

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO MIRACATU, OESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

DE NARDIN, D.¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria-dionaradenardin@mail.ufsm.br

ROBAINA, L. E. S.²

² Universidade Federal de Santa Maria-lesro@hanoi.base.ufsm.br

RESUMO

O presente trabalho busca através da construção do mapa geomorfológico integrar informações sobre drenagem, relevo, geologia e feições superficiais. Utiliza-se a bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, afluente do Ibicuí, como unidade padrão para análise. Essa área compreende 58.647 ha, na porção oeste do Rio Grande do Sul, com importantes processos de erosão acelerada. O mapa geomorfológico foi elaborado através do software Spring 4.2, desenvolvido pelo INPE, com base em trabalhos de campo e auxílio de cartas topográficas e imagem de satélite Landsat 7 de 2000. A bacia apresenta uma hierarquia fluvial de 6º ordem e um padrão de drenagem dendrítico retangular, com um controle estrutural de direção NE-SW. A área possui rochas vulcânicas, associadas com arenitos médios a finos de origem eólica e arenitos fluviais com grânulos quartzosos em um relevo predominante de colinas. A diversidade de formas e litologias possibilitaram a separação de 8 unidades com características homogêneas: *Colinas com Rocha Vulcânica em altitudes elevadas* - seqüência de 2 contatos acima de 260 m, que promovem a formação de patamares e acúmulo de água; *Morros e Morrotes de Rochas Vulcânicas* - declividades superiores a 15 %, com escarpas abruptas associadas às seqüências de 4 derrames. *Colinas de Rochas Vulcânicas com intercalações de arenito* - altitudes menores que 160 metros e declividades menores que 5%. Os derrames são mais espessos e encontram-se intercalados por “janelas” de arenitos. *Morrotes Isolados de Rocha Vulcânica* - áreas bem vegetadas conhecidas como morros testemunhos, com inclinações maiores que 15%. *Morrotes Isolados de Arenito* - formados de arenito fluvial e conhecidos como cerros de topos planos, devido a maior coesão do óxido de ferro/sílica. *Colinas de Arenito* - unidade mais significativa com 31.956 ha, relevo suave a ondulado e declividades menores que 15%. As rochas friáveis geram grande quantidade de areais e voçorocas. *Colinas e Morrotes de Rochas Vulcânicas* - predominam colinas ocorrendo morrotes associados. *Áreas planas com depósitos recentes* - fragmentos de rochas vulcânicas e sedimentares, em áreas de planície de inundação em declividades menores de 5%. O Mapeamento Geomorfológico busca oferecer informações que auxiliam as interpretações e análises sobre a evolução da paisagem na região servindo de base para o planejamento dessas áreas.

Palavras chaves: Mapeamento, Geomorfologia, Bacia Hidrográfica.

INTRODUÇÃO

Os estudos geomorfológicos são de fundamental importância para o entendimento dos ambientes naturais e das alterações desencadeadas pela ocupação humana, que possibilitaram ao longo do tempo a geração de desequilíbrios com um aumento na fragilidade dos ecossistemas. Atualmente essas alterações, que podem ser observadas no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, estão relacionadas à intensificação dos processos erosivos que condicionam o aparecimento de voçorocas e processos de arenização.

Dentro do planejamento ambiental relacionado à geomorfologia, a variável geológica torna-se indispensável para a execução de prognósticos que venham a recuperar áreas degradadas de forma adequada. Dessa forma, Botelho (1999) analisando os fatores

do meio físico que são necessários ao planejamento ambiental destaca que os corpos rochosos, em função de suas características mineralógicas, texturais e estruturais, respondem diferentemente a ação dos processos exógenos, influenciando nas formas de relevo e tipos de solo. Acrescenta ainda, que as informações geológicas permitem a reconstrução histórica da evolução da paisagem e do seu comportamento atual.

Assim, utilizando a bacia hidrográfica como unidade padrão, que permite a integração das feições e formas de relevo, da geologia e dos processos atuantes no meio físico, o presente trabalho pretende contribuir com o conhecimento da área através do mapeamento geomorfológico.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, afluente do Ibicuí, na porção oeste do Rio Grande do Sul, que apresenta importantes processos de erosão acelerada. A bacia possui uma área de 58.647 ha, e está localizada, entre as coordenadas geográficas $54^{\circ}59'44''$ e $55^{\circ}28'33''$ de longitude oeste de Greenwich e $29^{\circ}18'34''$ e $29^{\circ}39'31''$ de latitude sul do Equador. (Figura 1).

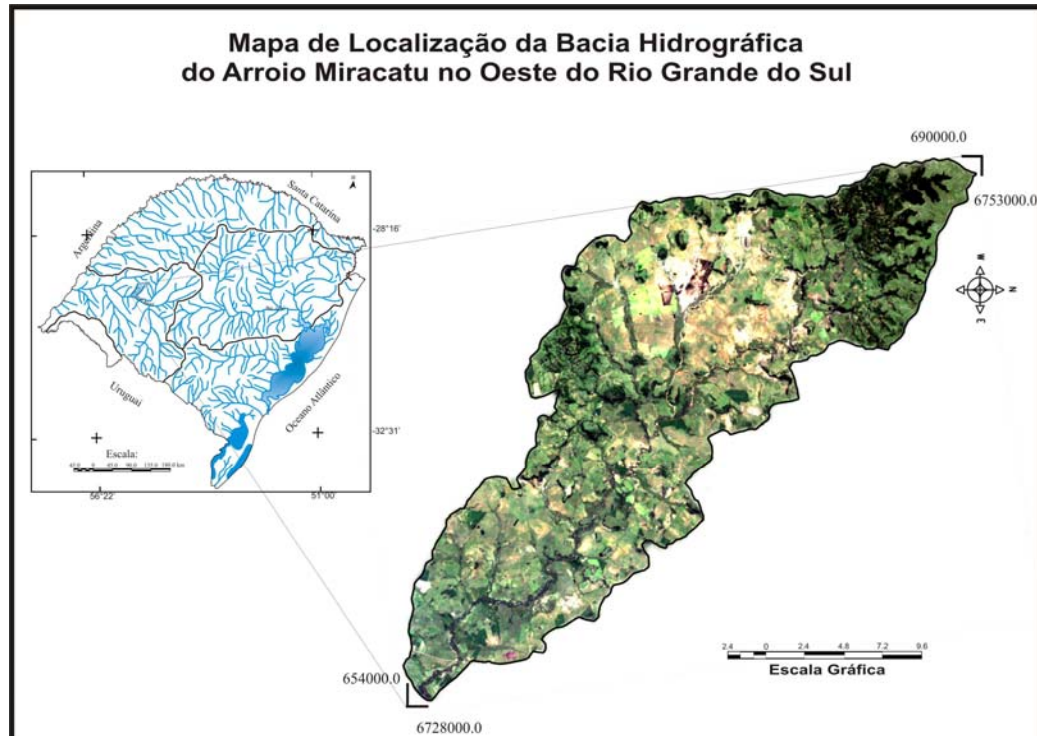


Figura 1: Localização da área de estudo.

A região vem sendo trabalhada, inicialmente, por autores como Maciel Filho et al. (1971), que investigaram a geologia do município de São Francisco de Assis, alertando para a existência de manchas de areia que mereciam cuidados especiais. Outras autoras como Montargo e Benaduce (1984), em estudos nessa região, classificaram os sedimentos arenosos, onde ocorrem os areais, como sendo da Formação Caturrita. Recentemente, em trabalho realizado por Verdum (1997), através da elaboração da Carta Geo-ecológica e da dinâmica morfogenética comprovou-se a fragilidade ambiental dessa bacia.

METODOLOGIA

A realização do trabalho ocorreu através do levantamento de informações morfométricas básicas da rede de drenagem e do relevo, que possibilitaram através da integração dos dados uma análise inicial da compartimentação do relevo em unidades com feições e respostas semelhantes aos processos de dinâmica superficial.

Para isso, fez-se necessário, a utilização de parâmetros definidos por Strahler (1959) e Horton (1945) apud Christofolletti (1974), referentes aos padrões de drenagem, a forma da bacia através do Índice de circularidade ($IC = A/A_c$), a magnitude da bacia, e a densidade de drenagem ($D_d = L_t/A$). Os parâmetros do relevo analisados foram altitude, comprimento de vertente, amplitude e declividade que definiram as formas de relevo.

Através de trabalhos de campo, da interpretação de imagem de satélite e de fotografias aéreas oblíquas, pode-se definir a geologia da área e as feições de relevo, como voçorocas/ravinas e areais, além de informações sobre os afloramentos rochosos, depósitos recentes, escarpas, e linhas de contatos de derrame. A análise e espacialização de informações sobre drenagem, relevo e geologia, serviram de base para a construção do mapa geomorfológico que constitui-se no produto integrador das formas e dos processos morfogenéticos que compõem a área.

O mapa geomorfológico foi elaborado utilizando o software Spring 4.2, desenvolvido pelo INPE e como finalização o Corel DRAW 12, desenvolvido pela Corel Inc. Como base cartográfica utilizou-se as cartas topográficas do exército, de escala 1:50.000 de Caraguataí (SH.21-X-D-I-3), Vila Kramer (SH.21-X-D-I-4), Manuel Viana (SH.21-X-D-IV-1) e São Francisco de Assis (SH.21-X-D-IV-2), além de imagem de satélite Landsat 7 nas bandas 123 RGB, de 2001.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Rede de Drenagem

Com relação a rede de drenagem a bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, apresenta uma hierarquia fluvial de 6ª ordem, e um total de 926 canais de drenagem que juntos atingem um comprimento de 911,76 Km. Apresenta um padrão de drenagem dendrítico retangular, cujos canais fluviais sofrem um controle estrutural geológico, ou seja, possuem falhas e fraturas que resultam em um traçado retilíneo, nas zonas de contatos. Esse controle estrutural ocorre principalmente com direção NE, possuindo também um importante controle NW que ocasiona contatos retos e mudanças abruptas do curso.

A densidade de drenagem da bacia é de 1,55 km/km², classifica-se portanto, segundo Villela e Mattos *apud* Rizzi *et al* (1999), como uma bacia pouco drenada. Devido a distinção do comportamento litológico e do relevo apresentou as maiores densidades na margem direita, nas áreas de escarpa onde encontram-se as rochas vulcânicas, chegando a apresentar uma densidade de 2,33 km/km². Já na margem esquerda apresentou densidades baixas mas que podem estar associadas a substratos com maior permeabilidade, o que propicia uma diminuição do desenvolvimento dos canais da drenagem.

Relevo

A bacia apresenta cotas altimétricas que variam de 80 m a 420 m. A análise dos comprimentos de vertentes (rampas) identificou comprimentos entre 250m e 2250m. Predominam vertentes curtas e médias, refletindo a esculturação do relevo associado a vales encaixados.

A análise das declividades das vertentes permitiu determinar que as áreas planas, com classe de declividades menores de 2 %, apresentam-se em sua maioria na planície fluvial do Arroio Miracatu. A ocorrência de declividade de 2 a 5%, abrange uma área de 120,66 km que totalizam 20,52%, estando relacionadas a ocorrência de colinas com vertentes alongadas ou também a pequenas planícies aluviais. A classe de declividade de 5 a 15%, é a que ocupa a maior área da bacia, que representa 266,91 km, ou seja, 45,40% do total, nessa classe os processos erosivos passam a atuar mais intensamente. As declividades superiores a 15% são as menos expressivas na bacia hidrográfica, porém ganham significado por representar vertentes que aparecem, quase que predominantemente, nas áreas a montante da bacia, onde encontra-se os derrames vulcânicos.

As formas do relevo foram analisadas de acordo com a proposta do IPT (1991) *apud* Moreira & Pires Neto (1998), em Rampa, Colina, Morrote e Morro, levando-se em

conta a amplitude local e o gradiente. As colinas são as formações mais comuns encontradas na área, abrangendo mais da metade da bacia. Os morros e morrotes foram localizados apenas em algumas porções no lado oeste da bacia, nas áreas do rebordo, associado as escarpas.

Geologia

Na bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, ocorrem rochas vulcânicas, associadas com intercalações de arenitos médios a finos de origem eólica e arenitos fluviais com grânulos quartzosos. As rochas que compõem o substrato da área pertencem a Bacia do Paraná, que segundo Milani (2002), é uma bacia intracratônica que abriga rochas com idade entre o NeoOrdoviciano e o Neocretáceo, compreendendo uma vasta região sedimentar da América do Sul, com aproximadamente 1.500.000 km² de área. Seu limite em território brasileiro compreende os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais.

As rochas vulcânicas presentes na bacia estão associadas as sequências de derrames da Formação Serra Geral da Bacia do Paraná, que ocorreram na porção sul do Brasil e segundo Roisenberg & Viero (2002), tem sua origem no Cretáceo Inferior. Para Milani (2002), essas rochas estão arrançadas conforme um padrão decrescente de idades em direção ao topo. Isso reflete um comportamento de empilhamento de lavas, sendo que na área foram observados 6 sequências de derrames, determinados pela observação da textura e estrutura.

As rochas sedimentares compostas por arenito com estratificação cruzada alongada segundo Montargo & Benaduce (1984) pertencem a Formação Botucatu. Ocorrem em afloramentos dando sustentabilidade ao topo dos cerros, uma vez que podem ocorrer de forma silicificada. Outro substrato litológico identificado na bacia hidrográfica do Miracatu, são os arenitos com características fluviais, devido a presença de grânulos de sílica e quartzo arredondados e esparsos e textura areia grossa. Essa rocha abrange a maior área na bacia sendo muito friável condicionando a formação de intensos processos erosivos. Montargo & Benaduce (1984), em trabalhos na área, consideraram que a sedimentação associada as áreas com areais pertencem a Formação Caturrita. Recentemente os trabalhos realizados por Scherer et al (2002), demonstram que esses arenitos que se encontram abaixo e em contato discordante com a Formação Botucatu pertencem a formação Guará e, que sua sedimentação tenha ocorrido no final do Jurrásico.

Feições Superficiais

A morfologia da área está intimamente associada ao substrato rochoso e essa condição também associa-se aos processos de dinâmica superficial que são acentuados nos municípios de São Francisco e Manuel Viana. A fragilidade do substrato torna-se vulnerável a exposição de voçorocas e areais e acaba sendo um índice preocupante para a área, uma vez que esses processos estão sendo intensificados pela ação antrópica. O aparecimento de ravinamentos e voçorocas ocorrem relacionados às cabeceiras de drenagem e também próximos a cerros de arenitos coesos.

Os processos de arenização condicionam o aparecimento de manchas de areia os quais se originam pela ação pluvial e se expandem por processos pluviais e eólicos (Figura 2). Os intensos processos de desagregação das rochas areníticas das colinas e dos cerros que apresentam material mais resistente, devido uma capa de óxido de ferro e manganês, leva a um desgaste do arenito friável que é desagregado formando os campos de areia. Ocorrem também, associados às voçorocas que escavam e depositam o material na base dos cerros formando os areais. Em toda a bacia foram marcados 1.122, 32 ha com manchas expostas de areais nas áreas com arenito.

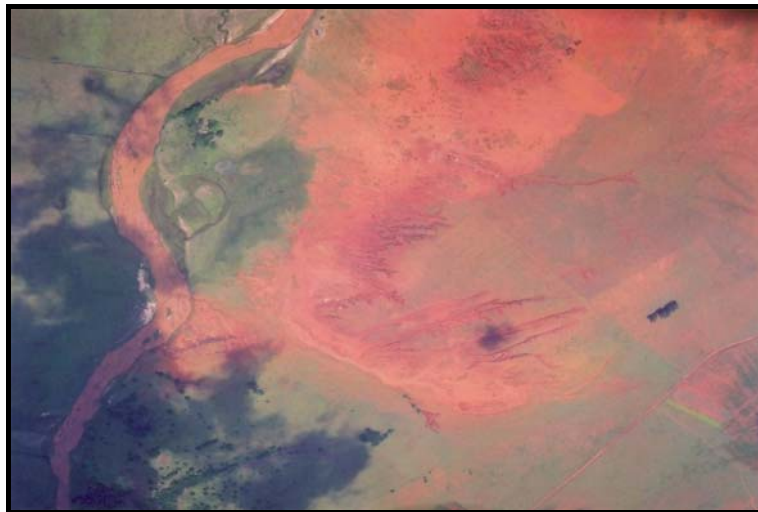


Figura 2: Voçorocas e formação de areais na área.

As linhas de contatos de derrame são salientados na topografia através de patamares em rochas vulcânicas. Na porção superior da bacia observam-se seis contatos, na porção leste três contatos e no baixo curso da bacia uma seqüência de 2 derrames. Nessas áreas é comum a ocorrência de surgências que podem ser usadas para o abastecimento.

As escarpas são feições naturais com declives muito fortes onde podem ocorrer fenômenos como escorregamentos, rastejos e quedas de blocos.

Os falhamentos tectônicos existentes na porção centro oeste da bacia, condicionaram um controle da drenagem e possivelmente são resultado de um soerguimento na forma de domo, que possibilitou a exposição das rochas sedimentares mais antigas. Nessa área os fraturamentos tem sentido preferencial de NE – SW, que podem ser observados pelo alinhamento da drenagem.

Unidades Geomorfológicas

A Bacia do Miracatu apresenta uma diversidade de formas e litologias que são identificadas e separadas em oito unidades com características geomorfológicas homogêneas (Figura 4).

Unidade de Colinas de Rocha Vulcânica em altitudes elevadas

Essa unidade apresenta colinas com altitudes superiores a 260 m, com um total de 1.531,34 ha, nas maiores altitudes da bacia. Ocorrem uma sequência de 2 derrames pouco espessos formando patamares nos locais de contato, com acúmulo de água, associados a ocorrência de solos pedregosos. Ocorrem ainda, pequenas depressões relacionadas as nascentes dos cursos d'água.

Unidade de Morros e Morrotes de Rochas Vulcânicas

Esta unidade abrange uma porção de 5.790,19 ha a montante da área, onde as formas de relevo predominantes são morros e morrotes de rochas vulcânicas. Nesses locais encontram-se vertentes entalhadas, que formam vales encaixados de encostas íngremes, com um grande número de cabeceiras de drenagem, e declividades superiores a 15 %. Aparecem ainda, escarpas abruptas associadas as sequências de derrames, que nessa porção totalizam 4 contatos. A erosão, os deslocamento de blocos e os escorregamentos são os processos de dinâmica superficial presentes nessas áreas.

Unidade de Colinas de Rochas Vulcânicas com intercalações de arenito

Nessa área as colinas de basalto encontram-se em altitudes menores que 160 metros em declividades predominantes menores que 5%. Os derrames nessas áreas encontram-se intercalados por “janelas” de arenitos. Essa unidade compreende 3.006,70 ha.

Unidade de Morrotes Isolados de vulcânica

Definida pela ocorrência de formas isoladas de morrotes vegetados, conhecidos como morros testemunhos, com inclinações das vertentes maiores que 15%. Nessa pequena área de morrotes, com 526,55 ha, a menor unidade da bacia, ocorrem processos erosivos e movimentos de massa devido as altas declividades.

Unidade de Morrotes Isolados de Arenito

Essa unidade compreende os morrotes isolados formados de arenito fluvial que resistiram na topografia devido a maior coesão do material, dado por um cimento de óxido de ferro ou sílica que forma uma camada que mantém o relevo de topos planos. Esses morrotes, conhecidos como cerros, compreendem uma área de 923,37 ha.

Unidade de Colinas de Arenito

Representa a unidade mais significativa da bacia, com 31.956,53 ha, com relevo de colinas suaves a onduladas, com inclinações que podem chegar a 15%, mas predominam declividades menores que estão associadas as colinas de vertentes alongadas de topo plano nos interflúvios, onde a topografia demonstra um relevo com predomínio de rampas. O substrato rochoso predominante nessas áreas são arenitos de origem eólica e fluvial. As altitudes variam entre 120 a 200 m, podendo chegar a 300m a montante da área. Associam a essas áreas de arenito friável, processos de dinâmica superficial de erosão avançada que proporcionam a geração de grande quantidade de areais e voçorocas (Figura 3).



Figura 3: Processo de arenização próximo a cerros de arenito.

Unidade de Colinas e Morrotes de Rochas Vulcânicas

Nesta unidade predominam colinas, ocorrendo formas de morrotes associados. Aparecem em áreas com menores altitudes totalizando uma área de 5.327,15 ha, onde a drenagem apresenta-se com maior densidade relacionada a rochas vulcânicas que são mais impermeáveis na área.

Unidade de Áreas planas com depósitos recentes

Esta unidade é composta por depósitos recentes de fragmentos originados de rochas vulcânicas e sedimentares, em áreas de fundo de vale, nas planícies de inundação, onde o relevo representa uma topografia plana, na qual predominam as rampas. Compreende a

segunda maior unidade com 9.591,81 ha, que se associam às declividades menores de 5%. As altitudes predominantes são de 120m, atingindo 200m no alto curso, apresentam ainda os maiores comprimentos de vertente.

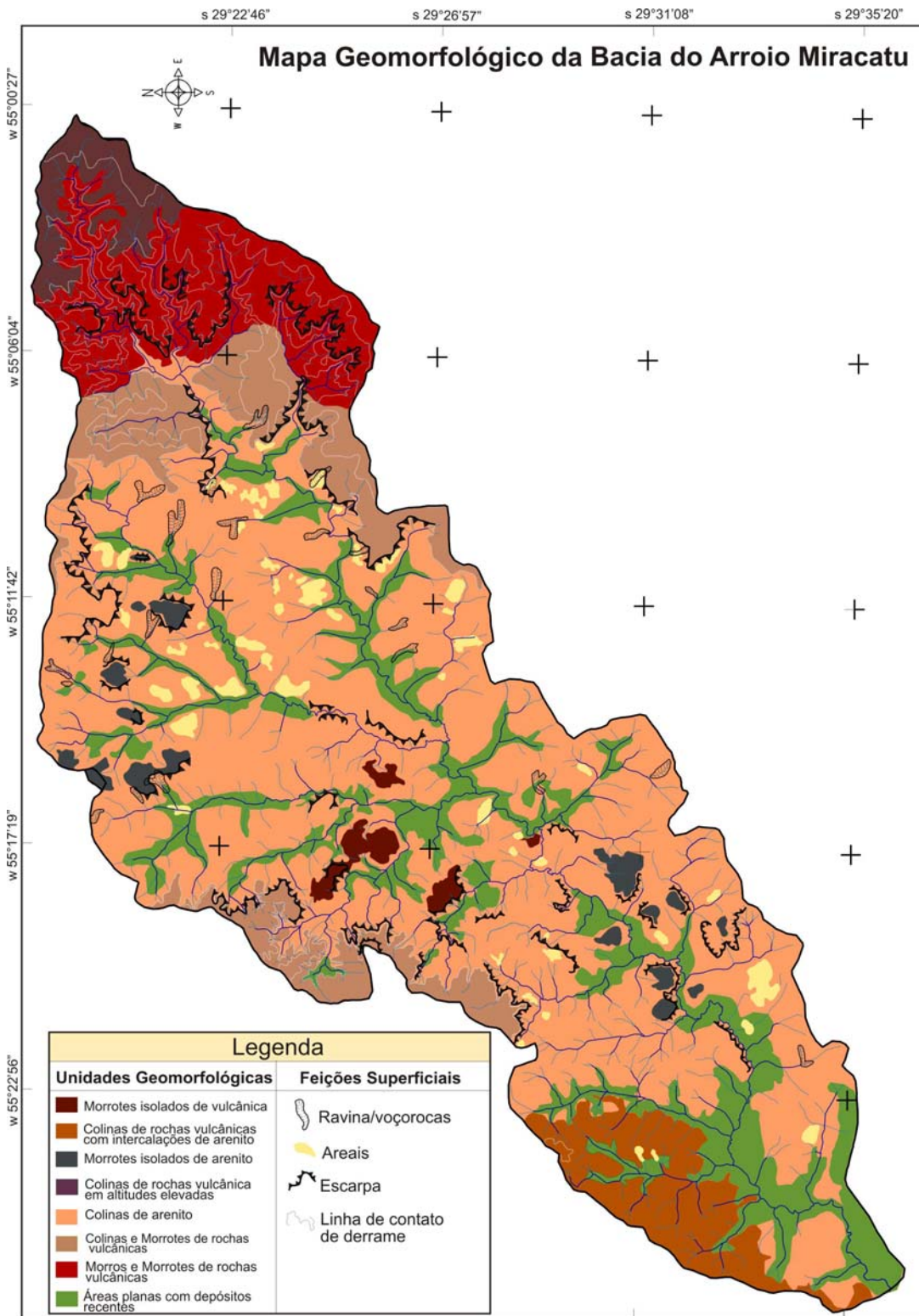


Figura 4: Mapa geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu.

CONCLUSÕES

Na Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu observa-se a ocorrência de significativos processos de erosão acelerada que geram areais e voçorocas. A análise desses processos deve ter como base as informações sobre o relevo, materiais inconsolidados e substrato litológico.

O Mapeamento Geomorfológico busca oferecer informações que auxiliam as interpretações e análises sobre a evolução da paisagem na região servindo de base para o planejamento do uso nessas áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p.268-300.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed da Universidade de São Paulo, 1974.

MACIEL F. C; MENEGOTO, E. SARTORI, P. **Geologia do Município de São Francisco de Assis. RS**. Santa Maria. Ed UFSM. 1971.

MILANI, E. J. **Geodinâmica Fanerozóica do gondwana sul-ocidental e a Evolução Geológica da Bacia do Paraná**. In: Geologia do Rio Grande do Sul. HOLZ, M. & DE ROS, L. F. 2002 444 p.

MONTARGO, D. K. & BENADUCE, G. M. C. Considerações sobre o processo nos areais de São João e de Passo Novo em Alegrete, RS – Brasil. **Anais**. Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, 1984.

MOREIRA, C. V. R. & PIRES NETO, A. G. Clima e Relevo. In: OLIVEIRA, A. M. S. & BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, p.68-86.

RIZZI, N. E. et al. **Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Canguiri – Região Metropolitana de Curitiba-PR**. Curitiba, 1999.

ROISENBERG, A. & VIERO, A. P. **O vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul**. In: Geologia do Rio Grande do Sul. HOLZ, M. & DE ROS, L. F. 2002 444 p.

SCHERER, C. M. dos S.; FACCINI, U. F.; LAVINA, E. L. **Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná**. In: Geologia do Rio Grande do Sul. HOLZ, M. & DE ROS, L. F. 2002 444 p.

VERDUM, R. LAMBERT, R. Orientador. **Approche géographique des “déserts” dans les communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana – Etat du Rio Grande do Sul – Brésil**. Université de Toulouse II (Le Mirail), U.T.II, França. Doutorado.1997. 211 p.