

RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS GEOMORFOMÉTRICAS E A VEGETAÇÃO FLORESTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CAVERÁ- OESTE DO RS

Paula Mirela Almeida Guadagnin¹

Romario Trentin²

Fabiano da Silva Alves³

Resumo: A vegetação na região oeste do Estado do Rio Grande do Sul apresenta como principal característica fisionômica a predominância da formação campestre com relação à vegetação florestal, porém alguns autores esclarecem que os campos sulinos devem ser interpretados como “formações relictuais” em relação às florestas no atual clima ombrófilo. O “avanço” da vegetação florestal sobre a original predominância campestre no oeste do Estado pode ser associado também às variações topográficas do terreno e à dinâmica da água no solo. Entretanto, são raros os estudos detalhados que fazem a relação entre estes elementos da paisagem, com a utilização de informações espacializadas. Este trabalho busca demonstrar a relação existente entre a distribuição das tipologias de vegetação florestal e as formas componentes das encostas na bacia hidrográfica do arroio Caverá (BHAC), utilizando para tal, variáveis geomorfológicas extraídas de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e mapa de vegetação gerado através do SIG ArcGIS 10.1 (ESRI, 2013), com o uso de imagens Landsat 8 Sensor OLI (Operational Land Imager). A partir dos parâmetros altitude, declividade, perfil e plano de curvatura, foram identificadas e descritas 12 unidades geomorfológicas para a bacia. A vegetação florestal na BHAC apresenta-se em duas tipologias: matas ciliares e capões-de-mato/ matas de encosta.

Palavras-chave: Variáveis Geomorfológicas; Tipologias de Vegetação; Formação Florestal.

RELATION BETWEEN THE GEOMORPHOMETRIC VARIABLES AND FOREST VEGETATION OF HIDROGRAPHIC BASIN OF THE ARROIO CAVERÁ – WEST OF THE RS STATE/ BRAZIL

Abstract: The vegetation in the western region of the Rio Grande do Sul State has as main physiognomical characteristic the predominance of the countryside training with relation to the forest vegetation, however, some authors explain that the southern grasslands should be interpreted as "relictual formations" in relation to forests in the current rainy climate. The "advancement" of forest vegetation about the original predominance countryside in the west of the RS state may be associated with topographical variations in the terrain and water dynamics in soil. However there are extremely few detailed studies that make the relation between these elements of the landscape, with the use of information spatialized. This study seeks to demonstrate the relation between the distribution of the typologies of forest

1. Prof. Me. Instituto Federal de Santa Catarina- IFSC, campus São Miguel do Oeste (paula.guadagnin@ifsc.edu.br).

2. Prof. Dr. Universidade Federal de Santa Maria/RS – UFSM (romario.trentin@gmail.com).

3. Prof. Dr. Universidade da Região da Campanha - URCAMP Alegrete/RS (alvesfs@yahoo.com.br).

vegetation and the forms components of the slopes in the hydrographic basin of the arroio Caverá (BHAC), utilizing geomorphometric variables extracted from SRTM data (Shuttle Radar Topography Mission) and map of vegetation generated through the GIS ArcGIS 10.1 (ESRI, 2013), utilizing images Landsat 8 Sensor OLI (Operational Land Imager). From the parameters elevation, slope, profile and plan curvature, were identified and described 12 geomorphometric units for the basin. The forest vegetation in the BHAC is presented in two typologies: riparian woods and groves/ forests of slope.

Key words: *Geomorphometric Variables; Typologies of Vegetation; Forest Formation.*

INTRODUÇÃO

A distribuição da vegetação natural na superfície terrestre é um dos principais objetos de estudo da fitogeografia. Estudos que abordam esta distribuição, no território sul-riograndense, tiveram início no período dos viajantes naturalistas, no século XIX, com contribuições importantes, destacando-se as de Auguste de Sain-Hilaire entre 1820-1821, Robert Avé-Lallemant em 1858, Hermann von Ihering em 1880 e, sobretudo, Carl Axel Magnus Lindman entre 1892-1893. (ALVES et al., 2010).

Mais recentemente, outros trabalhos se destacam no estudo da vegetação no Rio Grande do Sul, como *A Fisionomia do Rio Grande do Sul*, de Balduino Rambo (1956), e também os estudos da vegetação feitos pelo extinto projeto *Radambrasil*, Veloso e Góes-Filho (1982). Atualmente, alguns autores se destacam no estudo da distribuição da vegetação e sua vinculação com os fatores do meio, principalmente no oeste e sudoeste do Estado, são eles, Marchiori (2004), Alves (2008; 2012) e Deble (2011).

Segundo Cabrera (1971, p.1), “La Fitogeografía o Geografía Botánica, es la rama de las ciencias que estudia la distribución de los vegetales sobre el globo terráqueo y las leyes que determinam esta distribución.” No mesmo parágrafo o autor ressalta que os fatores climáticos como temperatura, umidade, luz, são os principais determinantes na distribuição das plantas no território, mas que também são importantes o relevo, o solo e a ação animal. O autor utiliza-se desta complexa interação de fatores, onde por vezes pode ocorrer a anulação de um ou outro, para explicar como em uma região úmida e de solo permeável podem ocorrer espécies xerófilas e em uma região árida onde ocorram canais de drenagem, registra-se a ocorrência de espécies hidrófilas.

A vegetação na região oeste do Estado do Rio Grande do Sul apresenta como principal característica fisionômica, a predominância da formação campestre com relação à vegetação florestal (LINDMAN, 1974; RAMBO, 1956; VELOSO e GÓES-FILHO, 1982; REITZ et al., 1988; MARCHIORI, 2004; ALVES et al., 2010).

Entretanto, não há concordância no que se refere às diferentes tipologias de vegetação existentes no Rio Grande do Sul, nem sobre a terminologia utilizada para esta definição (ALVES et al., 2010). Fato que apresenta-se como consenso entre os pesquisadores, é a coexistência de vegetação florestal e campestre no Estado.

Em seu estudo sobre a vegetação do estado, Lindman (1974) fez referência, também, à ocorrência de espécies arbustivas e arbóreas em meio aos campos como um aspecto sempre presente, como pode ser observado em seguida:

Mas os campos do Rio Grande, pelo que pude ver, nunca são exclusivamente campos arbustivos, prados, pastagens, gramados, estepes ou, em outros termos, nunca são completamente destituídos de árvores. Seria certamente difícil encontrar uma só milha quadrada em que não entrasse na paisagem um grupo de árvores ou uma parte florestal. (LINDMAN, 1974, p. 115).

Mais recentemente, podem ser citados os trabalhos de José Newton Cardoso Marchiori sobre a vegetação do Rio Grande do Sul, para a região oeste do Estado. A obra *Fitogeografia do Rio Grande do Sul: Campos Sulinos*, do ano de 2004, traz uma importante e essencial contribuição à discussão da dinâmica entre campos e florestas no Estado, bem como, às divergências terminológicas utilizadas para designar o tipo de vegetação da referida região.

Referindo-se à coexistência de campos e florestas no Rio Grande do Sul, Marchiori (2004) faz referência a tal observação, feita por Lindman em 1906 e Rambo em 1956, e esclarece que os campos sulinos devem ser interpretados como “formações relictuais” em relação às florestas no atual clima ombrófilo, pois, além de não possuírem vantagens adaptativas em relação às florestas, o umedecimento e aquecimento do clima, verificados no Holoceno, propiciou a expansão florestal sobre antigas áreas campestres, tanto a partir de eventuais refúgios, sobreviventes da longa fase xerotérmica, no último período glacial pleistocênico, como de áreas florestais situadas mais ao norte. (MARCHIORI, 2004, p.19).

O autor ressalta, também, que além de terem perdido espaço para as florestas no estado, os campos sofreram “profundas alterações florísticas e estruturais” devido à modificação climática citada anteriormente. Outro fator referenciado por Marchiori (2004) para a “explicação da coexistência e o limite brusco entre florestas e campos” no Rio Grande do Sul “deve ser buscada na biologia das plantas representativas dos respectivos biomas e em suas vinculações com o relevo”.

Este “avanço” da vegetação florestal sobre a original predominância campestre no oeste do Rio Grande do Sul pode ser associado também às variações topográficas do terreno e à dinâmica da água no solo. Entretanto, são raros os estudos detalhados que fazem a relação entre estes elementos da paisagem, com a utilização de informações espacializadas.

Este trabalho busca demonstrar a relação existente entre a distribuição das tipologias de vegetação florestal e as formas componentes das encostas na bacia hidrográfica do arroio Caverá (BHAC), na região oeste do Rio Grande do Sul, como subsídio à discussão da dinâmica floresta-campo na referida região, utilizando para tal, variáveis geomorfométricas extraídas de dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e mapa de vegetação gerado com apoio do SIG ArcGIS 10.1 desenvolvido pela ESRI, 2013, com o uso de imagens Landsat 8 Sensor OLI (*Operational Land Imager*).

A bacia hidrográfica do arroio Caverá, localizada na região oeste do Rio Grande do Sul, possui área de 1.459 km² (Figura 1) e apresenta como menor cota altimétrica o nível de 77 metros, junto à planície de inundação do arroio, próximo à foz com o rio Ibirapuitã e a maior cota de 366 metros, no alto curso da bacia, resultando em uma amplitude altimétrica de 289 m.

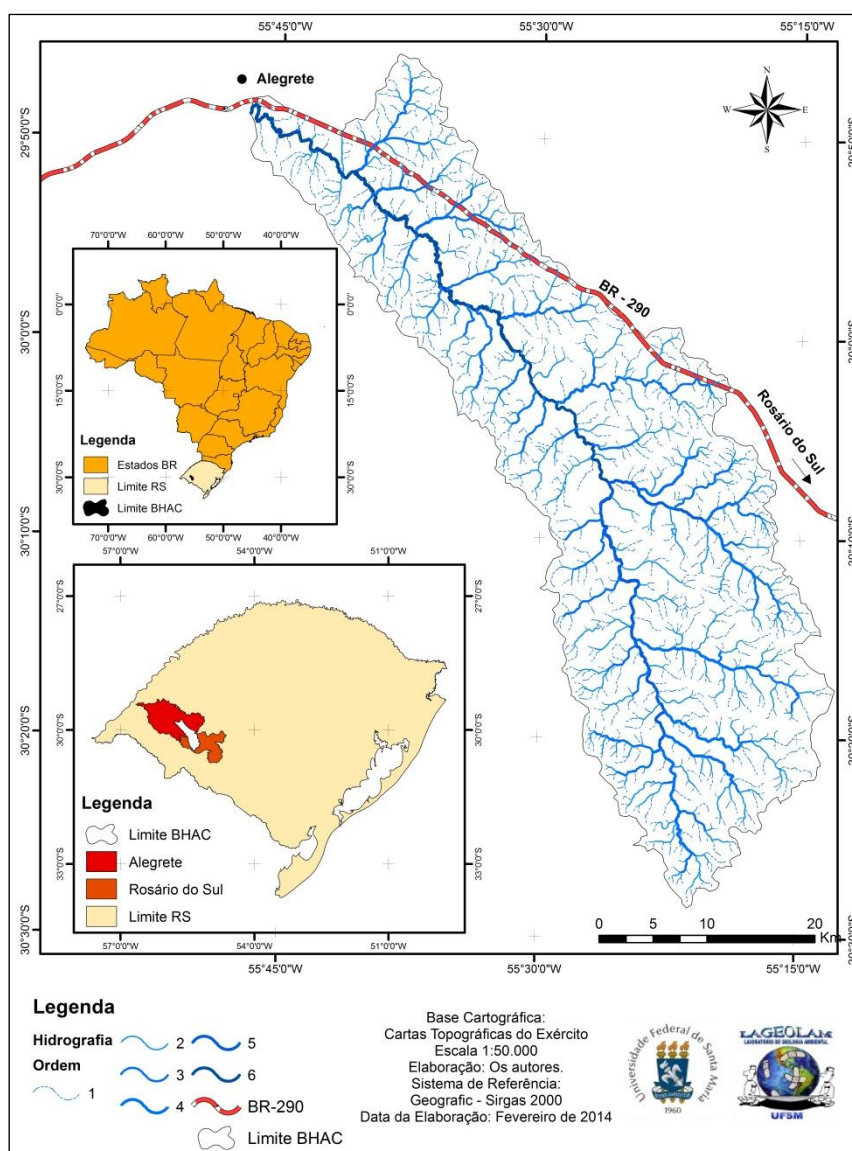


Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do arroio Caverá.

MATERAIS E MÉTODOS

A classificação do relevo da bacia hidrográfica do arroio Caverá foi realizada a partir da proposta de mapeamento geomorfométrico automatizado apresentado por Silveira e Silveira (2013), a partir dos preceitos de Iwahashi e Pike (2007). Tal classificação foi realizada através do cruzamento de informações e atributos topográficos gerados por meio de um SIG e hierarquizados através de uma árvore de decisão baseada em valores pré-definidos, com base em conhecimento da área. Foram empregados quatro atributos topográficos: altimetria, declividade, perfil de curvatura e plano de curvatura, sendo definidas 12 unidades geomorfométricas devidamente descritas e apresentadas por Guadagnin e Trentin (2014).

Tais variáveis influenciam a vegetação através de distintos aspectos da paisagem (temperatura, exposição solar e hidrografia, por exemplo), além de exercer influência sobre o transporte e o acúmulo de nutrientes, estruturas de propagação, entre outros (BISPO et al., 2010).

A variável altitude permite analisar as condições mais propícias a processos de dissecção para as áreas de maior altitude e processos de acumulação ou deposição dos sedimentos relacionados às áreas de maior para as áreas de menor altitude, condicionando diferentes tipologias de vegetação na paisagem. Neste trabalho foi considerada a média geral das altimetrias que corresponde a 150 metros.

A declividade corresponde a um dos mais importantes parâmetros na análise das vertentes, pois representa sua inclinação. Estas informações foram discretizadas em duas classes cujo limite é de 5%. As vertentes com altas declividades estão mais sujeitas a processos denudacionais, enquanto as de baixa são propícias aos processos agradacionais. Desta forma, pela ação direta na infiltração de água no solo, escoamento superficial, bem como intensidade de fluxos de matéria, determina o estabelecimento de diferentes tipos de vegetação.

O perfil de curvatura e plano de curvatura são importantes para o entendimento de processos geomorfológicos (CHAGAS, 2006 e SIRTOLI et al., 2008). O primeiro refere-se ao caráter convexo/côncavo do terreno, quando analisado em perfil (VALERIANO, 2003) e o segundo refere-se ao caráter divergente/convergente dos fluxos de matéria sobre o terreno quando analisado em projeção horizontal (VALERIANO e CARVALHO JÚNIOR, 2003).

Através do cruzamento das informações utilizando-se a árvore de decisão apresentada no fluxograma da Figura 2, foram identificadas 12 unidades geomorfológicas (Tabela 1) que representam a distribuição espacial das características.

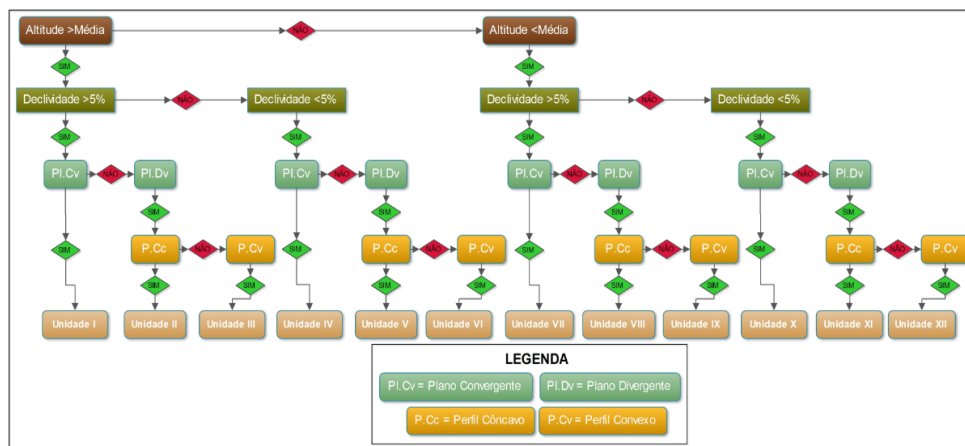


Figura 2: Fluxograma apresentando a árvore de decisão utilizada para a definição das unidades geomorfológicas.

Fonte: Guadagnin e Trentin, 2014.

Para um melhor entendimento da dinâmica de distribuição da vegetação florestal na BHAC foi realizada também a relação entre as tipologias de vegetação e a orientação de vertentes, que corresponde à disposição do terreno em relação ao sol, sendo a medida do ângulo horizontal da direção esperada do escoamento superficial, comumente expressa em azimute. Tal variável relaciona-se ao nível de sombreamento ou iluminação do terreno selecionando ambientes mais favoráveis para o estabelecimento de determinadas tipologias de vegetação em detrimento de outras.

A correlação entre as tipologias de vegetação e as características do relevo foi estabelecida através do cruzamento entre as variáveis em ambiente SIG (ArcGIS 10.1), onde são interpostos os temas a fim de serem extraídas as informações das unidades geomorfológicas em cada tipologia de vegetação definida (mata ciliar ou capões-de-mato / mata de encosta), bem como as direções das vertentes na bacia hidrográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Compartimentação Geomorfológica

Baseando-se nos parâmetros altitude, declividade, perfil e plano de curvatura, foram classificados os tipos de vertentes e estabeleceu-se o zoneamento das unidades de relevo. Para a Bacia Hidrográfica do Arroio Caverá foram definidas 12 unidades de relevo, apresentadas na Tabela 1. A Figura 3 apresenta os mapas com as Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do arroio Caverá.

UN	ÁREA KM ² / %	OCORRÊNCIA NA BACIA	PORÇÃO DA VERTENTE	CARACTERÍSTICAS
I	138Km ² / 9,5%	Alto e médio curso	Terço superior	Possibilidade de processos morfogenéticos de erosão.
II	104,7Km ² / 7,2%	Alto e médio curso	Terço superior	Processos erosivos atenuados pela menor velocidade do fluxo.
III	114,9Km ² / 7,9%	Alto e médio curso	Terços superior até médio	Processos erosivos acentuados; maior velocidade do fluxo.
IV	103Km ² / 7,1%	Alto e médio curso	Terços superior até médio	Aumento de concentração da água.
V	55,6Km ² / 3,8%	Alto e médio curso	Terços superior e médio	Processos de acumulação atenuados pela dissipação da água.
VI	73Km ² / 5%	Alto e médio curso	Terços superior e médio	Aumento da energia do fluxo
VII	91,7Km ² / 6,3%	Médio e baixo curso	Terço médio	Possibilidade de formação de processos erosivos em canais de concentração.
VIII	85,9Km ² / 5,9%	Médio e baixo curso	Terço médio	Diminuição da energia e dissipação do fluxo; possibilidade de erosão.
IX	39,4Km ² / 2,7%	Médio e baixo curso	Terço médio	Possibilidade de processos erosivos.
X	315,1Km ² / 21,6%	Baixo curso (predom.)	Terços médio e inferior	Processos de acumulação pela concentração do fluxo.
XI	205,4Km ² / 14,1%	Baixo curso (predom.)	Terços médio e inferior	Processos de acumulação; diminuição da energia do fluxo.
XII	132,5Km ² / 9,1%	Baixo curso (predom.)	Terços médio e inferior	Processos de acumulação com aumento da velocidade do fluxo.

Tabela 1: descrição geral das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do arroio Caverá.
Fonte: Guadagnin; Trentin; Alves (2014).

Dentre as unidades definidas destacam-se as unidades X e XI que apresentam as maiores áreas espacialmente distribuídas pela bacia hidrográfica, ocupando juntas aproximadamente 36% da área total e caracterizam-se pelas altitudes inferiores à média e declividades inferiores a 5% associadas quase que exclusivamente ao baixo curso da bacia, o que demonstra grandes áreas planas relacionadas aos processos deposicionais.

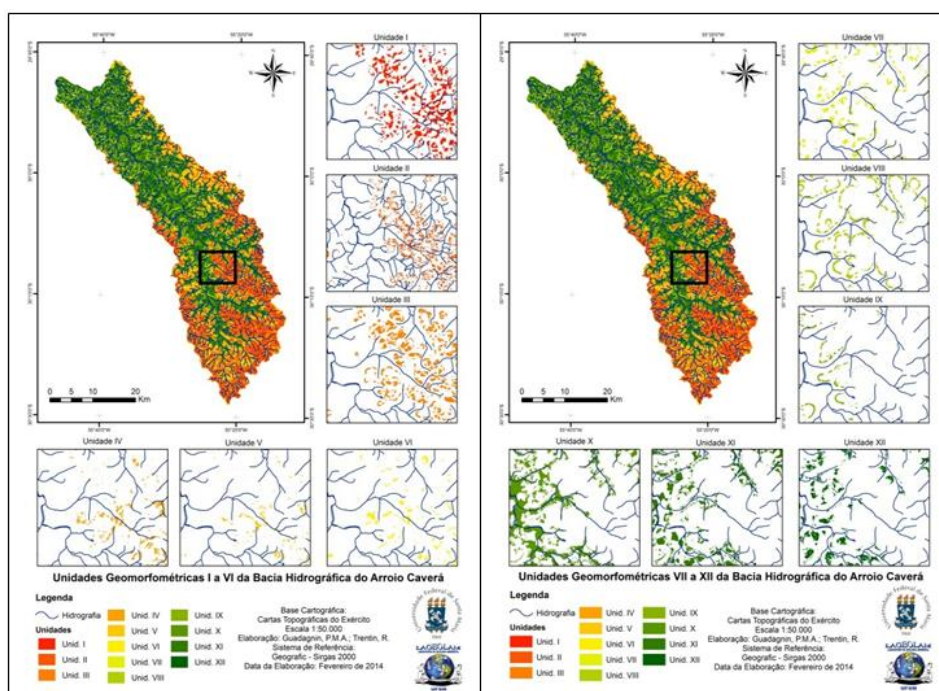


Figura 3: Mapas das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do arroio Caverá.
Fonte: Guadagnin e Trentin, 2014.

Caracterização da Vegetação Florestal

A vegetação florestal na bacia hidrográfica do arroio Caverá apresenta-se em duas tipologias: matas ciliares e capões-de-mato / matas de encosta.

Matas Ciliares

Principal formação florestal da bacia ocorre na planície de acumulação, associada ao curso principal e aos afluentes do arroio Caverá (Figura 4). Distribui-se formando uma faixa longitudinal com largura e composição florística variáveis de acordo com as particularidades locais, bem como se encontra por vezes reduzida e/ou segmentada pela ação antrópica (Figura 5).

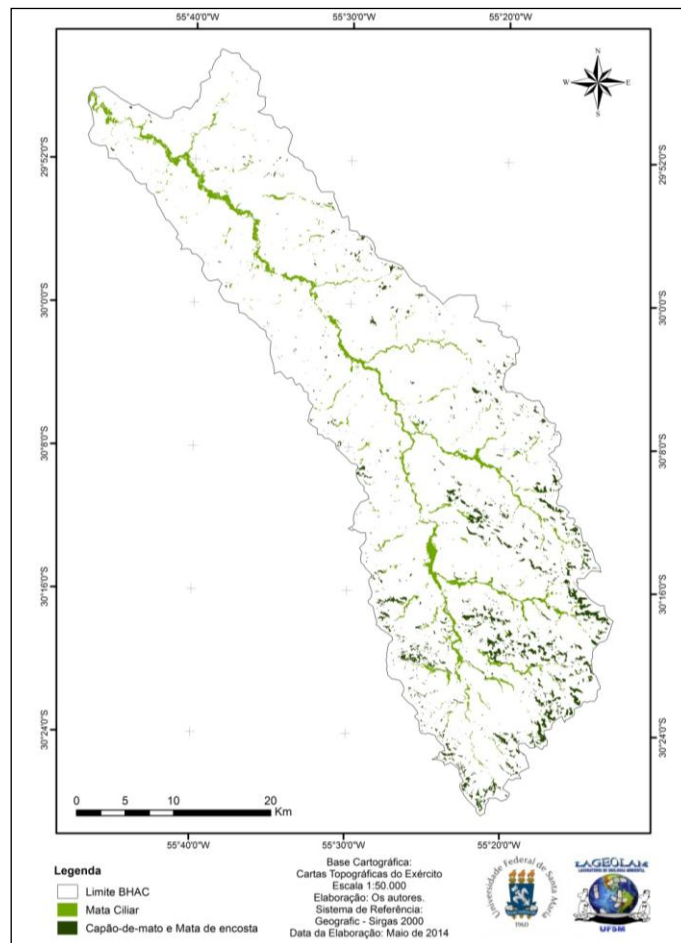


Figura 4: Mapa da mata ciliar e capão-de-mato / mata de encosta da bacia hidrográfica do arroio Caverá.
Fonte: Guadagnin; Trentin; Alves (2014).

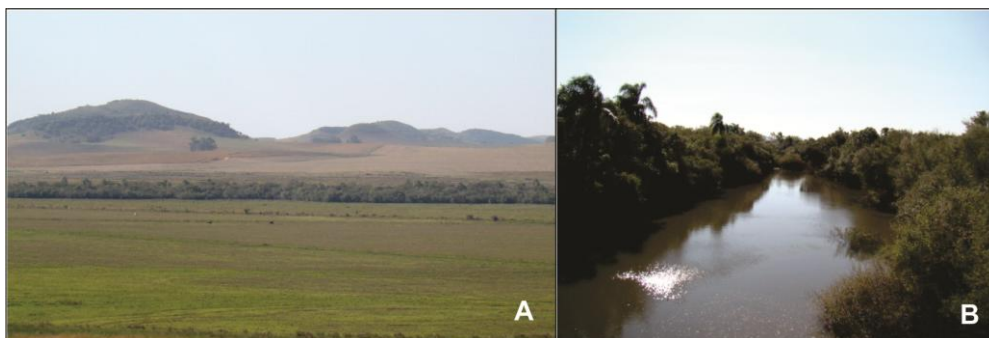


Figura 5: Fotografias mostrando o aspecto geral da mata ciliar do arroio Caverá (A) e, mais detalhadamente, em contato com a água, o grupo das reófitas, representadas principalmente pelos sarandis, (*Sebastiania schottiana* (Müll.Arg.) Müll.Arg., *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll.Arg e *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk.) e no estrato superior, em destaque o coqueiro gerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman) (B). Abril de 2013.

Capões-de-mato / Matas de encosta

Constituem-se em pequenos núcleos florestais compostos principalmente por espécies típicas da mata ciliar. Estes se arranjam exclusivamente à meia encosta íngreme de colinas e morrotes, associados principalmente a drenagens de primeira ou segunda ordem, em locais

de declividades acentuadas e ou amplitudes relativamente elevadas (Figura 4). Capões de mato⁴ são núcleos florestais de pequena extensão, dispersos em meio à vegetação campestre, que apresentam composição florística muito semelhante à mata ciliar (Figura 6).

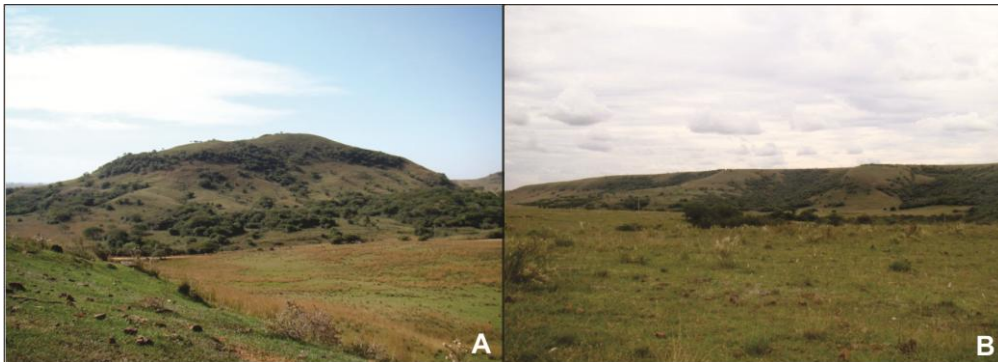


Figura 6: Fotografias mostrando o aspecto geral dos capões-de-mato / matas de encosta da BHAC. Abril de 2013 (A) e março de 2014 (B).

Relação entre as Unidades Geomorfométricas e a Vegetação Florestal

Ao relacionar a distribuição da tipologia mata ciliar às unidades geomorfométricas previamente definidas, observa-se a estreita relação existente entre este tipo fisionômico e algumas unidades de relevo (Gráfico 1).

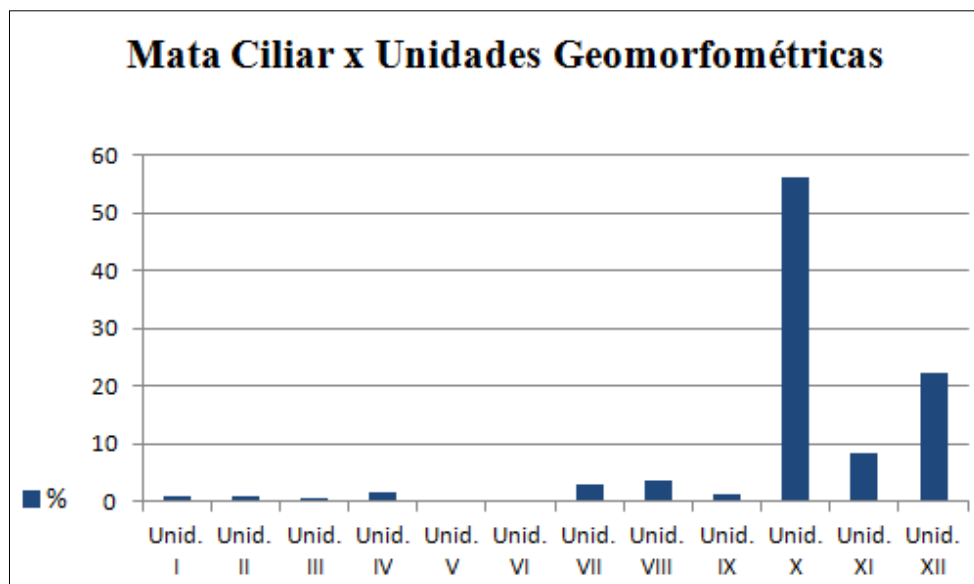


Gráfico 1: Relação entre as unidades geomorfométricas e a mata ciliar na bacia do arroio Caverá. Fonte: Guadagnin; Trentin; Alves (2014).

4. O termo “capão”, de origem indígena (Tupinambá), deriva de “caa-apoam” e significa mata circular. É utilizado regionalmente para caracterizar ilhas de vegetação silvática dispersas em áreas campestres. Este termo foi registrado pelos portugueses com a corruptela “capão de mato” (MARCHIORI, 2004).

A predominância da mata ciliar na unidade X, com 56,29% do total, pode ser explicada por esta ser associada ao médio e baixo curso da bacia, ocorrência nos terços inferior e médio das vertentes, por possuir altitude e declividade inferiores às médias de 150m e 5%, respectivamente, e concentração do fluxo convergindo na base da vertente, constituindo, portanto, na planície de acumulação da bacia. Nas unidades XI (8,45%) e XII (22,13%) também são observadas altitudes e declividades inferiores à média e predomínio nos terços médio e inferior das vertentes, estendendo-se ao terço superior na unidade XII, predominantemente associadas ao baixo e médio curso da bacia.

A relação entre as unidades geomorfométricas e a distribuição da tipologia dos capões-de-mato / matas de encosta revela a predominância destes tipos fisionômicos em algumas unidades em específico (Gráfico 2).

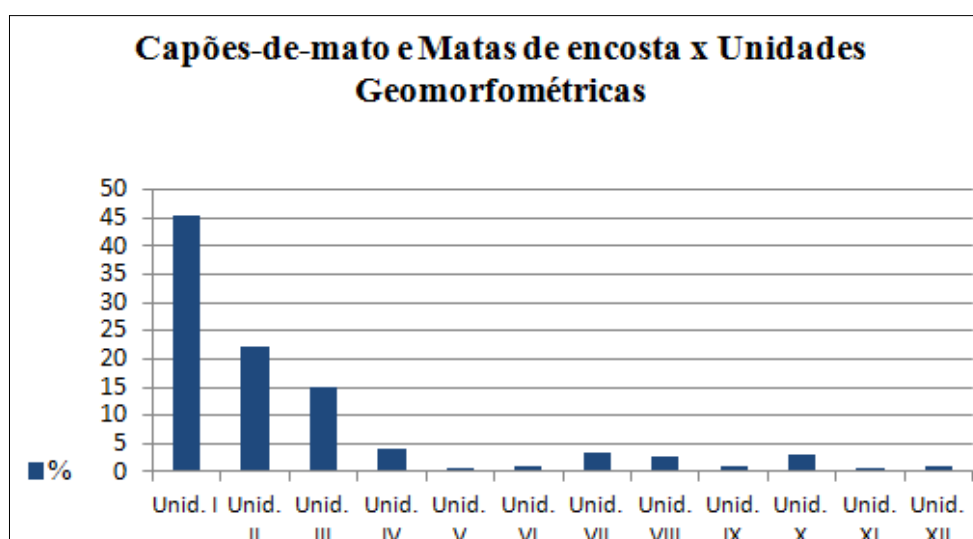


Gráfico 2: Relação entre as unidades geomorfométricas e os capões-de-mato / matas de encosta na bacia do arroio Caverá.

Fonte: Guadagnin; Trentin; Alves (2014).

Ao analisar o gráfico, fica clara a grande predominância destes tipos fisionômico-florísticos na unidade I, com 45,53% do total, o que pode ser explicado devido a esta unidade estar distribuída principalmente pelo alto curso da bacia, em declividades superiores a 5%, localização predominantemente nos topos das vertentes e concentração da água devido ao plano de curvatura convergente, o que favorece a ascensão de algumas espécies provenientes da mata ciliar.

Nas unidades II e III, onde a ocorrência também é expressiva (22,31% e 15,07%, respectivamente), as características são bastante próximas às da unidade I, porém ocorrendo, embora com menor expressão, no médio e baixo curso da bacia e no terço médio das vertentes. Nas três unidades a altitude é maior que a média de 150 metros.

Esta relação, associada à composição florística, fortalece o pressuposto de que a vegetação ocorrente em capões-de-mato e matas de encosta tem importante contribuição das matas ciliares, devido à existência de fatores, como a configuração do relevo e a disponibilidade hídrica, que contribuem para esta dispersão.

Este “avanço” da vegetação proveniente da mata ciliar em direção às áreas campestres foi abordado por Alves (2008) em trabalho realizado em área próxima à BHAC, de acordo com o autor, “em áreas com planície de acumulação reduzida, a floresta de galeria pode conectar-se a capões-de-mato localizados à meia encosta de colinas ou morrotes vulcânicos, bem como à vegetação de cornijas ou de morrotes de arenito”, esta conexão contribui com algumas espécies na composição florística destas formações.

Veloso e Góes-Filho (1982) ao abordar a vegetação ocorrente na Região da “Savana Estépica Parque”, predominante na bacia em estudo, destacam que esta formação apresenta fitofisionomicamente, dois estratos vegetativos diferentes: um gramíneo-lenhoso contínuo e outro arbóreo aberto descontínuo, que estende-se a partir das matas ciliares, nos fundos dos vales, até as partes elevadas das encostas.

Outro fator importante que deve ser levado em consideração nesta expansão da vegetação florestal sobre áreas campestres⁵ é a insolação recebida pelas áreas onde a vegetação se encontra. O gráfico 3 apresenta a relação entre a orientação das vertentes e a distribuição dos capões-de-mato e matas de encosta na bacia do arroio Caverá.

5. Tema abordado de maneira exímia por Marchiori em “Fitogeografia do Rio Grande do Sul: Campos Sulinos” (MARCHIORI, J. N. C. Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos. Porto Alegre: EST, 2004).

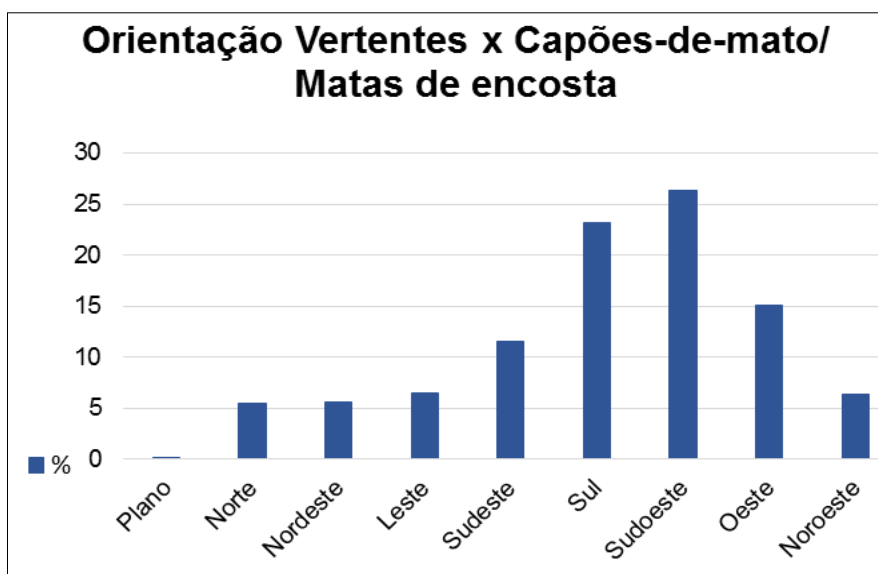


Gráfico 3: Relação entre as orientações das vertentes e a distribuição dos capões-de-mato / matas de encosta na bacia do arroio Caverá.

Fonte: Guadagnin; Trentin; Alves (2014).

A análise do gráfico permite observar que os tipos fisionômico-florísticos em questão ocorrem com predominância nas vertentes das porções sul (23,11%) e sudoeste (26,29%) da bacia, o que demonstra que o sombreamento recebido nestas áreas é outro fator que pode favorecer o desenvolvimento da vegetação arbórea.

Tais resultados fortalecem o pressuposto por Marchiori (2004) de que a vegetação campestre, dominante em locais mais planos e de relevo suavemente ondulado, perde espaço para o elemento arbóreo, principalmente em encostas montanhosas e áreas dissecadas pela rede de drenagem. Segundo o autor, o estabelecimento de árvores e arbustos em meio ao campo normalmente ocorre na interface entre solo e rocha em áreas de solos pedregosos, na região do Escudo e na Serra do Caverá, onde as raízes pivotantes tem maior facilidade de penetração. Após o crescimento, o sombreamento proporcionado, prejudica o desenvolvimento das gramíneas circundantes, favorecendo o estabelecimento de novas árvores e arbustos. Desta forma, surgem “pequenos núcleos de vegetação silvática em pleno campo, precursores dos capões-de-mato, principalmente em ravinas e vales entalhados no dorso de coxilhas”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis geomorfológicas extraídas do Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado a partir dos dados SRTM apresentaram-se como um importante recurso no estudo da dinâmica de distribuição das formações florestais na bacia em estudo, demonstrando a existência de forte vinculação com o relevo.

A mata ciliar apresentou intensa relação com a unidade geomorfológica X, caracterizada por áreas planas, de baixa altitude e curvatura horizontal convergente, constituindo-se, predominantemente, na planície de acumulação da bacia, onde desenvolvem-se, principalmente, as espécies reófitas⁶ dando suporte ao desenvolvimento das demais.

Os capões-de-mato e matas de encosta apresentaram grande relação com a unidade geomorfológica I, caracterizada por áreas declivosas, de altitude elevada e plano de curvatura convergente, o que, associado à direção da vertente, favorece a ascensão da vegetação que encontra nestas porções do relevo condições propícias ao seu estabelecimento e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. S. Estudos Fitogeográficos na Bacia Hidrográfica do Arroio Lajeado Grande – Oeste do RS, 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFSM.
- ALVES, F. S.; ROBAINA, L. E. S.; MARCHIORI, J. N. C. Fitogeografia da bacia hidrográfica do arroio Lajeado Grande – Oeste do Rio Grande do Sul. Revista Geografia. Rio Claro, v. 35, n. 3, p. 605- 622, set. dez. 2010.
- ALVES, F. S. Fitogeografia da Região do Jarau – Quaraí/RS, 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – UFSM.
- ART, Henry W. Dicionário de ecologia e ciência ambiental. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998.
- BISPO, P. C.; VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T. M. Relação entre as variáveis extraídas de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e a vegetação do Parque Nacional de Brasília. Acta Botânica Brasílica, v. 24, n. 1, p. 96-103, 2010.

6. Planta adaptada para crescer em água corrente (ART, H.W. Dicionário de ecologia e ciência ambiental. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998).

- CABRERA, A. L.; WILLINK, A. Biogeografia de America Latina. Washington – Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 1973.
- CHAGAS, C. S. Mapeamento digital de solos por correlação ambiental e redes neurais em uma bacia hidrográfica no domínio de mar de morros. Viçosa, 2006. 223p. Tese (Doutorado - Universidade Federal de Viçosa – UFV).
- DEBLE, L. P. A Vegetação Campestre no Bioma Pampa. In: DEBLE, L. P.; DEBLE, A. S. O.; LEÃO, A. L. S. O Bioma pampa: contribuições científicas. Bagé: Ediurcamp, 2011.p. 84-143.
- GUADAGNIN, P.M.A.; TRENTIN, R. Compartimentação geomorfométrica da bacia hidrográfica do arroio Caverá-RS. Geo UERJ, Rio de Janeiro, v.1, n. 25, 2014. p. 183-199.
- IWAHASHI, J.; PIKE, R. J. Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. *Geomorphology*. 86(3-4): 409-440, 2007.
- LINDMAN, C. A. M. A Vegetação no Rio Grande do Sul. São Paulo: Itatiaia, 1974.
- MARCHIORI, J. N. C. Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos. Porto Alegre: EST, 2004.
- RAMBO, Balduino. A Fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural (1956). 3° ed. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2000.
- REITZ, R., KLEIN, R.M., REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SUDESUL, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Herbário Barbosa Rodrigues, 1988.
- SILVEIRA, C.T.; SILVEIRA, R.M.P. Classificação geomorfométrica de unidades morfológicas do relevo no estado do Paraná obtida de atributos topográficos e árvore de decisão. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Vitória/ES. 2013.
- SIRTOLI, A. E.; SILVEIRA, C. T.; MONTOVANI, L. E.; SIRTOLI, A. R. A.; OKA-FIORI, C. Atributos do relevo derivados de modelo digital de elevação e suas relações com solos. *Scientia agraria*, v.9, n.3, p.317-329, 2008.
- VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.3, p.539-546, 2003.
- VALERIANO, M. M.; CARVALHO JÚNIOR, O, A. Geoprocessamento de modelos digitais de elevação para mapeamento da curvatura horizontal em microbacias. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v 4, n.1, p.17-29, 2003.
- VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. Projeto RadamBrasil – Vegetação. 1982.

Artigo submetido em 25/09/2014

Artigo aceito em 30/03/2015