

MAPEAMENTO DAS UNIDADES DE PAISAGEM DAS CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA NA MICROBACIA DO RIO CONRADO COM AUXILIO DE PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Rosane Dalpiva BRAGATTO¹, Julio Caetano TOMAZONI², Nilvânia Aparecida de MELLO³

(1) Mestre em Desenvolvimento Regional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco. Rua dos Jardins, 1659 - centro. CEP 85.568-000. Saudade do Iguaçu, PR. Endereço eletrônico: rosanebragatto@gmail.com

(2) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Francisco Beltrão. Linha Santa Bárbara, CEP 85601-970 - Caixa Postal 135 - Francisco Beltrão – PR. Endereço eletrônico: caetano@utfpr.edu.br

(3) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco. Via do Conhecimento, Km 01 Fraron, CEP 85503-390 - Caixa Postal 571 – Pato Branco – PR. Endereço eletrônico: nilvania@utfpr.edu.br

Introdução
Materiais e Métodos
Área de Estudo
Processamento de dados espaciais
 Geração de modelo digital de elevação (MDE)
 Elaboração da base de dados digital
 Hidrografia
 Solos
 Uso da Terra
 Áreas de Preservação Permanente
 Mapeamento das Unidades de Paisagens (UP)
Resultados e Discussão
Conclusões
Referências Bibliográficas

RESUMO: O diagnóstico de uma área é primordial para o planejamento e monitoramento do processo de gestão ambiental, pois a sustentabilidade das atividades agropecuárias está diretamente relacionada com os impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes do uso da terra e pelas práticas de manejo. Os ecossistemas naturais são afetados pela ação antrópica, assim a transformação do cenário natural traz graves consequências à natureza dos ecossistemas. O objetivo do presente trabalho foi realizar o mapeamento das unidades de paisagem das classes de aptidão agrícola na microbacia hidrográfica do Rio Conrado, situada no Sudoeste do Paraná, com auxílio de técnicas sensoramento remoto. A metodologia empregada baseou-se no uso de imagens do sistema HRG/SPOT-5 bandas (1,2 e 3), e do ASTER GDEM. O Processamento digital das imagens e a análise dos dados gerados foram realizados com o auxílio das ferramentas disponíveis nos Sistemas de Informação Geográfica ArcGis e Spring. Como também, foram utilizados o mapa de levantamento de solos do estado do Paraná e o sistema de capacidade de uso das terras. Os resultados obtidos demonstram que através das técnicas preconizadas foi possível mapear as unidades de paisagem da área de estudo. A unidade de paisagem mais frequente foi constituída por relevo plano associado a solos profundos e cultivos anuais. O mapa gerado mostra-se útil para gestão do uso da terra visando adequação ambiental.

Palavras chave: Uso da Terra, Gestão Ambiental, Sistema de Informação Geográfica.

ABSTRACT – Bragatto, R.D.; Tomazoni, J.C. Mello, N.A. **Survey of landscape units of agricultural suitability classes in Conrad River watershed with the help of remote sensing.** The diagnosis of an area is essential for planning and monitoring of the environmental management process, as the sustainability of agricultural activities is directly related to the environmental, economic and social consequences of land use and the management practices. Natural ecosystems are affected by human action, and the transformation of the natural setting brings serious consequences to the nature of ecosystems. The objective of this study was the mapping of landscape units of the classes of land suitability in River Conrad watershed, located in southwestern Paraná, with the help of remote sensing techniques. The methodology used was based on the use of system images HRG/SPOT-5 bands (1.2 and 3), and ASTER GDEM. The digital processing of images and analysis of data generated were performed with the aid of the tools available in Geographic Information Systems ArcGIS and Spring. And also, we used the soil survey map of the state of Paraná and the system capacity of land use. The results show that using the techniques recommended was possible to map the landscape units of the study area. The most common landscape unit was composed of flat terrain associated with deep soils and crops annually. The map generated shows to be useful for management of land use aimed at environmental suitability.

Keywords: Land Use, Environmental Management, Geographic Information System.

INTRODUÇÃO

Num processo de gestão avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção em propriedades rurais ou em nível de microbacia hidrográfica é uma tarefa necessária, mas complexa, cujo primeiro passo é realizar a

avaliação das terras de forma constante, em caráter de monitoramento. Para Moreira (2011) sistemas de sensoramento remoto são ferramentas cada vez mais utilizadas nos processos de pesquisa, planejamento e

monitoramento econômico, territorial e ambiental, sendo utilizados de diversas maneiras, possibilitando a avaliação dinâmica e espaço-temporal do meio físico.

A contínua ocupação do solo, decorrente dos assentamentos humanos, empreendimentos agropecuários, indústrias e outros, são fontes constantes de alteração deste recurso. O solo privado de sua cobertura vegetal natural e submetido a manejo inadequado tem sua qualidade e propriedades ambientais alteradas, perde ou reduz propriedades físico-químicas capazes de garantir os processos hídricos a ele inerentes (VEZZANI, 2011). A capacidade de infiltração e retenção da água é reduzida, havendo assim o escoamento superficial, dando origem ao processo erosivo nas suas mais variadas formas. As consequências da má utilização dos solos resultam, em um primeiro momento, na sua degradação física, química e biológica, que resultará na gradativa diminuição do seu potencial produtivo (CAVALCANTI, 2011). Ao mesmo tempo, haverá a aceleração do processo de erosão com o consequente assoreamento de rios, barragens, bem como poluição dos recursos d'água por pesticidas e adubos químicos contidos nos sedimentos oriundos das áreas erodida. Sustentabilidade das atividades agropecuárias, portanto está

diretamente relacionada com os impactos ambientais, econômicos e sociais provocados pelo uso da terra e pelas práticas de manejo. No entanto, realizar a avaliação de terras através de levantamento exige tempo, recursos e uma equipe de profissionais habilitados, o que muitas vezes inviabiliza o processo. Por outro lado, o uso de produtos de Sensoriamento Remoto permite processar as informações de maneira rápida, econômica e com qualidade (MOREIRA, 2011).

Uma das formas de mapeamento bastante usada para a gestão tanto de propriedades quanto de microbacias é a baseada em Unidades de Paisagem (UP). As UPs consistem em segmentos homogêneos em função de similaridade de relevo, de classe de solos e de uso da terra (BERTOL, 1996).

O objetivo do presente trabalho foi levando-se em conta o mapa do Levantamento de Reconhecimento dos Solos para o Estado do Paraná da EMBRAPA (2006) e as informações altimétricas geradas a partir da imagem ASTER GDEM, realizar o mapeamento das unidades de paisagem das classes de aptidão agrícola do solo de uma microbacia utilizando o sistema de capacidade de uso das terras segundo Lepsch et al (1991).

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia proposta iniciou com referentes a área de estudo, uma microbacia da uma pesquisa bibliográfica sobre as técnicas

região Sudoeste do Paraná, propostas e sobre os documentos disponíveis.

ÁREA DE ESTUDO

A Microbacia do Rio Conrado, com área de 2.412,24 ha, esta localizada nos municípios de Pato Branco, Mariópolis e Vitorino (Figura 1), na região denominada Mesorregião Sudoeste Paranaense.

A região Sudoeste do Estado do Paraná é formada por rochas basáltica do Grupo São Bento, formação Serra Geral. As rochas

basálticas resultam da consolidação do magma básico, pobre em óxido de silício, portanto mais rico em óxido de ferro, magnésio, cálcio, titânio, entre outros. As rochas básicas apresentam coloração escura; sendo constituídas por minerais claros e escuros, predominando estes últimos (ANTUNES, 2000).

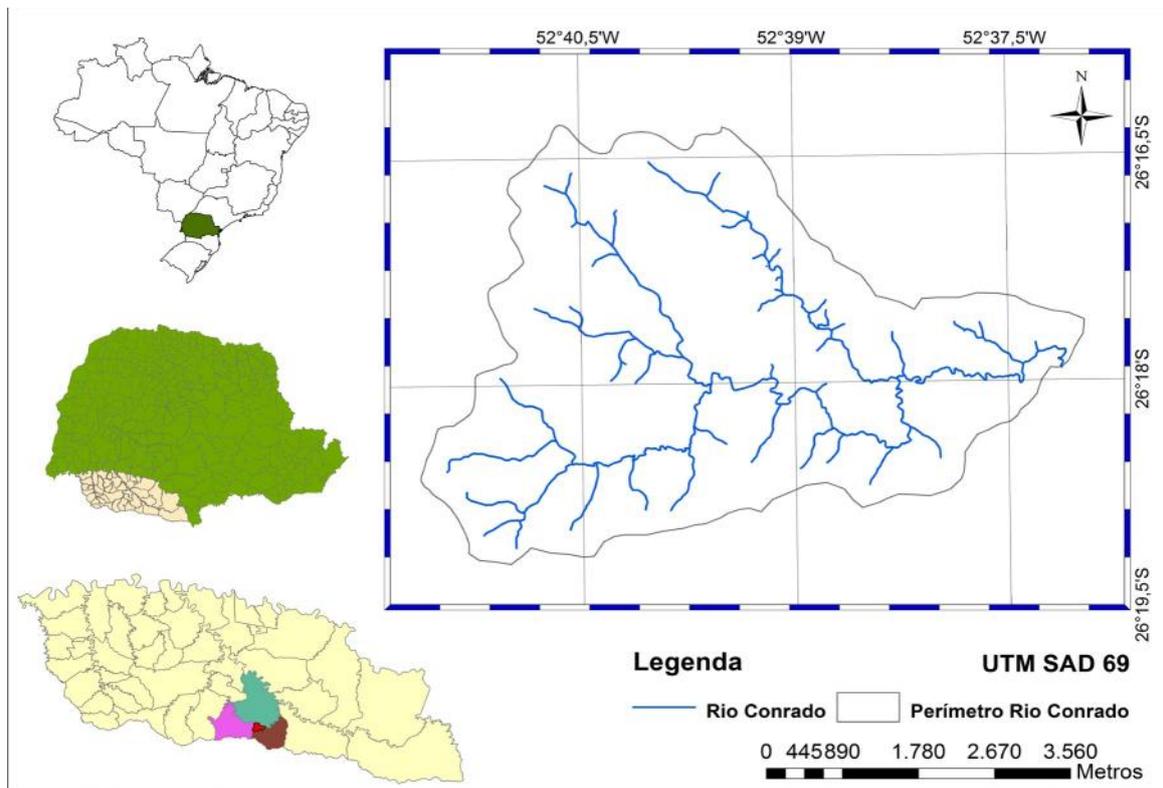


Figura 1. Localização da Microbacia Rio Conrado.

O intemperismo dos minerais destas rochas normalmente produz argilominerais e óxidos, por isso os solos formados são geralmente argilosos e com altos teores de óxidos de ferro. Nas áreas de relevo mais suave, nas quais predominam os processos de infiltração da água, ocorrem solos mais profundos, altamente intemperizados, já nas áreas de relevo mais movimentado, nas quais predominam os processos de escoamento de água os solos são normalmente menos desenvolvidos, menos profundos e com fertilidade natural alta (ALMEIDA, 2011).

O relevo da área de estudo varia de plano a ondulado (EMBRAPA, 2006). Nessas

condições, a ação do clima e vegetação sobre a geologia da região, resultou na formação de solos argilosos, profundos e bem drenados nas áreas planas, e de menor profundidade efetiva nas áreas mais declivosas. A combinação destes fatores pode resultar em Unidades de Paisagem com maior ou menor grau de complexidade. Quando o declive é acentuado, dando origem a solos rasos, os tipos de uso da terra serão reduzidos (Lepsch, 1991) indicando assim as limitações para gestão da mesma. Já em solos profundos, sobre relevo plano, as possibilidades de combinação são mais amplas.

PROCESSAMENTO DE DADOS ESPACIAIS

Geração de modelo digital de elevação (MDE)

A modelagem do relevo foi gerada por MDE a partir de imagem ASTER GDEM em formato GRID. O primeiro passo, para realização do estudo foi à criação de um banco de dados/projeto, em ambiente Spring 5.1.8, abrangendo a microbacia hidrográfica do rio Conrado. O banco de dados/projeto foi referenciado ao Datum horizontal SAD69.

Para o processamento de imagens ASTER (ERSDAC, 2011) no formato GeoTIFF sem pontos de controle, 16 bits. Destacando que o Nível Digital - ND dos pixels dessas imagens são valores de altitude. A matriz dessa imagem foi incorporada ao banco de dados/projeto, por importação direta e foram armazenadas em uma categoria de dados de MNT, em um plano de informação com resolução de 30m, como mostra a Figura 2.

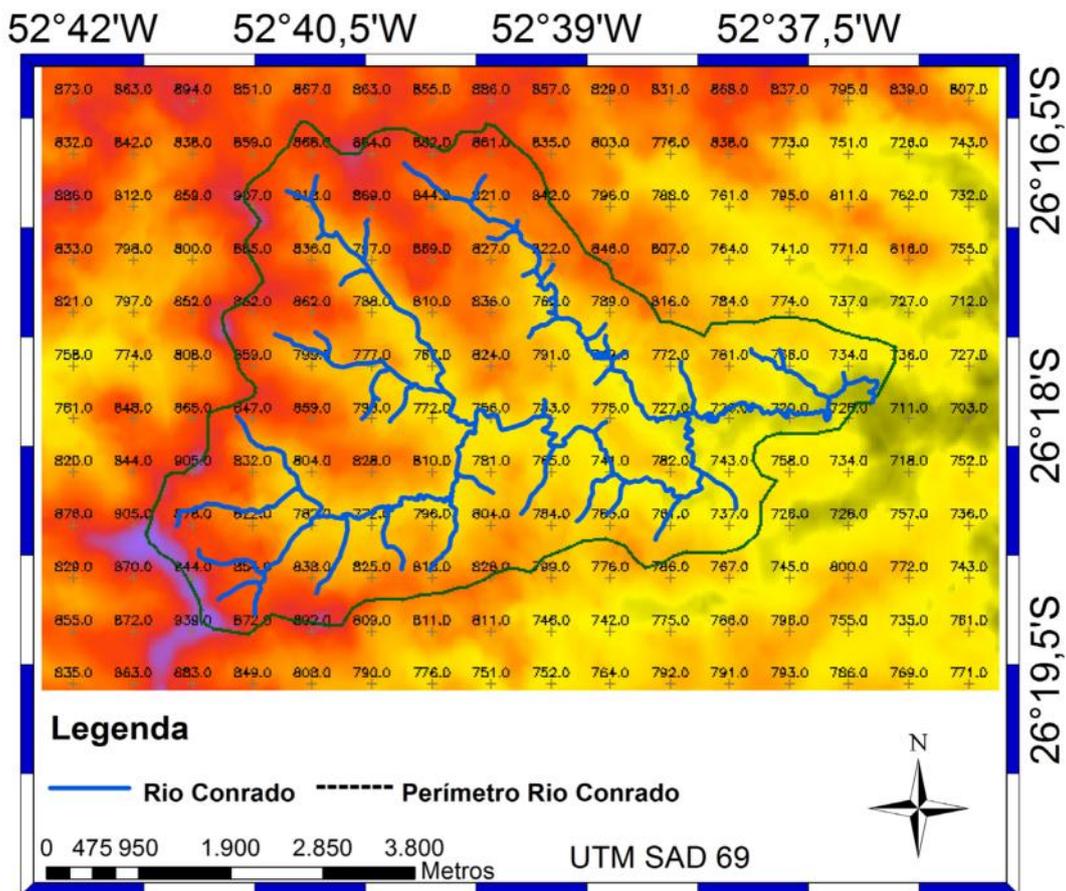


Figura 2. Grade altimétrica ASTER GDEM da Microbacia Rio Conrado

O produto trata-se de informação altimétrica derivada do instrumento estéreo ao longo da órbita do sensor ASTER, que adquire imagens no infra vermelho próximo (0,78 a 0,86 Micrometros), nas bandas 3 N (Nadir) e 3 B (Back), que pode ser gerada como um MDE relativo (sem pontos de controle) ou um MDE calibrado (com pontos de controle de apoio). A informação é gerada por processo digital de auto-correlação entre os 2 canais especificados acima. A precisão relativa de localização vertical de até 50 m sem pontos de controle. Precisão absoluta de localização vertical de até 20 metros com pontos de controle. A precisão absoluta de localização horizontal de até 30 metros com pontos de controle. A resolução horizontal é de 30 metros. A resolução vertical é de 10 metros. (ENGESAT, 2010).

As principais aplicações são: topografia até a escala 1: 50.000 - curvas de nível com 20m de equidistância; modelos de declive, modelagem de bacias hidrográficas e drenagens; cartografia, geomorfologia, pedologia e outras ciências do solo; estudos de uso e ocupação da terra, em áreas urbanas e rurais e todas as aplicações derivadas (RODRIGUES, 2010).

A partir do MDE do ASTER GDEM, foi gerado um plano de informação, com resolução de 30m, da declividade em porcentagem, de toda a microbacia.

O plano de informação de declividade foi classificado de acordo com sua correspondência com o tipo de relevo proposto pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e EMBRAPA Solos (2006), conforme especificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Correlação entre classes de declive e classes de relevo, conforme modelo proposto pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e EMBRAPA Solos (2006).

Classes de Declive (%)	Classes de Relevo
0 – 3	Plano
3 – 8	Suave Ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Forte Ondulado
45 – 75	Montanhoso
> 75	Escarpado

Elaboração da base de dados digital

Desta etapa em diante a digitalização dos dados foi realizada no programa ArcGis 9.0 (ESRI, 2004).

Hidrografia

Com base nas imagens HRG/SPOT-5, de 26 de maio de 2005, foi criado por interpretação visual o arquivo de nascentes, e outro da rede de drenagem, a seguir ajustou-se os rios com as nascentes.

Solos

A atualização do mapa de solos do Estado do Paraná (EMBRAPA, 2006) originalmente com escala 1:600.000, foi realizada a partir da digitalização das classes de solos na forma de polígonos, gerando um plano de informação vetorial e em sua tabela de atributos, nominaram-se as classes que representavam cada tipo de solo. Para efetuar

uma caracterização pedológica em tipos específicos de solos, consideraram-se aspectos ambientais da área de estudo, tais como clima, vegetação, relevo, material originário, condições hídricas, características externas ao solo e relações solo-paisagem observadas nas visitas a campo onde foram cotados pontos de controle. As classes de solo (Quadro 1) que ocorreram com mais frequência na região são Latossolos Vermelhos, Nitossolos Vermelhos e Neossolos Regolíticos (EMBRAPA 2006).

Em seguida, foram determinados 2 pontos de aferição para cada unidade taxonômica obtida. Para cada um destes pontos foi feita a descrição morfológica para verificar se a ordem de solo existente a campo correspondia àquela determinada no mapa digital de solos elaborado.

Quadro 1 – Classes de solo e sua descrição.

Classes de solo	Descrição
LATOSSOLOS VERMELHOS	São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado. Variam de fortemente a bem drenados, com a espessura do <i>solum</i> raramente inferior a um metro. A cerosidade, se presente, é pouca e fraca. Estes solos ocorrem em declividade entre 0 a 10%, em divisores de água amplos e uniformes, no terço inicial e médio de encostas longas, podendo ocorrer no terço final quando as encostas apresentam declividade inferior a 10%.
NITOSSOLOS VERMELHOS	Antigamente classificados como Terras Roxas, compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítrico, textura argilosa ou muito argilosa. Possuem estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismáticas, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados. Estes solos apresentam horizonte B bem expresso, sendo seu horizonte diagnóstico o B nítrico. Em termos de desenvolvimento de estrutura e cerosidade, com gradiente textural menor que 1,5. São profundos, bem drenados, de coloração variando de vermelho a brunada. Ocorrem em declividades entre 10 a 20% em terço médio e final das encostas longas.
NEOSSOLOS REGOLÍTICOS	São solos constituídos por material mineral, ou podendo ou não ter Horizonte A rico em material orgânico, com pequena profundidade efetiva, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Ocorrem em declividade de 0 a 8% em divisores de água estreitos e alongados, nas redes de drenagem e nas encostas curtas com declividade superior a 45% e em relevo irregular, geralmente com presença de pedras.

Fonte: EMBRAPA, 2006

Uso da Terra

O reconhecimento dos diferentes usos da terra na microbacia, foi feito segundo IBGE (2012): área urbanizada, floresta, cultura temporária, pastagem, corpo d'água continental, foi realizado pela interpretação visual das imagens HRG/SPOT-5, comparativamente com a imagem do satélite GeoEye do programa Google Earth 6.0.3.2197 (2011) de 29 de outubro de 2005 e de 14 de setembro de 2008. A digitalização dos diferentes polígonos foi feita em tela. A seguir foram determinados quatro pontos de checagem para cada forma de uso da terra, num total de 20. Estes foram distribuídos aleatoriamente dentro do perímetro da microbacia, nos quais foram realizadas aferições à campo para verificar se o uso da terra correspondia ao determinado na interpretação visual das imagens na tela.

Áreas de Preservação Permanente

Criaram-se as Áreas de Preservação Permanente - APP das nascentes, da rede de drenagem, dos tanques/represas/açudes e das áreas úmidas, a partir da geração de "buffers" de acordo com as distâncias indicadas no Código Florestal (BRASIL, 2011). Na sequência uniram-se essas áreas em um arquivo único de APP. As áreas de Reserva Legal – RL foram estabelecidas a partir da separação das áreas recobertas por florestas fora das APPs.

Na classificação de floresta observou-se o Código Florestal Lei 4.771/65 e alterações instituídas pela Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989, segundo as quais deverão ser respeitadas como matas de preservação permanente de recursos hídricos, as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas:

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto: 1. de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
2. de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
3. de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
4. de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
5. de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais; naturais - RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 Art. 3º inc. III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de: a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas; b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros; de acordo com RESOLUÇÃO CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002, Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível Máximo normal de: I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais; II - quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental; III - quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. (BRASIL, 2011).

Mapeamento das Unidades de Paisagens (UP)

Para obtenção das UP foram sobrepostos o mapa de solos com o mapa de declividade. A seguir no mapa resultante foi adicionado o mapa de APP. Na sequência novamente, sobre o mapa resultante foi sobreposto o mapa de RL. Definindo todas as UP (Quadro 02), estabelecendo-se o potencial de uso da terra conforme o sistema de capacidade de uso da terra que, segundo Lepsch (1991), é uma classificação técnica-interpretativa, que se baseia em agrupamentos qualitativos de tipos de solos sem considerar a localização ou as características econômicas da

terra, visando principalmente seu potencial de uso sem gerar degradação.

Considera-se características da terra o atributo que pode ser medido ou estimado e as propriedades da terra o atributo relativo ao seu comportamento resultante da interação entre o solo e o ambiente. Este sistema agrupa as terras em oito classes, organizadas em três grupos os quais identificam as terras de acordo com a intensidade de uso sendo representado por letras maiúsculas. Grupo A – terras aptas para culturas anuais; B – terras aptas para culturas perenes e pastagem e C - terras próprias para reserva da flora e da fauna. As classes, em número de oito, são representadas por algarismos romanos (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII), identificadas pelo grau de limitação ao uso agrícola da terra. A classe I não apresenta nenhum grau de limitação, compondo-se PR terras cultivável, aparentemente sem problemas especiais de conservação. De forma crescente, a classe VIII, representa as terras com mais altos graus de restrições, caracterizando-se por terras impróprias para cultura, pastagens ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre,

como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água (LEPSCH, 1991)

Na caracterização das classes de capacidade de uso da terra, leva-se em consideração a maior ou menor complexidade das práticas conservacionistas, no caso, as de controle de erosão e as de melhoramento do solo. As subclasses explicitam mais detalhadamente as práticas de conservação e/ou de melhoramentos e definem as condições agrícolas das terras. As UPs foram definidas pela álgebra resultante da sobreposição espacial de informações contidas na base digital de dados, onde foram realizados os cruzamentos de agrupamentos de solo com classes de declividade, bem como a geomorfologia, hidrografia e geologia da área de estudo.

Concomitantemente realizou-se a confrontação com a legislação ambiental, gerando-se o mapa das unidades de paisagem, com suas respectivas aptidões. Os tipos de utilização em pauta são lavouras, pastagem e silvicultura. Para as classes de aptidão (Quadro 02) foram estabelecidos em quatro níveis ou tipos de classe: classe boa, classe regular, classe restrita e classe inapta (UEM, 2011).

Quadro 02 – Classes de aptidão da terra conforme UEM (2011).

Tipos de Classe	Descrição
Classe boa	Terras com aptidão boa são as que têm solos sem limitações significativas para a produção sustentável para uma determinada utilização, observando as condições de manejo considerado.
Classe regular	Terras com aptidão regular são as que têm solos com limitações moderadas para a produção sustentável para uma determinada utilização, observando as condições de manejo considerado. As limitações elevam a necessidade de insumos.
Classe restrita	Terras com aptidão restrita apresentam solos com limitações fortes para a produção sustentável para uma determinada utilização, observando as condições de manejo considerado. Essas limitações aumentam ainda mais a necessidade de insumos.
Classe inapta	Terras com aptidão inapta apresentam solos com condições que parecem excluir a produção sustentável para uma determinada utilização em questão. As terras consideradas inaptas para lavouras têm suas possibilidades analisadas para usos menos intensivos (pastagem, silvicultura). No entanto, essas terras são como alternativa, indicadas para a preservação da flora e da fauna, recreação ou algum outro tipo de uso não-agrícola. Trata-se de terras ou paisagens, nas quais deve ser estabelecida ou mantida uma cobertura vegetal, não só por razões ecológicas, mas também para a proteção de áreas contíguas agricultáveis.

O Quadro 03 apresenta a forma como foi realizada a avaliação das unidades de paisagem cuja orientação, com base em Lepsch (1991) e UEM (2011), são os graus de limitações de manejo e fatores que influenciam a utilização agrícola. Nesta abordagem as

unidades de paisagem são agrupadas em função do tipo de solo, das restrições ou limitações ao manejo, e nos fatores que influenciam as atividades agrícolas visando três fins específicos: Lavoura, Pastagem e Lavoura, Silvicultura.

Quadro 03 – Unidades de Paisagem – UP, de aptidão agrícola das terras, a partir do cruzamento das classes de solo com as classes de declividade.

Grupos Declive	Solos/	Lavoura (CA)	Pastagem e Lavoura (CP)	Silvicultura	UP
A - 0 a 8%		Bom	Bom	Bom	UP1
A - 8 a 20 %		Bom/Regular	Bom	Bom	UP2
B - 0 a 8%		Bom/Regular	Bom	Bom	UP2
B - 8 a 20 %		Regular/Restrito	Regular	Bom	UP3
C - 0 a 8%		Bom/Regular	Bom	Bom	UP2
C - 8 a 20 %		Regular/Restrito	Regular	Bom	UP3
D - 0 a 8%		Regular/Restrito	Regular	Bom	UP3
D - 8 a 20 %		Restrito	Regular/Restrito	Regular	UP4
D - 20 a 45%		Inapto	Restrito	Regular	UP5
E - 0 a 8 %		Restrito	Regular/Restrito	Regular	UP4
E - 8 a 20 %		Inapto	Restrito	Regular	UP5
E - 20 a 45%		Inapto	Restrito/Inapto	Regular	UP6
E - 45 a 100%		Inapto	Inapto	Restrito	UP7
F - 0 a 8 %		Restrito	Regular/Restrito	Regular	UP4
F - 8 a 20 %		Restrito/Inapto	Restrito	Regular	UP6
F - 20 a 45%		Inapto	Inapto	Restrito	UP7
F - 45 a 100%		Inapto	Inapto	Restrito/Inapto	UP8
F - >100%		Inapto	Inapto	Inapto	UP9
G - 0 a 8 %		Inapto	Inapto	Restrito	UP7
G - 8 a 20 %		Inapto	Inapto	Restrito/Inapto	UP8
G - 20 a 45%		Inapto	Inapto	Inapto	UP9
G - 45 a 100%		Inapto	Inapto	Inapto	UP9
G - >100%		Inapto	Inapto	Inapto	UP9

A = **Latossolo Vermelho** textura argilosa + Latossolo Bruno textura argilosa

B = Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa + **Nitossolo Vermelho** textura argilosa + Nitossolo Bruno textura argilosa.

C = Latossolo Vermelho-Amarelo textura média + Argissolo textura média/argilosa.

D = Cambissolo Háptico textura argilosa + Cambissolo Húmico textura argilosa.

E = Argissolo Vermelho textura arenosa/média ou média/argilosa, abruptico + Argissolo Vermelho- Amarelo textura arenosa/média ou média/argilosa, abruptico + Cambissolo Háptico textura média + Cambissolo Húmico textura média + **Neossolo Regolítico** textura argilosa.

F = Gleissolo Melânico + Organossolo Háptico + Neossolo Litólico textura argilosa.

G = Neossolo Litólico textura média + Neossolo Quartzarênico + Afloramento de Rocha + Espodossolo Humilúvico.

CA = Culturas Anuais CP = Culturas Permanentes

Fonte - Elaborado por Oromar João Bertol, comunicação pessoal, 2011. Grifo dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O plano de informação referente às classes de declividades (Figura 03) foi reclassificado a partir de adequação de classes padronizada pela EMBRAPA solos (2006). Na tabela 02 encontram-se os resultados das classes de declive e relevo, presentes na área de estudo bem suas respectivas áreas e equivalência percentual em relação à área total. Observa-se que 36,29% da área se concentram

nas classes de relevo plano (<3%) e suave ondulado (>3% a <8%). As áreas de relevo ondulado (>8% a >20%) se distribuem em 42,96% da área total. O relevo forte ondulado representa 19,88% da área, enquanto a área com relevo montanhoso corresponde a 0,88% da área da microbacia, constituindo-se no menor percentual verificados.

Tabela 2 – Classes de declive e relevo, por área absoluta e relativa, segundo modelo proposto pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e EMBRAPA Solos (2006).

Classes de Declive	Área (ha)	Área (%)	Relevo
<3%	707,65	29,34	Plano
> 3% a < 8%	167,72	6,95	Suave Ondulado
> 8% a < 20%	1.036,01	42,96	Ondulado
> 20% a < 45%	479,48	19,88	Forte Ondulado
> 45% a < 75%	21,20	0,88	Montanhoso
TOTAL	2.412,24	100	

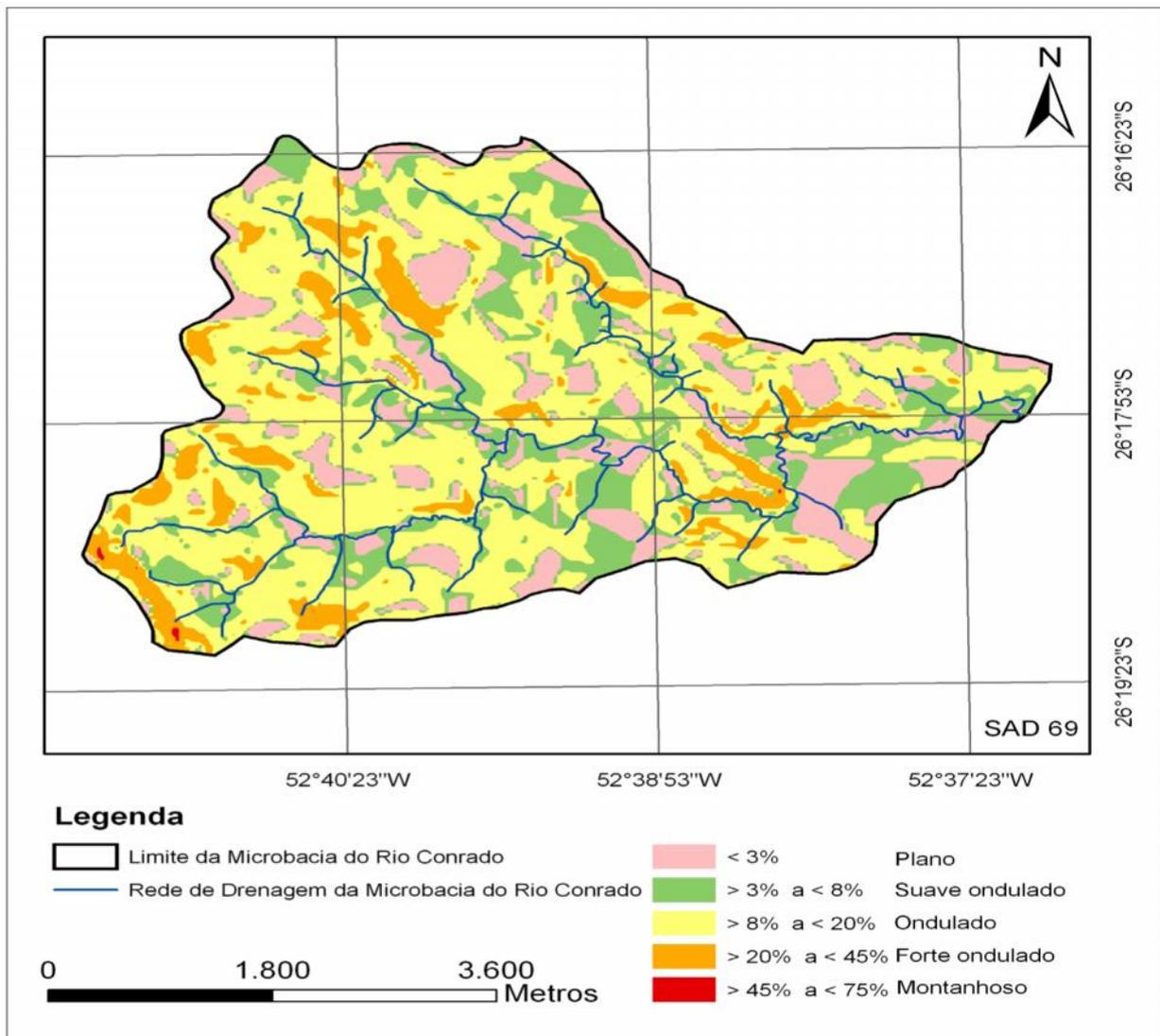


Figura 3 – Mapa de Classes de Declive e Hidrografia da Microbacia Rio Conrado.

A tabela 3 demonstra que a classe de solo Latossolos Vermelhos Distroféricos representa 19,95% da área de estudo com 481,32 ha, a classe Nitossolos Vermelhos

Distroféricos a cobre a maior área 1.388,40, sendo 57,55% e por fim a classe Neossolos Regolíticos Distróficos com 22,5%, cobrindo 542,52 ha.

Tabela 3 – Tipos de Solos, por área absoluta e relativa, segundo modelo proposto pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e EMBRAPA Solos (2006).

Tipo de solo					Área (ha)	Área (%)
Latosolos Vermelhos Distroférricos – LVdf1					481,32	19,95
Nitossolos Vermelhos Distroférricos – NVdf4					1.388,40	57,55
Neossolos	Regolíticos	Distróficos	–	RRe9	542,52	22,5
TOTAL					2.412,24	100

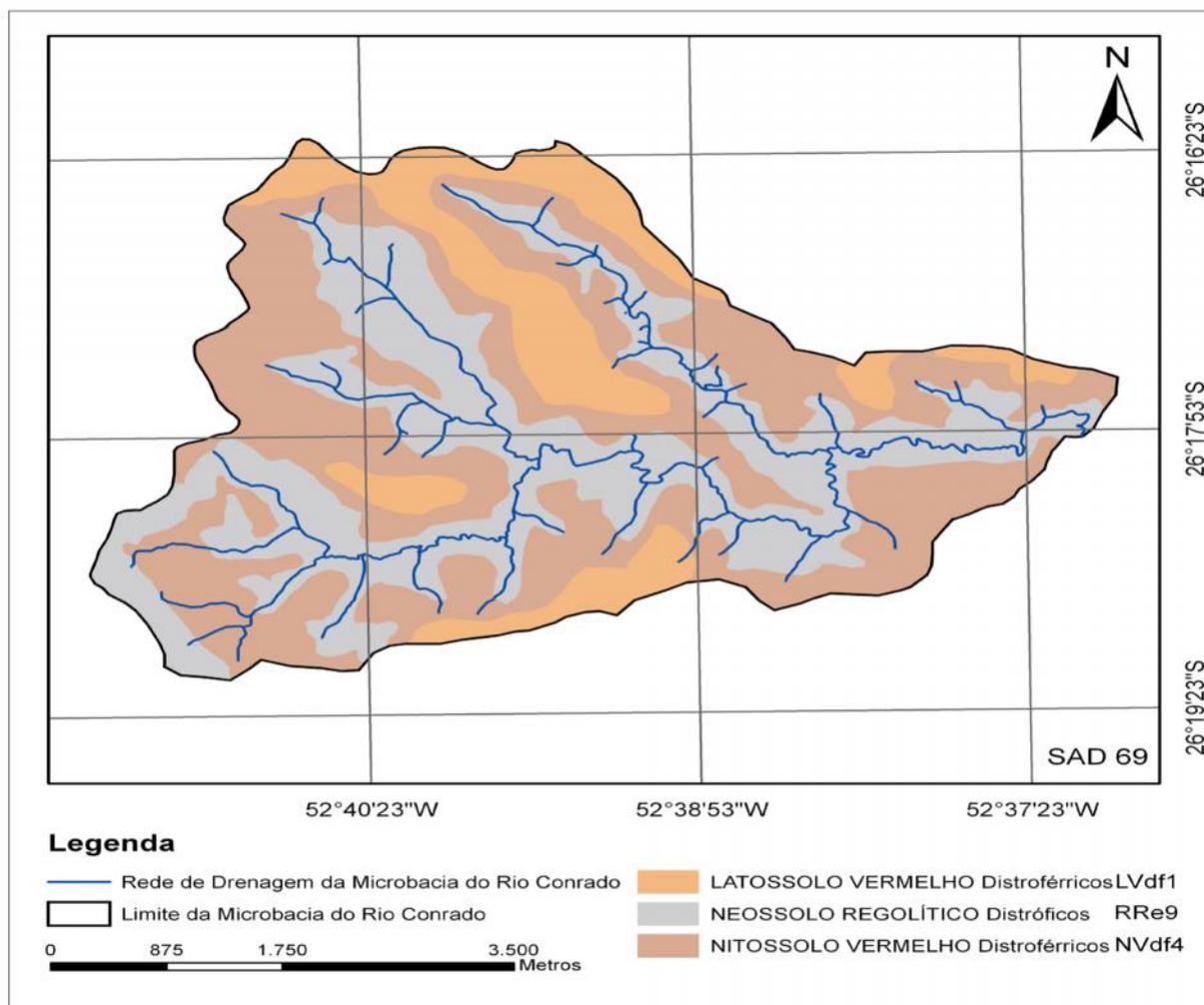


Figura 4 – Mapa de Solos e Hidrográfico da Microbacia Rio Conrado.

O levantamento do uso das terras baseado nas imagens de satélites evidenciou os seguintes usos: área urbana, sede/instalações, floresta, lavoura, pastagem, tanques/reservas/açudes.

Considerando que na microbacia Rio Conrado, a largura média do leito dos rios é menor que 10m, fixou-se a faixa de proteção permanente como sendo uma faixa de 30 m em cada margem do rio.

Tabela 4 - Distribuição do uso da terra da microbacia Rio Conrado, em julho de 2005.

Uso atual solo	Em toda a Microbacia		Na APP		
	ha	%	ha	%	% do total
Área urbanizada	57,44	2,38	26,44	6,31	1,11
Floresta	734,72	30,46	203,28	48,50	8,54
Pastagem	162,18	6,72	46,24	11,03	1,94
Cultura temporária	1.450,90	60,15	136,29	32,32	5,72
Corpo de água continental	6,99	0,29	6,86	1,64	0,29
TOTAL	2.412,24	100,00	419,11	100,00	

A maior parte da área da microbacia é ocupada por cultura temporária, representando 60,15% da área total, seguida pela floresta com 30,46%, já a pastagem ocupa 6,72%. As demais áreas ocupam os 2,67% restantes. Com relação às áreas de cobertura que estão em APP, a tabela 3 mostra que 48,50% da floresta localiza-se corretamente na mata ciliar, por outro lado

em inconformidade com a legislação vigente, 32,32% da área de cultura temporária está nas APPs, assim como 11,03% da pastagem e 7,65% dos demais usos. A partir desses dados e conforme demonstra a Figura 5 - mapa de uso da terra pode-se observar avanços das áreas destinadas à produção agropecuária sobre as APPs.

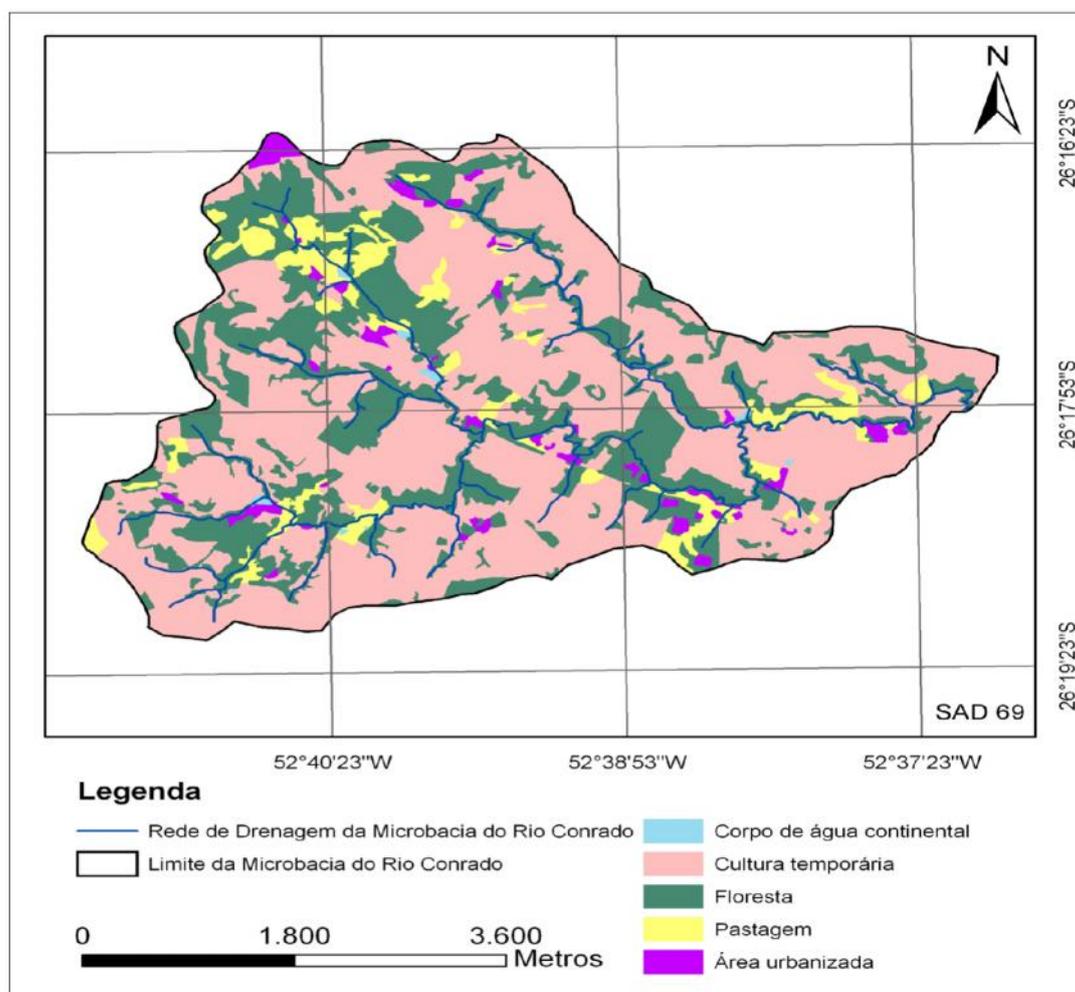


Figura 5 – Mapa de Uso da Terra da Microbacia Rio Conrado.

Com base na caracterização e cruzamento dos mapas de solos e de declive realizou-se o levantamento das UP das classes de aptidão agrícola e uso das terras da microbacia Rio Conrado. Na Tabela 5 está a distribuição das terras em cada unidade de paisagem e na Figura 6 observa-se o mapa das

UP das classes de aptidão agrícola da Microbacia Rio Conrado.

Observa-se na tabela 5 que a UP1, UP2 e UP3, respectivamente, correspondem ao percentual de 4,92%, 19,40% e 18,86%. A UP4 representa 4,91% da área, a UP5 2,11%, a UP6 10,08%, enquanto que a UP7 tem o menor percentual 0,24%.

Tabela 5 - Distribuição das terras da microbacia Rio Conrado nas diferentes classes de unidades de paisagens de aptidão agrícola de uso do solo.

Unidades de Paisagem	Área (ha)	% do total
APP	420,28	17,43
RL	531,47	22,05
UP1	118,61	4,92
UP2	468,24	19,40
UP3	454,99	18,86
UP4	118,73	4,91
UP5	50,97	2,11
UP6	243,17	10,08
UP7	5,78	0,24
Total	2.412,24	100,00

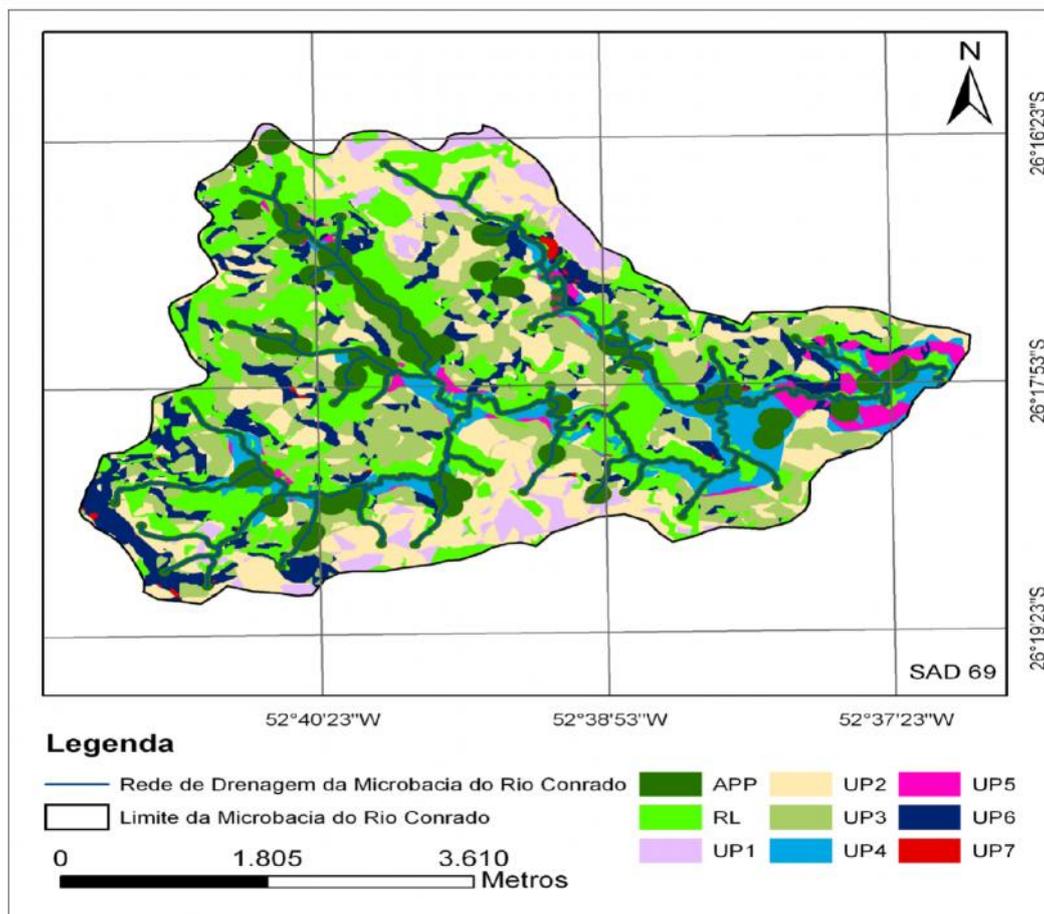


Figura 6 – Mapa de Unidades de Paisagem e Hidrografia da Microbacia Rio Conrado

O levantamento das UP da área de estudo revelou que 40 % das suas terras estão incluídos nas unidades das terras cultiváveis, nas quais as áreas se distribuem em UP com aptidão boa a regular para lavouras, pastagens e silvicultura. Com indicação de uso em

atividades menos intensivas, por possuir solos com limitações significativas para a produção sustentável, o percentual de terras indicadas foi de 12,43%. Atendendo a legislação foi definido um percentual de terras de 17,43% e 22,05%, como APP e RL respectivamente.

CONCLUSÕES

Os dados obtidos permitem concluir que a reposição florestal deve fazer parte da estratégia de conservação do solo e água da Microbacia estudada.

O sensoriamento remoto representou uma ferramenta segura e ágil na realização deste estudo. Considerando que a aquisição sistemática de dados desta natureza permite mapeamento e diagnóstico, possibilitando monitoramento contínuo além de ser uma ferramenta essencial de gestão ambiental a partir do planejamento da capacidade do uso da terra de microbacias hidrográficas.

O ponto de partida para uma avaliação das terras para o uso agrícola adequado é a correta classificação dos solos da área de estudo, bem como da elaboração de

interpretações técnicas como a determinação da capacidade de uso.

A unidade de paisagem mais frequente foi constituída por relevo plano associado a solos profundos e cultivos anuais. Observa-se uma coerência entre a distribuição das áreas exploradas economicamente com a aptidão de uso da terra. Em média 72,3% do uso atual da área das propriedades estão sendo utilizadas para fins agrícolas, sendo, agricultura temporária e pastagem.

A espacialização da capacidade de uso das terras através de sistema de Informação Geográfica mostrou-se uma técnica adequada para auxiliar no levantamento das formas de uso da terra e servir como subsídio em todos os processos de planejamento e gestão ambiental da microbacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, Jaime. **Fatores de Formação do Solo** – notas de aula da disciplina de GMCS. UDESC, Santa Catarina. Disponível em <http://fisica.cav.udesc.br>. Acesso em 18 jul 2011.
2. ANTUNES, Franklin. **Noções de mineralogia e petrografia**. Notas de aulas PUC-RIO, 2000.
3. BERTOL, O.J. et al. **Projeto de assentamento do imóvel mascote**. Relatório técnico do estudo do quadro natural, Itaguaje. Curitiba: Emater-PR, 1996.
4. BRASIL, **Lei Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm. Acesso em 12 mar 2011.
5. CAVALCANTI, Clóvis et al. **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. INPSO/ FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, Recife, Brasil. 1994. 262 p. Disponível em <http://168.96.200.17/ar/libros/brasil/pesqui/cavalcanti.rf>. Acesso em 20 mai 2011.
6. EMBRAPA. Centro de Pesquisas de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. - Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2ª ed.2006.
7. EMBRAPA. **Carta de solos do Estado do Paraná**, atualização 2006. Disponível em <http://mapoteca.cnps.embrapa.br/download/obj/ok1262.pdf>. Acesso em 15 jul 2011.
8. EMBRAPA. **Carta de solos do Estado do Paraná**, atualização 2006. Disponível em <http://www.Engesat.com.br/?system=news&eid=378>. Acesso em 10 out 2010.
9. ENGESAT. **Altimetria Aster**. Disponível em <http://www.Engesat.com.br/?system=news&eid=378>. Acesso em 10 out 2010.
10. ERSDAC. **Aster Gdem**. Disponível em <http://WWW.gdem.aster.ersdac.or.jp>. Acesso em 17 abr 2011.
11. ESRI. **ArcMap 9.0**, aplicativo para criar e visualizar mapas de análise espacial com alta qualidade. Adquirido pelo Emater e cedido graciosamente para este trabalho. Acesso ao aplicativo em 05 mai. 2004.
12. IBGE. **Manual Técnico do Uso da Terra**. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_uso_da_terra.pdf. Acesso em 18 jun 2012.
13. INPE. **SPRING 5.1.6**, aplicativo para criar e visualizar mapas de análise espacial com alta qualidade. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/english/download.php>. Acesso em 03 mar 2011.
14. LEPSCH, I. F.; et al. **Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.
15. MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologia de Aplicação**. Editora UFV. 2011. 422 p.

16. RODRIGUES, T. L. et al., **Avaliação da Adequação dos Produtos ASTER GDEM no Auxílio ao Mapeamento Sistemático Brasileiro**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010, p. 001 – 005.
17. UEM. **Levantamento do potencial de uso agrícola do solo**. Disponível em: <http://www.dea.uem.br/disciplinas/conservacao/avaliacao.pdf>. Acesso em 15 jul 2011.
18. VEZZANI, Fabiane Machado; MIELNICZUK, João. **Uma visão sobre qualidade do solo**. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000400001. Acesso em 20 mai 2011.

*Manuscrito recebido em: 19 de setembro de 2011
Revisado e Aceito em: 19 de junho de 2013*