

# Capítulo 5

## Relevo

Eliseu José Weber  
Eliana Casco Sarmiento  
Heinrich Hasenack

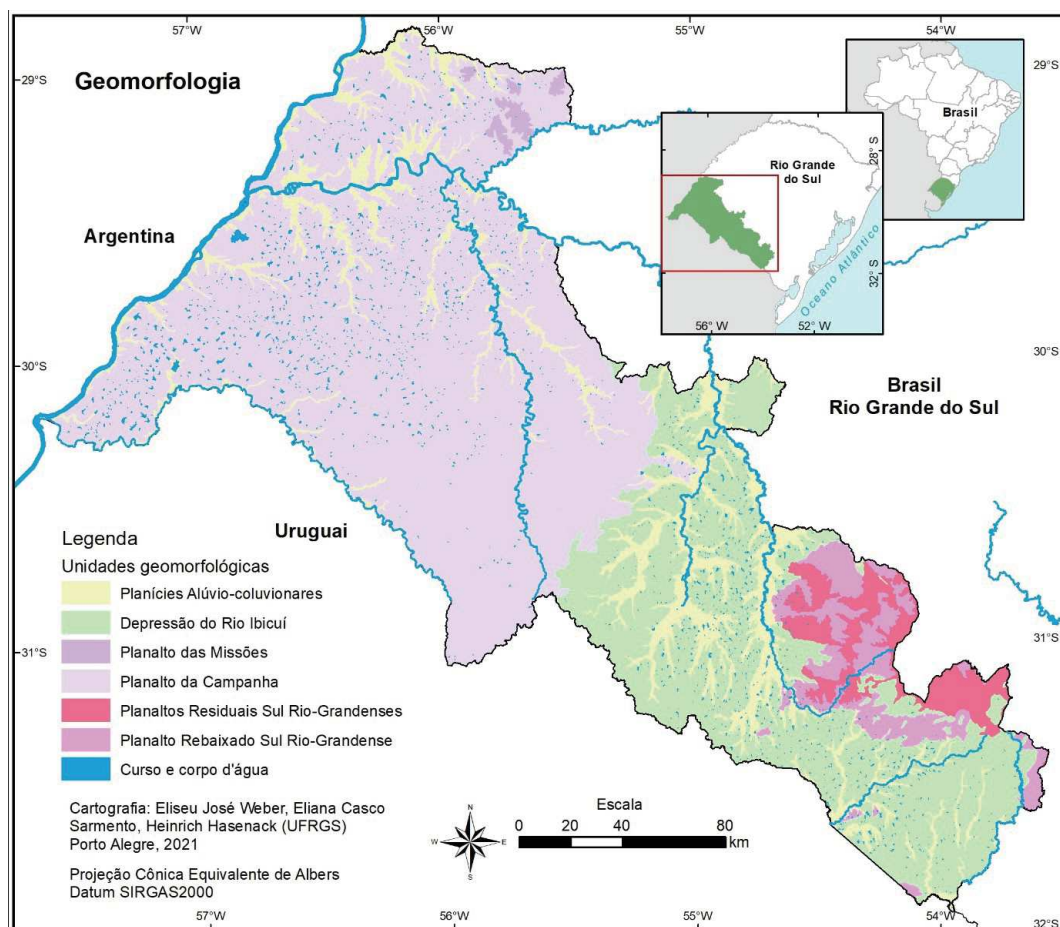
## Introdução

O relevo da área delimitada da Indicação de Procedência (IP) Campanha Gaúcha evoluiu a partir do Planalto Sul-rio-grandense, um complexo de rochas graníticas e gnáissicas muito antigo e que passou por vários eventos tectônicos, presente na porção leste, e do Planalto da Campanha, coberto por rochas basálticas e situado na porção oeste. Essas áreas mais elevadas forneceram o material que compõe os sedimentos de diferentes idades que se encontram hoje nas partes mais baixas, principalmente na sua porção central. A formação e características dessas rochas e materiais sedimentares são descritos em maior detalhe no Capítulo 4.

O retrabalhamento pelo clima ao longo do tempo resultou nas diferentes configurações do relevo atual, do qual a área delimitada da IP Campanha Gaúcha abrange seis unidades geomorfológicas, pertencentes a cinco regiões geomorfológicas e três domínios morfoestruturais distribuídas conforme a Tabela 5.1 e Figura 5.1 (IBGE, 1986). A maior fração da IP situa-se sobre a unidade geomorfológica Planalto da Campanha, que corresponde a 54,4% da área total e domina sua porção oeste. Em ordem decrescente de extensão, seguem-se a Depressão do rio Ibicuí, que ocupa 23,4% da IP na sua porção oriental, as Planícies Aluvio-coluvionares, que correspondem a 13,5% da IP e encontram-se junto aos principais rios da região, o Planalto Rebaixado Sul-rio-grandense e os Planaltos Residuais Sul-rio-grandenses, respectivamente com 4,4 e 3,7% da IP, ambos situados na porção nordeste. Por último, o Planalto das Missões abrange uma fração de apenas 0,6% na porção noroeste.

**Tabela 5.1.** Unidades geomorfológicas presentes na área delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha (IP), ordenadas conforme a idade do material de origem, do mais recente para o mais antigo.

Domínio morfoestrutural	Região geomorfológica	Unidade geomorfológica	Fração ocupada na IP (%)
Depósitos Sedimentares Quaternários	Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas	Planícies Alúvio-coluvionares	13,5
Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas	Depressões Gaúchas Planalto das Missões Campanha Gaúcha	Depressão do Rio Ibicuí	23,4
		Planalto das Missões	0,6
		Planalto da Campanha	54,4
Crátons Neoproterozóicos	Região não identificada - domínio 4	Planaltos Residuais Sul-rio-grandenses	3,7
		Planalto Rebaixado Sul-rio-grandense	4,4
<b>Total</b>			<b>100,0</b>



**Figura 5.1.** Unidades geomorfológicas na área delimitada da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

O relevo da área delimitada da IP Campanha Gaúcha foi caracterizado em maior detalhe a partir de dados altimétricos extraídos de cartas topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército. Nessas cartas, elaboradas originalmente na escala 1:50.000, a informação referente à topografia é representada por curvas de nível e por pontos cotados. As curvas de nível são linhas que unem locais de igual altitude, no caso com equidistância vertical de 20 m, enquanto os pontos cotados indicam a altitude de pontos notáveis, tais como topos de elevações, marcos geodésicos e outros locais relevantes.

Esses dados altimétricos encontravam-se disponíveis em meio digital como parte de uma base cartográfica contínua para todo o Rio Grande do Sul, em formato compatível com Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Hasenack; Weber, 2010). Os arquivos digitais contendo curvas de nível, pontos cotados e feições da hidrografia foram utilizados como dados de entrada para a interpolação de um Modelo Digital do Terreno (MDT), utilizando-se a função “Topo to Raster” do programa ArcGIS (ESRI, 2015). Ela usa as feições da rede hidrográfica para forçar o encaixe da drenagem, possibilitando gerar um resultado hidrológicamente consistente, tanto nas porções mais movimentadas quanto nas planícies fluviais. A resolução espacial adotada na interpolação foi de 30 m.

O Modelo Digital do Terreno representa a distribuição espacial das altitudes na forma de uma grade regular de células (ou *pixels*), da qual a área delimitada da IP Campanha Gaúcha abrange 49.287.219 *pixels* na resolução espacial adotada. A partir dos valores de altitude, efetuou-se o cálculo da declividade e da orientação de cada *pixel* empregando-se, em ambos os casos, uma janela móvel de 3 x 3 *pixels*.

A declividade representa a inclinação da superfície e pode ser expressa em graus em relação ao plano horizontal ou em porcentagem. Neste caso, optou-se pela última, cujos valores foram subsequentemente reclassificados para os mesmos intervalos adotados em levantamentos de solos (IBGE, 2015). A orientação, por sua vez, pode ser entendida como a direção da declividade, e é expressa em graus no sentido horário a partir do norte, variando de 0 a 360° (Chrysoulakis et al., 2004; Peckham; Jordan, 2007). Os valores da orientação foram, posteriormente, reclassificados para representar a exposição solar de acordo com as oito direções correspondentes aos pontos cardeais e colaterais da rosa dos ventos.

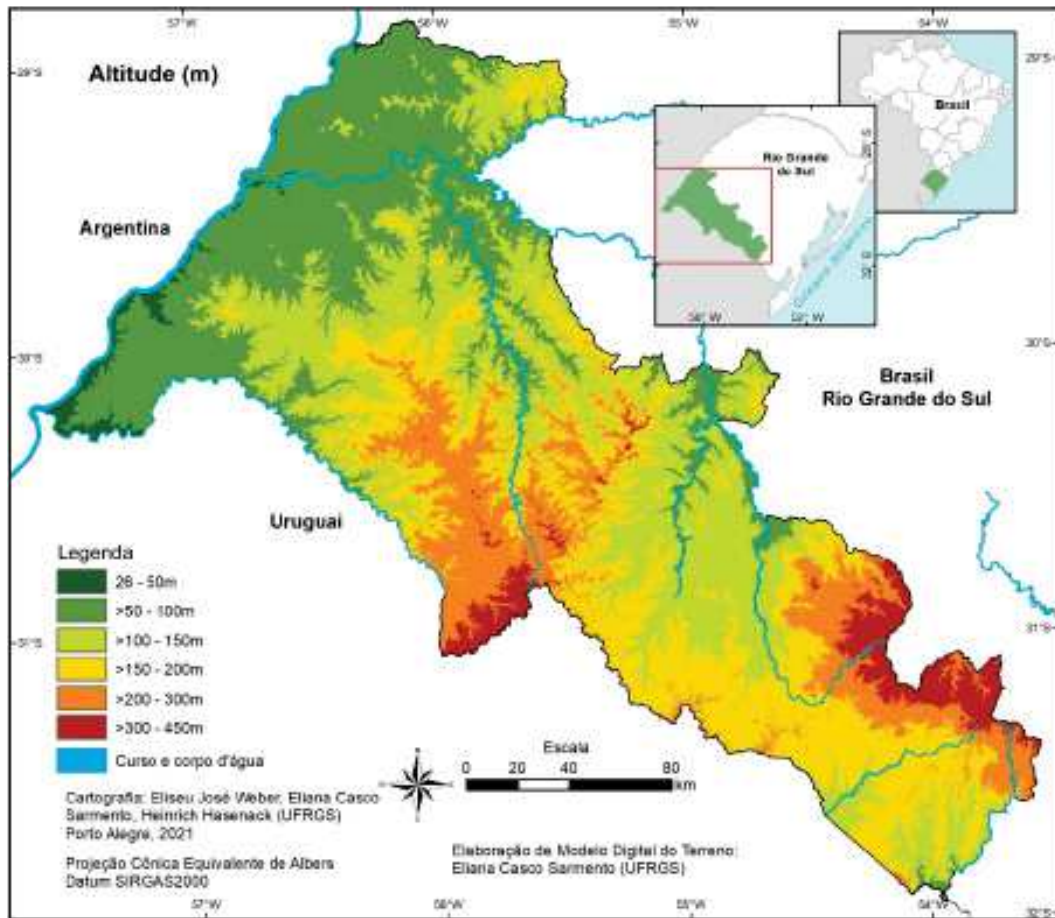
## Altitude

A altitude média na área delimitada da IP Campanha Gaúcha, computada a partir do MDT, é de cerca de 150 m acima do nível do mar, com extremos variando de aproximadamente 25 m até cerca de 450 m. A maior parte da área apresenta altitudes inferiores a 200 m, as quais dominam mais de 82% da superfície total, porém com uma fração muito pequena de altitudes abaixo de 50 m (Tabela 5.2; Figuras 5.2 e 5.3).

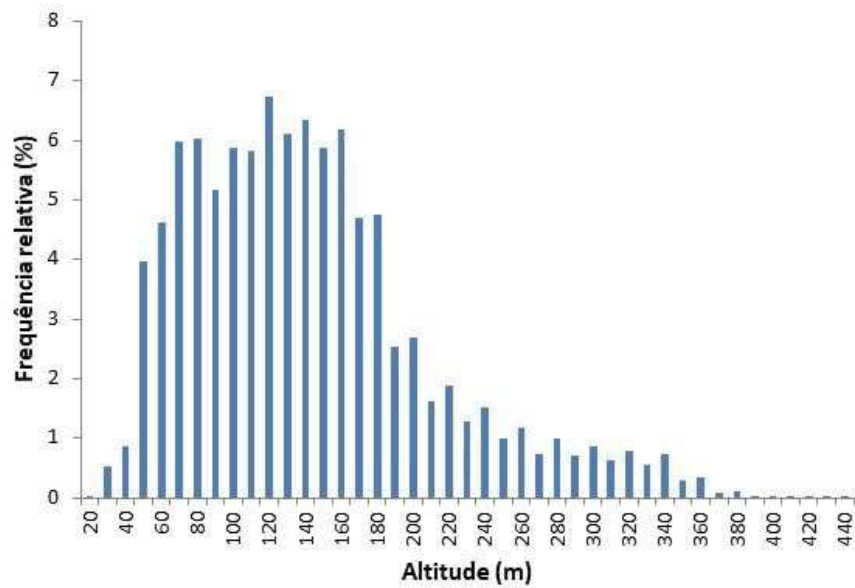
As áreas mais baixas concentram-se na porção oeste da região, principalmente nas planícies fluviais dos rios Uruguai, Quaraí e Ibicuí e seus afluentes, além de uma pequena ocorrência na porção central da IP, junto ao rio Santa Maria. As áreas mais elevadas são encontradas na porção central da IP Campanha Gaúcha, associadas às formações basálticas no município de

**Tabela 5.2.** Faixas de altitude na área delimitada e nos vinhedos da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha (IP).

Classe de altitude (m)	Fração da IP (%)	Fração dos vinhedos (%)
26–50	1,48	0,00
> 50–100	26,38	2,02
> 100–150	30,38	6,00
> 150–200	24,13	55,40
> 200–300	13,30	27,29
> 300–450	4,33	9,29
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>



**Figura 5.2.** Distribuição espacial das altitudes na área da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.



**Figura 5.3.** Distribuição relativa das altitudes na área da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

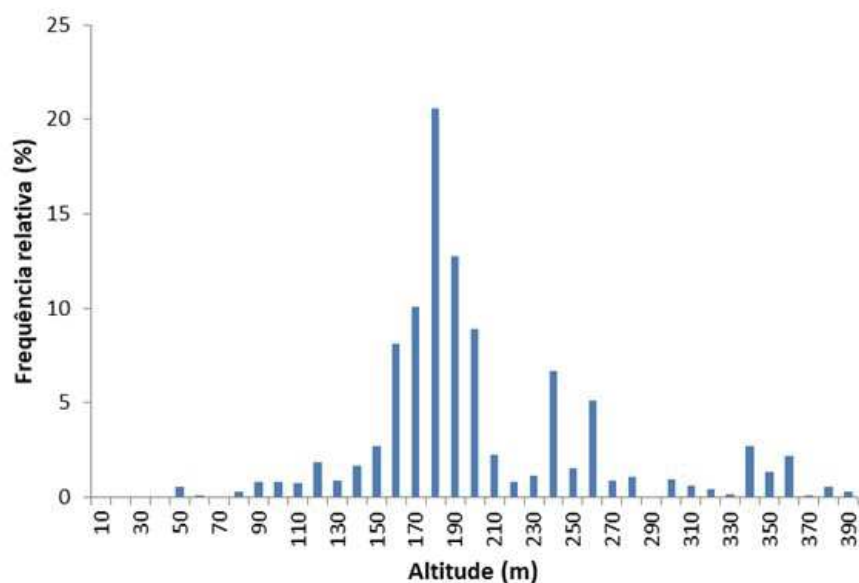
Sant'Ana do Livramento e arredores, e na porção leste, junto às formações graníticas do Planalto Sul-rio-grandense, em Bagé, Hulha Negra e Candiota (ver municípios na Figura 1.4).

Sobrepondo-se o perímetro georreferenciado dos vinhedos existentes na mesma área, levantado pela Embrapa Uva e Vinho com receptores GPS de precisão (Cadastro vitícola, 2016; Mello, Machado, 2017; Mello, 2017), ao Modelo Digital do Terreno, verifica-se que a altitude média da área total de vinhedos é de 207 m, com uma dispersão entre 52 e 395 m acima do nível do mar (Figura 5.4). Analisando-se a distribuição dos vinhedos por faixas de altitude (Tabela 5.2), constata-se que em torno de 55% da área de vinhedos encontra-se entre 150 e 220 m, e pouco mais de 27%, entre 200 e 300 m acima do nível do mar. Do restante, aproximadamente 9,3% está em altitudes superiores a 300 m e 8% da área de vinhedos encontra-se abaixo de 100 m de altitude.

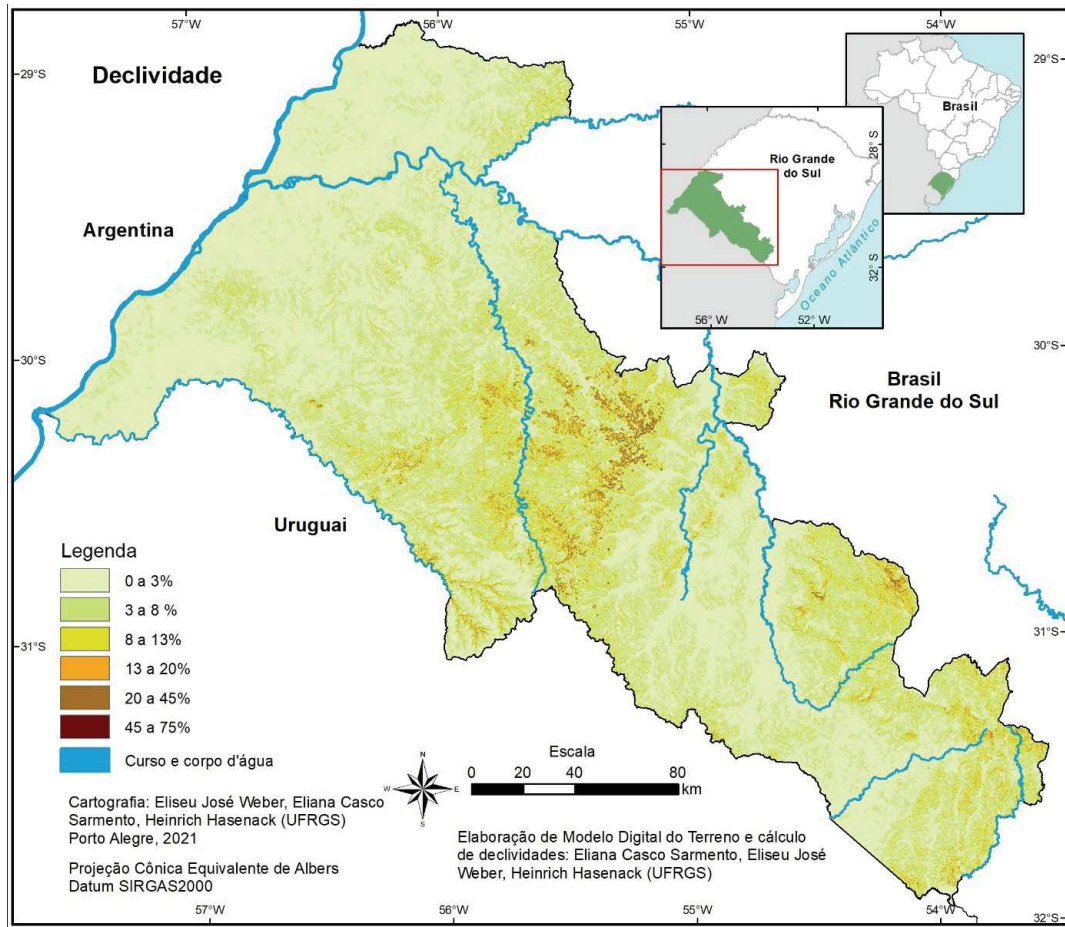
## Declividade

Diferentemente das altitudes, as declividades apresentam variação menos acentuada. A declividade média na área delimitada da IP Campanha Gaúcha é de aproximadamente 3,5%, com extremos que variam entre 0% e cerca de 60%. Analisando-se a distribuição das faixas de declividade empregadas em levantamentos de solos (IBGE, 2015), constata-se que a maior parte da área apresenta declividades inferiores a 8%, caracterizando fases de relevo plano e suave ondulado, que dominam mais de 89% da superfície total da IP Campanha Gaúcha (Figura 5.5, Tabela 5.3).

As declividades intermediárias, correspondentes a fases de relevo moderadamente ondulado e ondulado, distribuem-se de forma relativamente uniforme por toda a região. Por outro lado, declividades mais acentuadas, correspondentes a fases de relevo forte ondulado e montanhoso,



**Figura 5.4.** Distribuição relativa das altitudes nos vinhedos da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.



**Figura 5.5.** Distribuição espacial das declividades na área da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

**Tabela 5.3.** Classes de declividade na área delimitada e nos vinhedos da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

Classe de declividade (%)	Relevo	Fração da IP (%)	Fração dos vinhedos (%)
0–3	Plano	62,83	83,42
3–8	Suave ondulado	26,30	11,37
8–13	Moderadamente ondulado	6,89	3,28
13–20	Ondulado	2,89	1,43
20–45	Forte ondulado	1,07	0,48
45–75	Montanhoso	0,02	0,02
<b>Total</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

estão restritas basicamente a duas porções. Elas se concentram principalmente na porção central da área delimitada da IP Campanha Gaúcha, ao longo das bordas escarpadas das formações basálticas em Sant'Ana do Livramento e arredores, particularmente a "Cuesta de Haedo", e em menor proporção na porção leste, junto às encostas das formações graníticas do Planalto Sul-rio-grandense em Bagé, Hulha Negra e Candiota (ver municípios na Figura 1.4).

Sobrepondo-se o perímetro georreferenciado dos vinhedos ao mapa de classes de declividade, constata-se que quase 95% da área de vinhedos está implantada sobre fases de relevo plano e suave ondulado, enquanto menos de 2% situa-se em fases de relevo ondulado, forte ondulado ou montanhoso (Tabela 5.3). Esse é um aspecto que diferencia a Campanha Gaúcha de outras indicações geográficas para vinhos finos e espumantes do Rio Grande do Sul, nas quais boa parte dos vinhedos encontra-se sobre áreas mais declivosas.

## Exposição solar

Em comparação com as faixas de altitude e de declividade, as direções consideradas para caracterizar a exposição solar da IP Campanha Gaúcha apresentam proporções relativamente uniformes (Tabela 5.4). A distribuição espacial da exposição solar na área delimitada também é bastante homogênea, não havendo porções com predominância de uma exposição solar específica em detrimento das outras. Isso é explicado pelo próprio relevo que é predominantemente plano e suave ondulado (Tabela 5.3), com declives suaves que se encontram voltados para praticamente todas as direções.

Comparando-se o perímetro georreferenciado dos vinhedos com a exposição solar calculada a partir do MDT, verifica-se que a área de vinhedos está dispersa em todas as direções consideradas (Tabela 5.4). As áreas voltadas para oeste e noroeste têm certa predominância, correspondendo a 43% da superfície de vinhedos, enquanto as orientações leste, norte e nordeste correspondem a 25,92% dos vinhedos. As orientações sudeste, sul e sudoeste, usualmente consideradas menos desejáveis para a latitude média da região, abrigam pouco mais de 31% da área implantada de vinhedos.

**Tabela 5.4.** Exposição solar na área delimitada e nos vinhedos da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha.

Exposição solar	Fração da IP (%)	Fração dos vinhedos (%)
Norte	13,64	8,33
Nordeste	12,44	6,56
Leste	12,28	11,03
Sudeste	10,69	10,66
Sul	10,97	10,55
Sudoeste	11,82	9,87
Oeste	14,34	21,80
Noroeste	13,82	21,20
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Entretanto, em toda a IP Campanha Gaúcha, a exposição solar é uma variável que tem pouca relevância do ponto de vista vitícola devido à predominância de declividades pouco acentuadas (Tabela 5.3). De fato, para a latitude média da região, aproximadamente 30° 45' S, o ângulo de incidência da radiação solar não é afetado pela exposição solar tanto quanto pela própria latitude, porque a magnitude da inclinação das superfícies é muito menor. Existem obviamente exceções, tais como algumas encostas mais íngremes das formações basálticas em Sant'Ana do Livramento e arredores, e das formações graníticas do Planalto Sul-rio-grandense em Bagé, Hulha Negra e Candiota (Figura 5.1). Porém, tendo-se em vista que quase 95% da área dos vinhedos compreende fases de relevo plano e suave ondulado, com declividades entre 0 e 8% (Tabela 5.3), a orientação da superfície tem menor impacto sobre o ângulo de incidência da radiação solar que aquele observado em regiões vitícolas de relevo mais movimentado, como a Serra Gaúcha, por exemplo.

## Referências

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.

CHRYSOULAKIS, N.; DIAMANDAKIS, M.; PRASTACOS, P. GIS Based estimation and mapping of local level daily irradiation on inclined surfaces. In: AGILE CONFERENCE ON GEOGRAPHIC INFORMATION SCIENCE, 7, 2004, Heraklion. **Proceedings...** Heraklion: Agile, 2004.

ESRI. **ArcGIS desktop**: Release 10.3. 2015. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

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). ISBN 978-85-63483-00-5. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/downloads/dados-geoespaciais/base-cartografica-vetorial-continua-do-rio-grande-do-sul-escala-150-000/>. Acesso em: 23 nov. 2016.

IBGE. **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.21 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986.

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

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: Embrapa, 2017. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/cadastro-viticola/rs-2013-2015/dados/home.html>.

PECKHAM, R. J.; JORDAN, G. (ed.) **Digital terrain modelling**: development and applications in a policy support environment. Berlin: Springer-Verlag, 2007. 313p.