da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha. In: FALCADE, I.; WEBER, E. J.; SARMENTO, E. C.; HASENACK, H.; ALVES, M. E. B.; TONIETTO, J.; HOFF, R.; FLORES, C. A.; MELLO, L. M. R. de; SANTOS, H. P. dos; LAZZAROTTO, J. J. **Os fatores naturais e a vitivinicultura na área geográfica delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha**: vinhos finos tranquilos e espumantes. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2017. Cap. 7, p. 98-101. Nota técnica (IG Campanha. Projeto encerrado).

MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. (Eds.). **Cadastro vitícola do Rio Grande do Sul: 2013 a 2015**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/cadastro-viticola/rs-2013-2015/dados/home.html>. Acesso em: 23 nov. 2016.

MIELE, A.; FLORES, C. A.; ALBA, J. M. F.; BADALOTTI, C. B. Efeito do tipo de solo nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante do vinho. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, n. 6, p. 40–47, 2014. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/997439>. Acesso em: 16 set. 2021.

MILLER, B. A.; SCHAETZL, R. J. The historical role of base maps in soil geography. **Geoderma**, v. 230–231, p. 329–339, Oct. 2014. DOI 10.1016/j.geoderma.2014.04.020.

OLIVEIRA, V. A. de; SANTOS, G. G.; COLLIER, L. S.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; SANTOS, H. G. dos; SILVEIRA, P. M. da. **Recomendações práticas para levantamentos de reconhecimento a detalhado de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2019. 71p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1113876>. Acesso em: 16 set. 2021.

RAHN, B. Identifying reserve-quality soils in vineyards. **Practical Winery & Vineyard**, Winter 2010, p.1–5, 2010.

SAA/IBGE. **Mapa de solos do Rio Grande do Sul, escala 1:250.000**. Porto Alegre: SAA-RS/IBGE-Unidade SC, 2003. Acesso restrito. (Convênio Secretaria de Agricultura e Abastecimento e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Unidade Estadual de Santa Catarina).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 592 f.

SARMENTO, E. C.; FLORES, C. A.; WEBER, E.; HASENACK, H.; PÖTTER, R. O. Sistema de informação geográfica como apoio ao levantamento detalhado de solos do Vale dos Vinhedos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. spe, p. 2795-2803, dez. 2008. SBCS: Viçosa, 2008. DOI 10.1590/S0100-06832008000700025.

SARMENTO, E. C.; GIASSON, E.; WEBER, E. J.; FLORES, C. A.; HASENACK, H. Disaggregating conventional soil maps with limited descriptive data: a knowledge-based approach in Serra Gaúcha, Brazil. **Geoderma Regional**, v. 8, p. 12-23, March 2017. DOI 10.1016/j.geodrs.2016.12.004.

SARMENTO, E.; FLORES, C. A.; WEBER, E.; HASENACK, H. Vineyards and edaphic suitability for viticulture in the Vale dos Vinhedos, Brazil. In: WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF THE VINE AND WINE, 34., 2011, Porto, PT. **Proceedings...** Porto: OIV, 2011.

SARMENTO, E.C. **Predição de classes de solos em diferentes escalas na Serra Gaúcha usando o mapeamento digital de solos a partir de dados legados**. 2015. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. DOI <http://hdl.handle.net/10183/128131>.

SCULL, P.; FRANKLIN, J.; CHADWICK, O. A.; MCARTHUR, D. Predictive soil mapping: a review. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, v. 27, n. 2, p. 171–197, June 2003. DOI 10.1191/0309133303pp3.

UBALDE, J. M.; SORT, X.; POCH, R. M.; PORTA, M. Vineyard soil mapping to optimise wine quality: from 'terroir' characterisation to vineyard management. In: INTERNATIONAL TERROIR CONGRESS, 7., 2008, Nyon. **Anais...** Changins: Agroscope Changins-Wädenswil, 2008, 7 p.

VAN LEEUWEN, C. Soils and terroir expression in wines. In: LANDA, E. R.; FELLER, C. (Eds.), **Soil and Culture**. Amsterdam: Springer, 2010, p. 453–465. DOI 10.1007/978-90-481-2960-7_28.

VAUDOUR, E.; COSTANTINI, E.; JONES, G. V.; MOCALI, S. An overview of the recent approaches to terroir functional modelling, footprinting and zoning. **Soil**, v.1, n. 1, p. 287–312, 2015. DOI 0.5194/soil-1-287-2015.

WHITE, R. E. The value of soil knowledge in understanding wine terroir. *Frontiers in Environmental Science*, v.8, n. 12, 2020. DOI 10.3389/fenvs.2020.00012

WILSON, J. E. **Terroir**: the role of geology, climate, and culture in the making of French wines. London: Mitchell Beazley, 1998. 336p.