



Capacidade do uso da terra: um estudo de caso em uma microbacia do Rio Piracicaba, MG

Uilson Ricardo Venâncio AIRES^{1*}, Carlos Henriques da Silva REZENDE²,
José Leônicio de Almeida SILVA¹, Jasmine Alves CAMPOS¹, Cleber Assis dos SANTOS³

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

* E-mail: uvaires@gmail.com

Recebido em dezembro/2016; Aceito em junho/2017.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi analisar a conformidade do uso atual das terras em relação a capacidade de uso ideal em uma microbacia do rio Piracicaba, MG, utilizando técnicas de geoprocessamento. O uso e ocupação atual da microbacia foi obtido por meio da classificação supervisionada MAXVER (Máxima Verossimilhança), em que utilizou-se imagem Landsat 8 OLI. As informações de declividades foram extraídas de um Modelo Digital de Elevação (MDE) com 30 m de resolução. Já as informações de solos da região de estudo foram adquiridas junto ao Banco de Solos do Estado de Minas Gerais. Observou-se que a declividade foi o fator mais limitante, em que se obteve 77,6% da área nas condições de relevo fortemente ondulado e montanhoso. Foi constatado que 68,6% da área está em não conformidade com a capacidade de uso ideal da terra, sendo 55,4% do uso e ocupação atual está duas classes acima do ideal. As áreas em conformidade com a capacidade de uso da terra são representadas por vegetação nativa. O uso de geoprocessamento auxilia na identificação de área que estão em não conformidade com o manejo sustentável possibilitando a adoção de medidas para a mitigação de problemas relacionados com a erosão.

Palavras-chave: aptidão do uso da terra, sensoriamento remoto, uso sustentável da terra.

Land use capacity: a case study in a microbasin of the Piracicaba River, MG

ABSTRACT: The aim of this work was to analyze the accordance among the current land use with the ideal land use capacity in a microbasin of the Piracicaba river, MG, using geoprocessing techniques. The current land use and land occupation in the microbasin was obtained through the supervised classification MAXVER (Maximum Likelihood), in which image of Landsat 8 OLI was used. Slope information was extracted from a Digital Elevation Model (DEM) with 30 m spatial resolution. The information of soils in the study area was acquired with the Bando de solos do Estado de Minas Gerais. The slope was the most limiting factor, in which 77.6% of the area is in an under heavily undulating and mountainous relief conditions. It was found that 68.6% of the area is non-compliance with the land use capacity, with 55.4% of the current land use and occupation being two classes above the ideal. The areas in accordance with the land use capacity are represented by the native vegetation. The use of geoprocessing assists in the identification of areas that are in non-compliance with sustainable management, allowing the adoption of measures to reduce erosion.

Keywords: land use suitability, remote sensing, sustainable soil use.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos decorrente do crescimento populacional tem exigido um aumento na produtividade agrícola. No entanto, a expansão das áreas destinadas às atividades agropecuárias, em diversos casos, é designadas de forma arbitrária sem respeitar a capacidade de uso das terras. Desta forma, ocorre o prejuízo no desenvolvimento agrícola sustentável, uma vez que aumenta os processos de degradação do solo, principalmente aqueles relacionados com a erosão hídrica, pois as práticas de manejo afetam diretamente as propriedades do solo (VOLK; COGO, 2014; CATEN et al., 2012; TELLES et al., 2011).

A erosão hídrica prejudica tanto as atividades agrícolas como também o meio ambiente. A ocorrência do escoamento superficial em locais inaptos para as atividades agropecuárias ou a adoção de práticas de manejo inadequadas, tende a proporcionar a erosão das camadas mais superficiais do solo, onde se concentra a maior fertilidade (SANTOS et al., 2013). Este processo também afeta os recursos hídricos, uma vez que o transporte de sedimentos até os cursos de água degrada a qualidade da água e provoca o assoreamento de rios e reservatórios (GALHARTE et al., 2014).

A utilização das terras de acordo com sua capacidade de uso tem sido fundamental para a diminuição dos problemas

causados pela erosão hídrica (SILVEIRA et al., 2015). Isto implica no uso da terra em conformidade com as suas limitações e potencialidades, como por exemplo, considerar fatores como o clima e o relevo para a implantação ou não de determinada atividade agrícola, é essencial para diminuição os problemas relacionados com erosão hídrica (MENDONÇA et al, 2006; MENEZES et al., 2014; EMADODIN et al., 2014).

Neste contexto, a classificação de terras no sistema de capacidade de uso configura-se como um método que propõe a classificação do uso das terras em conformidade com as suas potencialidades, auxiliando na elaboração de planos de manejo sustentáveis. Quando relacionado ao uso e ocupação atual, o sistema de capacidade indica os locais em que o uso está além da capacidade de uso natural das terras. Desta forma, é possível elaborar medidas para adequação destas áreas (FLAUZINO et al., 2016; CUNHA; PINTON, 2012; CAMPOS et al., 2010).

A adequação das terras em conformidade com o sistema de capacidade uso é dividida em oito classes de restrição, que aumenta no sentido da menor classe para a maior. O sistema leva em considerações diversos fatores limitantes, sendo estes derivados das informações de relevo, clima e das propriedades do solo (CAMPOS et al., 2016)

Grande parte dos estudos de adequação das terras em conformidade com o sistema de capacidade de uso tem sido desenvolvidos em propriedades rurais e em microbacias hidrográficas (CAMPOS et al., 2016; FLAUZINO et al., 2016; SILVEIRA et al., 2013; SILVA et al., 2013; CUNHA; PINTON, 2012; SANTOS et al., 2012), no entanto estes trabalhos são feitos baseados em informações de campo, o que muitas vezes inviabiliza financeiramente o desenvolvimento deste tipo de estudo. A adoção da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento possibilita a ação integrada de todos os agentes envolvidos, o que permite estabelecer ações adequadas para o planejamento do uso da terra quanto a sua aptidão, favorecendo o uso sustentável dos recursos naturais (MELLO; SILVA, 2013).

É importante ressaltar que a classificação da capacidade de uso das terras não possui caráter permanente, posto que o dinamismo das atividades agropecuárias exige avaliação contínua (PRUSKI et al., 2009). Portanto, é necessário utilizar técnicas que auxiliem na obtenção de informações atuais do espaço geográfico para realizar o levantamento e o uso da terra da região de interesse. Desta forma, a utilização de sensoriamento remoto é de grande auxílio para contornar estas dificuldades (FANTINEL et al., 2012).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar a conformidade do uso e ocupação atual em relação a capacidade de uso ideal da terra em uma microbacia do rio Piracicaba, MG, utilizando técnicas de geoprocessamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está inserida em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, localizada no município de Nova Era, MG, e apresenta área de drenagem de 4,14 Km² (Figura 1).

O município de Nova Era destaca-se por apresentar extensa área destinada a atividade agropecuária, associada com alta declividade (em média 31%), ou seja, altamente susceptível a erosão, e representa a condição de diversos municípios de Minas Gerais. A microbacia em estudo foi selecionada pela representatividade das atividades agropecuárias desenvolvidas neste município e possuir declividade média semelhante (31,9%).

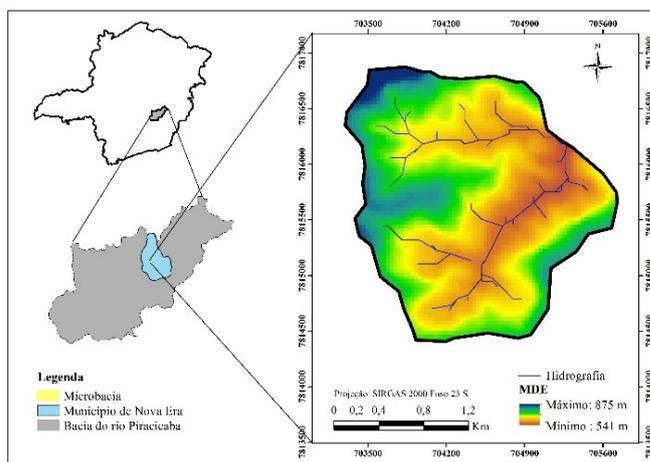


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.

Figure 1. Geographical location of the study area.

As informações de uso e ocupação atual na região de estudo foram obtidas através do uso de imagem Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*) com resolução de 30 m datadas de maio de 2016. A imagem multispectral foi fusionada com imagem pancromática para obter resolução espacial final de 15 m. Este procedimento permite obter informações mais detalhadas da área de estudo.

Para fins da classificação do uso e ocupação do atual, empregou-se o método de classificação supervisionada MAXVER (Máxima Verossimilhança). Identificou-se na microbacia a predominância de áreas com vegetação (floresta nativa ou plantada), pastagem, culturas anuais e solo exposto. Para o treinamento do classificador, foi utilizado 80 amostras para as áreas de vegetação e pastagem e 20 para a cultura do café e solo exposto, que apresentam área relativamente inferior.

A verificação da acurácia da classificação foi calculada através do índice Kappa (K) (Equação 1), sendo que para montar a matriz de confusão foi utilizado 60 amostras para a área com pastagem e vegetação, e 40 amostras para as áreas com culturas anuais e solo exposto.

$$k = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^y x_{ii} - \sum_{i=1}^y (x_{i+} \cdot x_{+i})}{n^2 - \sum_{i=1}^y (x_{i+} + x_{+i})} \quad (1)$$

em que x_{i+} e x_{+i} $\sum_{i=1}^y x_{ii}$ é o somatório da diagonal da matriz de confusão, n representa o número total de amostras que representam o uso e ocupação solo observado em campo, x_{i+} e x_{+i} correspondem a somatória da linha e da coluna da matriz de confusão respectivamente.

A interpretação dos valores obtidos para K foram feitas com base na classificação apresentada na Tabela 1, proposta por Lands e Koch (1977).

Para verificação se o uso e cobertura atual da microbacia está em conformidade com o uso sustentável da terra, foi utilizado o método de classificação das terras no sistema de capacidade de uso elaborado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o qual foi adaptado para as condições brasileiras pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo em conjunto com o Ministério da Agricultura (LEPSCH et al., 2015). Esta verificação foi feita adotando-se

Tabela 1. Interpretação dos valores de K.
Table 1. Interpretation of the K values.

Kappa	Qualidade da classificação
< 0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Boa
0,61 – 0,80	Muito Boa
0,81 – 1,00	Excelente

Fonte: Lands & Koch (1977).

os seguintes parâmetros: declividade, profundidade efetiva, drenagem interna, grau de erosão laminar, fertilidade aparente e pedregosidade.

A Tabela 2 apresenta a classificação das terras no sistema de capacidade de uso. As terras enquadradas na classe VIII (Tabela 2), de maneira geral, são áreas com a presença de afloramento rochoso e ou com a presença de voçorocas. Foi feito a análise visual na área utilizando o Google Earth Pro® e constatou-se que a região não apresenta áreas com estas características, portanto a classe VIII não foi considerada neste trabalho.

Os valores de declividade foram obtidos a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 30 m do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). O mapa de declividade gerado foi reclassificado em intervalos de acordo com as faixas estabelecidas no sistema de capacidade de uso das terras.

As informações de solos presentes na área foram extraídas do projeto Banco de Solos do Estado de Minas Gerais (2016), onde verificou-se que predominam no município de Nova Era, os solos classificados como latossolo vermelho-amarelo distrófico típico e neossolos litólicos (Figura 2).

A determinação do Número de Classes Excedente (NCE) a capacidade de uso da terra baseou-se nas informações contidas na Figura 3. Esta apresenta a indicação das melhores condições de uso das terras, propondo a utilização desta de maneira a obter a maximização da produtividade através de uma exploração sustentável.

A Figura 4 apresenta o fluxograma da metodologia utilizada para a obtenção do enquadramento das classes de uso atual da terra na área de estudo e o NCE.

3. RESULTADOS

Na Figura 5 pode-se analisar o uso e ocupação atual na área de estudo.

Tabela 2. Classificação das terras de acordo com o sistema de capacidade de uso.
Table 2. Classification of land according to the system of capacity of land use.

Classe	Descrição
I	Terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação e sem necessidade de práticas edáficas, são terras de maior valor para uso agrícola
II	Terras cultiváveis com problemas simples de conservação e necessidade de práticas ou medidas de fácil execução, sendo consideradas terras boas para o uso agrícola
III	Terras cultiváveis com problemas complexos de conservação, sendo obrigatório o emprego de práticas complexas de manejo
IV	Terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação
V	Terras não cultiváveis, adaptadas em geral para pastagens e, em alguns casos, para silvicultura, sem necessidade de práticas especiais de conservação, são cultiváveis apenas em casos muito especiais
VI	Esta classe compreende terras que não são cultiváveis com culturas anuais, são, em geral, terras adaptadas para pastagens, fruticultura e silvicultura
VII	Terras onde as restrições impõem-se severamente, até mesmo em relação a certas culturas tidas como protetoras do solo (pastagem e silvicultura)
VIII	Terras impróprias para cultura, pastagem ou silvicultura, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre, como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água

Fonte: Lepsch et al. (2015).

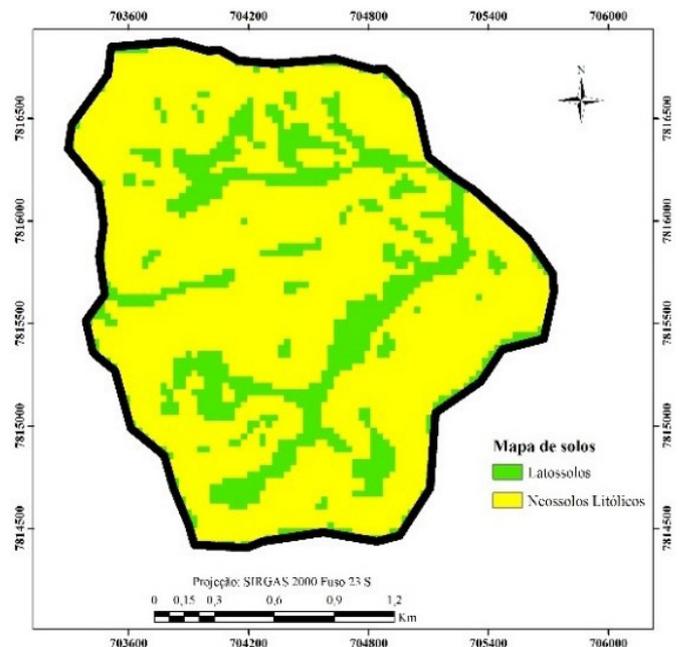


Figura 2. Mapa de solos da microbacia.
Figura 2. Soil map of the microbasin.



Fonte: Adaptado de Lepsch et al. (2015).

Figura 3. Orientação da utilização das terras de acordo com sua capacidade de uso.

Figure 3. Guidance of land use according to its capacity to use.

Constatou-se que a área é composta por 66,7% de pastagens, seguido de 31,6% de vegetação nativa. Culturas anuais e solo exposto representam 1,5% e 0,2% do local de estudos respectivamente.

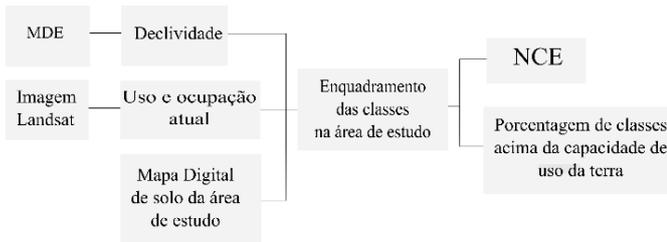


Figura 4. Fluxograma metodológico para obtenção do enquadramento das classes e número de classes acima do ideal.
Figure 4. Methodological flowchart to obtain the classification of classes and number of classes above the ideal.

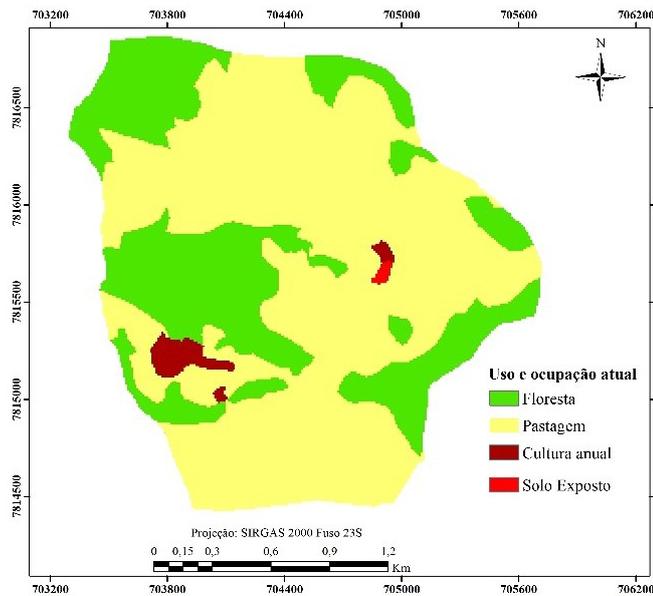


Figura 5. Mapa de uso e ocupação atual.
Figure 5. Current land use and Land cover map.

Através do cálculo do índice Kappa, obteve-se uma acurácia de 94% de representatividade da classificação em relação ao uso e ocupação atual observado na microbacia. De maneira geral, os erros cometidos na matriz de confusão foram entre a classificação de áreas com pastagem, que já aparentavam certo grau de degradação, e solo exposto, devido a resposta espectral semelhante.

A declividade é um fator altamente restritivo para o enquadramento do uso e ocupação atual da área de estudo em conformidade com o sistema de capacidade de uso das terras. Para analisar o enquadramento das classes de uso das terras na área de estudo foi gerado o mapa de declividade apresentado na Figura 6.

Nota-se na Figura 6 que a área apresenta relevo relativamente declivoso, sendo que a maior se encontra com declividade superior a 12%. Desta forma, a capacidade de uso da terra em relação à declividade enquadrou nas classes VI, VII e VIII.

Em relação a restrição profundidade efetiva, cerca de 77,6% é composta por neossolos litólicos, os quais são considerados solos relativamente rasos (EMBRAPA, 2016). O restante da área (22,43%), apresenta latossolo vermelho-amarelo distrófico típico, que em geral são solos profundos sem limitações físicas para o desenvolvimento do sistema radicular. Como a presença de neossolos é o fator mais restritivo, em relação a restrição profundidade, a área foi enquadrada nas classes VI, VII e VIII no sistema de capacidade de uso.

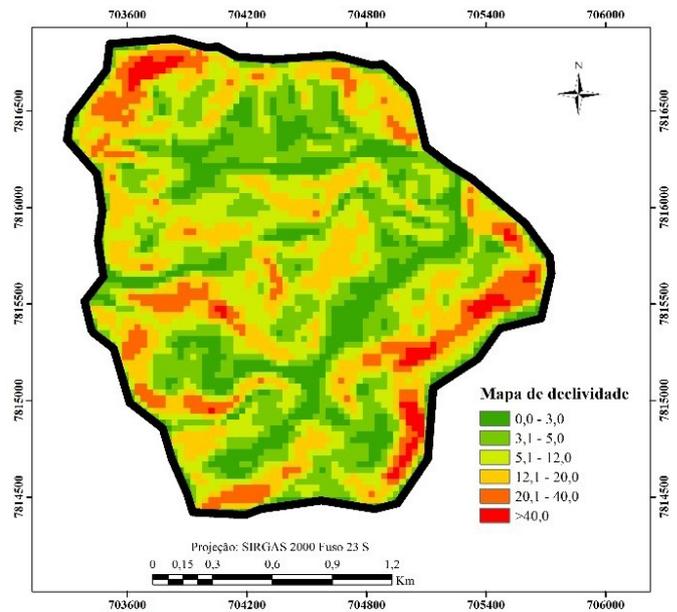


Figura 6. Mapa de declividade da área de estudo.
Figure 6. Slope map of the study area.

Em relação a drenagem interna, os Neossolos Litólicos são muito susceptíveis à erosão devido a sua profundidade, em especial, devido a declividade observada na área de estudo (EMBRAPA, 2016). Portanto, pode-se inferir que a drenagem interna da área se enquadra na categoria de muito pobre, limitando-se a capacidade do uso da terra na classe VI, VII e VIII.

Nas condições da área de estudo, com terrenos íngremes, os solos são suscetíveis a erosão, sendo estes recomendados para culturas perenes, pastagem ou reflorestamento (ARAGÃO et al., 2011). Neste contexto, como 66,7% da área é representada por pastagens, que oferecem certo grau de proteção ao solo, optou-se por considerar a erosão laminar como severa, enquadrando a área de estudo nas classes VI, VII e VIII. A erosão laminar apresenta grande problema, em especial para a agricultura, pois é de difícil identificação em campo (PRUSKI et al., 2009).

Em relação a restrição referente ao grau de pedregosidade, os neossolos litólicos, de maneira geral, apresentam formações rochosas (EMBRAPA, 2016). E como a área também é composta por latossolos, os quais na maioria das regiões que apresentam a este tipo de solo são descritas como não pedregosas (COSTA et al., 2014), optou-se por considerar a porcentagem de pedregosidade de 30 a 50%, restringindo-se a área nas classes de capacidade de uso da terra de VI a VIII.

Em relação à fertilidade, os neossolos litólicos, de maneira geral, apresentam teores de fósforo baixos em condições naturais (EMBRAPA, 2016). Já os latossolos, são característicos por apresentarem fertilidade aparente muito baixa em condições naturais (COSTA et al., 2014). Desta forma, as classes de capacidade de uso da terra referentes a fertilidade se enquadraram nas classes VI a VIII, que indicam fertilidade aparente muito baixa.

A Tabela 3 apresenta, de maneira resumida, os resultados do processo de enquadramento das terras da microbacia em conformidade com os critérios do sistema de capacidade de uso apresentados anteriormente.

Nota-se na 3 que a estratificação da área de estudo se enquadra nas classes de capacidade e uso da terra VI e VII devido, principalmente, a alta declividade, o que influencia

Tabela 3. Resultados obtidos para classificação quanto à capacidade de uso do solo da área em estudo.
Table 3. Results obtained for classification as to the land use capacity of the study area.

Limitação		Classes de capacidade de uso							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Profundidade efetiva	Profundo	-	-	-	-	-	x	x	x
	Boa	-	-	-	-	-	x	x	x
Drenagem interna	A (0 - 3%)	x	x	x	x	x	x	x	x
	B (3 - 5%)	-	x	x	x	x	x	x	x
	C (5 - 12%)	-	-	x	x	x	x	x	x
	D (12 - 20%)	-	-	-	x	-	x	x	x
	E (20 - 40%)	-	-	-	-	-	x	x	x
	F (> 40%)	-	-	-	-	-	-	x	x
Grau de erosão laminar	Severa	-	-	-	-	-	x	x	x
Fertilidade aparente	Baixa	-	-	-	-	-	x	x	x
Pedregosidade	Sem Pedra	-	-	-	-	-	x	x	x

diretamente no tipo de solo existente. A Figura 7 apresenta as áreas que estão enquadradas nas classes VI e VII na microbacia.

Constatou-se que 76,5% da área de estudo se enquadra na classe de capacidade de uso da terra VI e 23,5% na classe VII. A classe VI de capacidade de uso compreende terras que não são cultiváveis com culturas anuais, mas adequadas para a produção de certas culturas permanentes (fruticultura, pastagens ou silvicultura), sendo necessário a adoção de medidas para evitar problemas com erosão.

Já a classe VII compreende terras onde as restrições, além de tornarem inviável a realização de cultivos anuais, impõem-se severamente até mesmo em relação a certas culturas permanentes, tidas como protetoras do solo (pastagem e silvicultura). São terras altamente susceptíveis de degradação pela erosão. Para sua utilização deve-se adotar de uma ou várias medidas para o controle da erosão.

A Tabela 4 apresenta a quantidade de área (ha) do uso e ocupação do solo atual (Figura 5), que se encontra nas classes restritivas identificadas na região na microbacia.

Nota-se pela Tabela 4 que predominam em ambas as classes o uso e ocupação com pastagem. A vegetação existente na área é representada por florestas nativas, com maior predominância nas áreas com declividade mais acentuadas.

Pode-se observar na Tabela 5 o enquadramento ideal para cada uso da terra identificado na área de estudos. Estes

Tabela 4. Área observada do uso e ocupação atual dentro das classes VI e VII.

Table 4. Observed area of current use and occupation within classes VI and VII.

Uso e ocupação do solo	Classe VI		Classe VII	
	Área (ha)			
Vegetação	78,33	25,2%	50,82	51,8%
Pastagem	225,57	72,5%	47,27	48,2%
Culturas anuais	6,25	2,0%	0,05	0,1%
Solo exposto	0,77	0,2%	-	-
Σ	310,92	-	98,15	-

Tabela 5. Enquadramento ideal para o uso e ocupação do solo identificados na área de estudo.

Table 5. Ideal framework for land use and occupation identified in the study area.

Uso e ocupação do solo	Classes de uso da terra ideais
Vegetação	VII e VI
Pastagem	IV
Culturas Anuais	III
Solo Exposto	I

critérios foram utilizados para estabelecer os locais que estão em conformidade com o uso sustentável da terra e também os que estão acima da capacidade ideal de uso.

Como pode ser observado na Tabela 5, as áreas ocupadas com vegetação estão em conformidade com a classificação de capacidade de uso das terras. Por outro lado, a pastagem bem manejada pode ser enquadrada na classe VI, no entanto, como apontado por Dias-Filho (2014), tradicionalmente as pastagens brasileiras são manejadas com baixo investimento em uso de tecnologia e de insumos, o que faz com que as pastagens fornecem pouca proteção ao solo. Portanto, optou-se por não classificar a pastagem existente na área como sendo adequada para as condições apresentadas (classe VI). Por esta razão optou-se por sua locação como ideal na classe IV.

As áreas ocupadas com culturas anuais e solo exposto não estão em conformidade com o manejo sustentável de acordo com a capacidade de uso das terras. Destaca-se ainda que para as culturas anuais considerou-se a prática de plantio convencional, que exerce certo grau revolvimento do solo, portanto foi enquadrada como ideal estar localizada em áreas classificadas como classe III. Solo exposto, devido a fragilidade quanto ao risco de erosão, foi enquadrado como sendo ideal estar localizado na classe I.

A Figura 8 demonstra as regiões na área de estudo onde o número de classes (NCA) está acima da capacidade de uso

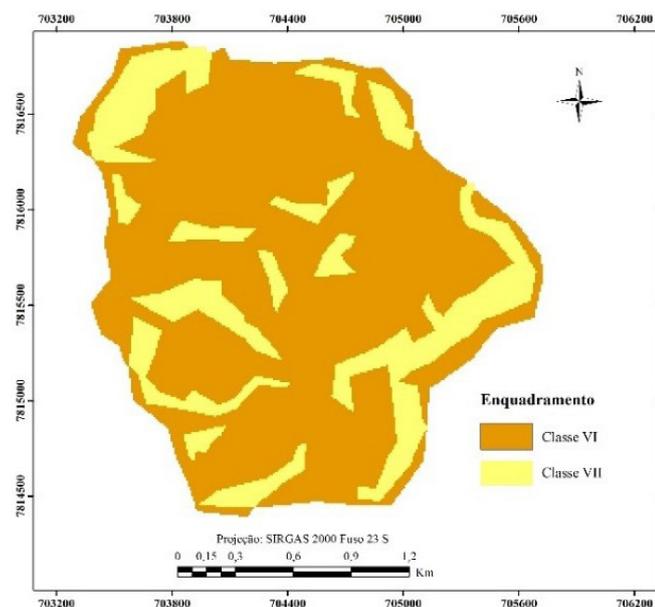


Figura 7. Enquadramento das classes na microbacia.

Figure 7. Classification of the classes in the microbasin.

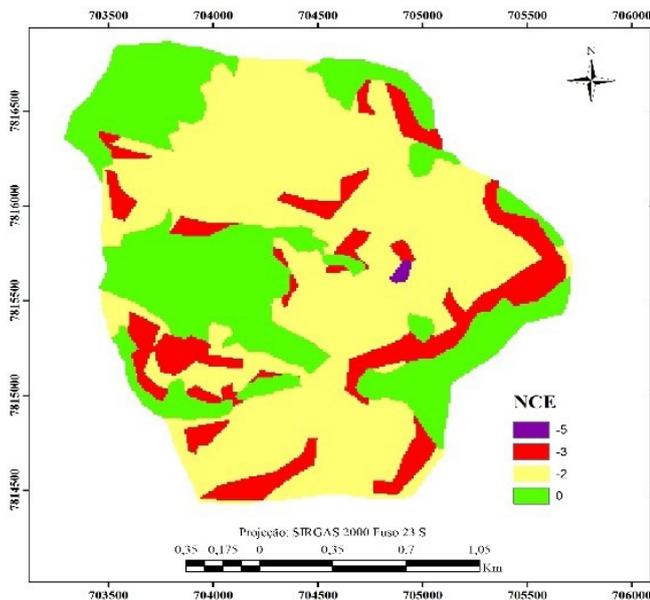


Figura 8. Número de classes acima da capacidade de uso.
Figure 8. Number of classes above the usability.

e também os locais onde os resultados encontrados estão em conformidade.

De maneira geral, a maior parte da área da área de estudo está em não conformidade quanto ao uso sustentável da terra, em que se obteve locais onde uso da terra está 5 classes acima do que seria ideal. A Tabela 6 apresenta a quantidade de área (ha) do uso e ocupação atual que está localizado em cada classe apresentadas na Figura 8.

Os resultados obtidos indicam que 31,4% da área está em conformidade com o uso sustentável da terra, sendo representada por áreas com vegetação nativa. Por outro lado, 68,6% da área está em não conformidade com a classificação de terras no sistema de capacidade de uso.

4. DISCUSSÃO

Dentre as restrições apresentadas na classificação de terras no sistema de capacidade de uso, o fator fertilidade aparente é o mais passível de ser corrigido, pois a incorporação de fertilizantes e corretivos podem melhorar substancialmente a fertilidade do solo. Porém é necessário atentar-se as características da área onde este solo está inserido, em áreas declivosas esta interpretação pode acarretar em sérios problemas ambientais acelerando os processos erosivos.

A declividade da área foi o fator mais restritivo observado, pois apresentou valores relativamente altos o que influenciam diretamente as outras restrições, como por exemplo, no tipo de solo existente, pois áreas mais declivosas são características de ocorrência de neossolos.

Tabela 6. Valores de área do uso e ocupação do solo atual localizadas nas classes acima da capacidade de uso.
Table 6. Range of land use and occupancy of the current soil located in the classes above the capacity of use.

NCA	Uso do solo (ha)				Σ	%
	Vegetação	Pastagem	Solo exposto	Culturas anuais		
Classe 0	127,88	-	-	-	127,88	31,4%
Classe -2	-	225,08	-	0,30	225,37	55,4%
Classe -3	-	47,05	-	6,00	53,06	13,0%
Classe -5	-	-	0,77	-	0,77	0,2%
Σ	127,88	272,13	0,77	6,30	407,09	100,0%

As áreas com vegetação identificados na microbacia, além de estarem em conformidade com o sistema de capacidade de uso das terras, também estão em concordância com o novo código florestal, que para declividades superiores a 45°, é indicado para áreas de preservação permanente (APP) (BRASIL, 2012).

O uso das terras em não conformidade com a classificação da capacidade de uso resulta em diversos problemas ambientais e inviabiliza uma produção agropecuária sustentável, devido ao empobrecimento gradativo do solo. Portanto, é fundamental a adoção de medidas para readequação da área de estudo.

Para contornar estes problemas, a medidas devem ser analisadas a nível de bacias hidrográficas e ações devem ser tomadas em comum acordo com os diversos agentes que compõe a mesma (MELLO; SILVA, 2013). A adoção conjunta de práticas conservacionistas, como por exemplo, a adoção de práticas edáficas, principalmente em relação a recuperação das pastagens degradadas, e a adoção de sistemas de plantios que permitam maior proteção ao solo, como plantio em nível, em conjunto com práticas mecânicas, como terraços em locais mais críticos, podem melhorar substancialmente a preservação do solo na área (PRUSKI et al., 2009).

Outra medida de incentivo à adoção de práticas conservacionistas, principalmente em propriedades rurais, é a implementação de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), que são considerados como serviços prestados aos ecossistemas que contribuem para a sustentação da vida e a manutenção do meio ambiente (LEAL; RIBAS, 2014). Os produtores rurais brasileiros têm pouco incentivos para a adoção de práticas conservacionistas, desta forma o PSA, que está baseado no princípio do provedor-pagador, ou seja, pagamentos por medidas conservacionistas adotadas na propriedade rural, mostra-se como uma medida que apresenta bons resultados na promoção de atividades agrícolas pautadas no desenvolvimento rural sustentável (MORAIS, 2012).

A metodologia utilizada na microbacia consiste em uma análise preliminar das condições da região, objetivando identificar as áreas em não conformidade o que permite centralizar as ações nas regiões que exigem maior atenção. É necessário a elaboração de um plano de adequação e em um segundo momento, apresentar a proposta para o comitê de bacia hidrográfica do rio Piracicaba.

O desenvolvimento deste tipo de estudo através de informações oriundas de sensoriamento remoto apresenta deficiências principalmente em relação a escala das informações, como exemplo, os solos são característicos por apresentar alta variabilidade espacial. Com a escala dos dados disponíveis para a área de estudo foi possível identificar apenas dois tipos de solo.

5. CONCLUSÕES

O uso de geoprocessamento para análise da conformidade do uso e cobertura atual em relação ao sistema de capacidade

de uso das terras, auxilia na identificação de área que estão em não conformidade com o manejo sustentável das terras, possibilitando a adoção de medidas para a redução de problemas relacionados com a erosão, e por consequência, o empobrecimento do solo.

A metodologia utilizada permite uma análise preliminar da área de estudo, o que possibilita a concentração de esforços nas áreas mais críticas.

Recomenda-se a utilização de práticas conservacionistas na área, pois foi observado que 68,8% desta não está em conformidade com a capacidade ideal de uso da terra.

6. REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, R.; ALMEIDA, J. A. P.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S. Mapeamento do potencial de erosão laminar na Bacia do Rio Japarutuba, SE, via SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, p. 731-740, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000700012>
- Banco de Solos do Estado de Minas Gerais. **Mapas de solos de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://bancodesolosdeminasgerais.org/mapas>>. Acesso em: 08 dez. 2016.
- BRASIL. **Lei Nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Brasília, DF (2012). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 10 dez. 2016.
- CAMPOS, S.; NARDINI, R. C.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. Sistema de informações geográficas aplicado à espacialização da capacidade de uso da terra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 174-179, 2010. <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v40i2.3887>
- CAMPOS, S.; CAMPOS, M.; NARDINI, R. C. Caracterização da capacidade do uso das terras de uma microbacia do interior Paulista. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 5, p. 328-382, 2016. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v04n05a09>
- CATEN, A. T.; MINELLA, J. P. G.; MADRUGA, P. R. A. Desintensificação do uso da terra e sua relação com a erosão do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 1006-1114, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000900012>
- COSTA, S. A. D.; KER, J. C.; SIMÕES, D. F. F.; FONTES, M. P. F.; FABRIS, J. D.; ANDRADE, F. V. Pedogênese e classificação de latossolos desenvolvidos de itabiritos no quadrilátero ferrífero, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p. 359-371, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000200001>
- CUNHA, C. M. L.; PINTON, L. G. Avaliação da capacidade de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro - Analândia, SP. **Geociências**, v. 31, n. 3, p. 459-471, 2012.
- DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, p. 36, 2014
- EMADODIN, I.; NARITA, D.; BORK, H. R. Soil degradation and agricultural sustainability: an overview from Iran. **Environment, Development and Sustainability**, v. 14, p. 611-625, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s10668-012-9351-y>
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos Tropicais**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_16_2212200611542.html>. Acesso em: 09 dez. 2016
- FANTINEL, R. A.; PALMEIRA, A. N.; SANTOS, M. A. P.; BENEDETTI, A. C. P. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao mapeamento do uso da cobertura da terra no arroio capão, São Gabriel-RS. **Revista eletrônica de gestão, educação e tecnologia ambiental**, Santa Maria, v. 5, p. 917-925, 2012.
- FLAUZINO, B. K.; MELLONI, E. G. P.; PONS, N. A. D.; LIMA, O. Mapeamento da capacidade de uso da terra como contribuição ao planejamento de uso do solo em sub-bacia hidrográfica piloto no sul de Minas. **Geociências**, Rio Claro, v. 35, p. 277-287, 2016.
- GALHARTE, C. A.; VILLELA, J. M.; CRESTANA, S. Estimativa da produção de sedimentos em função da mudança de uso e cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, p. 194-201, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000200010>
- LEAL, M. S.; RIBAS, L. C. Contribuições para a proposta de uma política municipal de pagamento por serviços ambientais: o caso de Botucatu, SP. **Floresta**, Curitiba, v. 44, p. 411-420, 2014. <http://dx.doi.org/10.5380/RF.v44i3.30297>
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observe agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 31, p. 159-174, 1977.
- LEPSCH, I. F.; ESPINDOLA, C. R.; FILHO, O. J. V.; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2015. 170p.
- MELLO, C. R.; SILVA, A. M. **Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Lavras: UFLA, 2013. 455p.
- MENDONÇA, I. F. C.; NETO, F. L.; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 888-895, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000400016>
- MENEZES, J. P. C.; BERTOSSI, A. P. A.; SANTOS, A. R.; NEVES, M. A. Correlação entre o uso da terra e a qualidade da água subterrânea. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, p. 173-186, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522014000200008>
- MORAIS, J. L. A. Pagamento por serviços ambientais (PSA) como instrumento de política de desenvolvimento sustentável dos territórios rurais: o projeto protetor das águas de Vera Cruz, RS. **Sustentabilidade em debate**, v. 3, p. 43 - 56, 2012. <http://dx.doi.org/10.18472/SustDeb.v3n1.2012.7196>
- PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa: UFV, 2009. 279 p.
- SANTOS, P. G.; BERTOL, I.; CAMPOS, M. L.; NETO, S. L. R.; MAFRA, A. L. Classificação de terra s segundo sua capacidade de uso e identificação de conflito de uso do solo em microbacia hidrográfica. **Revista de Ciências Agrovetenárias**, Lages, v. 11, n.12, p. 146-157, 2012.
- SANTOS, L. S.; MORAIS, E. S.; SILVEIRA, H.; ALVES, F. C. Estudo do escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Ivaí, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 14, p. 259 -267, 2013. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v14i3.286>
- SILVA, M. A.; FREITAS, D. A. F.; SILVA, M. L. N.; OLIVEIRA, A. H.; LIMA, G. C.; CURTI, N. Sistema de informações geográficas no planejamento de uso do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 2, p. 316-323, 2013. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v8i2a2289>
- SILVEIRA, G. R. P.; CAMPOS, S.; GARCIA, Y. M.; SILVA, H. A. S.; CAMPOS, M.; NARDINI, R. C.; FELIPE, A. C. Geoprocessamento aplicado na determinação das subclasses de capacidade de uso do solo para o planejamento conservacionista. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, n. 4, p. 330-336, 2013.
- SILVEIRA, G. R. P.; CAMPOS, S.; GONÇALVES, A. K.; BARROS, Z. X.; POLLO, R. A. Geoprocessamento aplicado na espacialização da capacidade de uso do solo em uma área de importância agrícola. **Energia na agricultura**, Botucaut, v. 30, p. 363-371, 2015. <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n4p363-371>

TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. F.; DECHEN, S. C. The costs of soil erosion. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 287-298, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000200001>

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P. Erosão hídrica, em três momentos da cultura do milho, influenciadas por métodos de preparo do solo e semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p. 565-574, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000200021>