



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

A DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DO SOLO ATRAVÉS DE FATORES DA EUPS

Marina de Souza Muniz¹, Júlio Caetano Tomazoni², Bruno Baierle³, Elisete Guimarães⁴

RESUMO

Este estudo teve como objetivo a análise dos fatores da Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS no software SPRING, através da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL, e da aplicação de equações para a elaboração de mapas de capacidade de uso das terras do município de Francisco Beltrão – PR, a fim determinar as formas de uso do solo e as práticas conservacionistas mais adequadas para o município, objetivando sempre à minimização da perda de solo por erosão laminar. O município de Francisco Beltrão está situado no sudoeste do estado do Paraná e possui 735,11 km² de área total. Utilizando o SPRING gerou-se mapas do município referentes à Classificação dos Usos do Solo, ao fator LS, às Perdas de Solo Toleráveis, à Capacidade de Uso e Prática Conservacionista Tolerável. Após análise dos mapas, foi possível concluir que em 56,23% do município os solos estão sendo utilizados adequadamente e em 12,28% da área total do município estão ocorrendo usos inadequados dos mesmos, sendo que, para esses, devem ser tomadas medidas de alteração e readequação dos usos para que seja possível prevenir suas perdas por erosão.

Palavras-chave: erosão; SIG; práticas conservacionistas.

DETERMINING THE CAPACITY OF THE USE OF GROUND THROUGH THE FACTORS USLE

ABSTRACT

This study aimed to analyze the factors of the Universal Soil Loss Equation - USLE in the SPRING software by Spatial Language for Algebraic Geoprocessing - LEGAL, and applying equations to elaborate land use capacity maps in the city of Francisco Beltrão - PR, in order to determine the forms of land use and the most appropriate conservation practices for the city, aiming always to minimize soil loss by sheet erosion. The city of Francisco Beltrão is located in the southwest of Paraná state and has 735.11 km² of total area. Using SPRING were generated maps of the city regarding the Classification of Land Uses, the LS factor, the Tolerable Soil Losses, the capacity of Use and Tolerable Conservation Practices. After analyzing the maps, it was concluded that in 56.23% of the city soils are being used properly and in 12.28% of the total city area are occurring improper use thereof, and, for these, changes at the uses and readjustment actions should be taken to be possible to prevent its losses by sheet erosion.

Keywords: erosion; GIS; conservation practices.

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental, da UTFPR Campus Francisco Beltrão. E-mail: marinasmuniz@gmail.com.

² Professor da UTFPR Campus Francisco Beltrão, do Curso de Engenharia Ambiental. E-mail: caetano@utfpr.edu.br.

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental, da UTFPR Campus Francisco Beltrão. E-mail: bruno.baierle@hotmail.com.

⁴ Professora da UTFPR Campus Francisco Beltrão, do Curso de Engenharia Ambiental. E-mail: guimaraes@utfpr.edu.br.

^{1, 2, 3 e 4} Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Francisco Beltrão – Linha Santa Bárbara s/n, Caixa Postal 135, CEP 85601-970 – Francisco Beltrão – PR, Brasil..

1. INTRODUÇÃO

O solo é essencial à existência dos seres vivos e é um recurso natural não renovável no curto prazo, pois o tempo necessário para a sua formação é maior do que a média de vida humana na terra. Esse recurso vem sendo utilizado pelo homem de forma intensa e sem os cuidados necessários à sua preservação, o que gera um grande desequilíbrio ambiental nos ecossistemas do planeta (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012).

Um dos principais causadores das perdas de qualidade do solo é a erosão. Esse processo consiste em um desprendimento e arraste das partículas do solo provocado pelo efeito da água e pelo vento. No Brasil, o principal tipo de erosão que ocorre é aquela provocada pela água, denominada erosão hídrica (NEVES et. al, 2011).

A erosão hídrica se subdivide em estágios, iniciando pelo salpicamento, partindo para a erosão laminar, onde uma camada superficial uniforme é removida devido ao escoamento da água da chuva, o terceiro estágio é a erosão em sulcos e os dois últimos estágios são as ravinas e as voçorocas, respectivamente, que evoluem do aumento do escoamento mais intenso da água (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2009).

O município de Francisco Beltrão – PR possui os seguintes tipos de solo: Chernossolos, Latossolos, Neossolos e Nitossolos (EMBRAPA, 2008), que são utilizados predominantemente para uso agrícola e os principais problemas relacionados a eles são devidos à erosão hídrica.

Para que se possa obter um melhor aproveitamento do solo e preservá-lo, é necessário observar sua capacidade de uso. Este termo está associado às possibilidades e limitações que eles apresentam ao seu uso (GALETI, 1984).

Neste estudo utilizou-se a classificação convencional de capacidade de uso do solo aceita universalmente, abrangendo sete classes, em três categorias principais, descritas abaixo (GALETI, 1984):

- 3 grupos: A, B e C;

- 7 classes: I, II, III, IV, V, VI, VII.

Sendo que os grupos definem o uso que a terra comporta, enquanto as classes indicam o uso e tecnologias de conservação do solo a serem utilizados.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2012), a classificação do uso do solo se dá da seguinte maneira:

- A – Terras cultiváveis:

I. Terras cultiváveis permanente e seguramente, aparentemente sem

problemas especiais de conservação, sem a necessidade de práticas ou medidas especiais;

II. Terras cultiváveis com problemas simples de conservação; requerem uma ou mais práticas especiais para serem cultivadas segura e permanentemente; em alguns casos pode haver a necessidade de remoção de pedras e uso de adubos corretivos;

III. Terras cultiváveis com problemas complexos de conservação; requerem medidas intensivas ou complexas para que seja possível o cultivo seguro e permanente;

IV. Terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada com sérios problemas de conservação; não prestam para cultivos contínuos ou regulares;

- B – Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas em geral para pastagens ou reflorestamento:

V. Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas, em geral, para pastagens ou reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação; não são cultiváveis com culturas anuais, sendo passíveis de adaptação em culturas perenes, pastagens ou reflorestamento;

VI. Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas, em geral, para pastagens ou reflorestamento, com problemas simples a complexos de conservação;

- C – Terras impróprias para vegetação produtiva e próprias para proteção da fauna silvestre, para recreação ou para armazenamento de água:

VII. Terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo da fauna silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água. São, por exemplo, encostas rochosas, terrenos íngremes montanhosos e terrenos de mangue.

Nesta classe também estão inclusas as Áreas de Preservação Permanente - APPs que, segundo o Código Florestal, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), devem ser mantidas para que se possa determinar o uso do solo aliado à preservação dos recursos naturais. Essas áreas situam-se nas faixas marginais de qualquer curso de água, nas encostas com declividade superior à 45° e nos topos de morros, montanhas e serras (BRASIL, 2012).

As áreas que não possibilitam o crescimento de vegetação são consideradas como sendo tipos de terrenos, não sendo

classificadas em nenhuma das sete classes de capacidade de uso do solo, enquadrando-se afloramentos de rochas, áreas escavadas pelo homem, etc. (FUJIHARA, 2002).

Para determinar a capacidade de uso de solo de cada gleba é necessário utilizar o sistema de classificação especificado anteriormente, inserindo as características e propriedades do solo a ser classificado (MENDONÇA; LOMBARDI NETO; VIÉGAS, 2006).

Este estudo teve como objetivo a análise dos fatores da Equação Universal de Perdas de Solos – EUPS e a aplicação de equações para elaborar cartas de capacidade de uso das terras do município de Francisco Beltrão, a fim de se obter o tipo mais adequado de uso do solo que pode ser desenvolvido em determinada área e as práticas conservacionistas mais indicadas a serem utilizadas, visando sempre à minimização da perda de solo por erosão laminar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o município de Francisco Beltrão (Figura 1), que se situa no sudoeste do estado do Paraná, entre as coordenadas geográficas: 26°11'55"S e 53°22'38"O; 25°56'17"S e 52°53'04"O, com área total de 735,11 km².

Para a produção deste estudo foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas SPRING, versão 5.2.7, que dispõe funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica do terreno e consultas a banco de dados espaciais, além de operar como um banco de dados geográficos (INPE, 2009).

Esse software possui uma Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL), que permite o desenvolvimento de rotinas através de programação em C⁺⁺. Um programa LEGAL é constituído de sentenças, que são linhas de comando, estando estruturadas em três partes: declarações, instanciações e operações (INPE,2009).



Figura 1: Localização do município de Francisco Beltrão no Estado do Paraná.

Na primeira etapa deste estudo, foram criados programas com a linguagem LEGAL para cada um dos fatores da EUPS, para classificação do tipo e do uso do solo de Francisco Beltrão e para a determinação das perdas de solos por erosão laminar do município.

Na segunda etapa do estudo, que gerou o presente artigo, foram criados programas a fim de determinar a capacidade de uso do solo de Francisco Beltrão, primeiramente determinando as perdas toleráveis para cada tipo de solo

presente no local, em seguida realizando a caracterização das sete classes de capacidade de uso existentes no município e determinando a aptidão agrícola do mesmo. Todos esses programas foram baseados na pesquisa de Tomazoni (2003).

A Equação Universal de Perdas de Solos - EUPS foi desenvolvida nos anos 1970, por Wischmeier & Smith, e relaciona fatores que dependem de características naturais (R, K e LS) com fatores relacionados com as formas de ocupação do solo e práticas

conservacionistas (CP), para estimar a perda de solo de um dado local em decorrência da erosão laminar (A), em toneladas de solo perdido por hectare em um ano (CHAVES, 2010; BRAGA et. al, 2005).

Para a determinação das perdas toleráveis para cada tipo de solo foi utilizado o método proposto por Bertoni e Lombardi Neto (2012), que considera a profundidade dos solos e algumas de suas propriedades específicas, sendo a profundidade, a relação textural entre os horizontes superficiais e subsuperficiais e a densidade, relacionando-as através de uma equação (1) para a determinação do peso de solo por hectare.

$$P = 100 * h * d \quad (1)$$

Onde: P = peso de terra em um hectare, em t/ha; h = espessura do horizonte, em cm; d = densidade do solo, em g/cm³.

Ainda seguindo este raciocínio, e considerando que o perfil do solo demora 1.000 anos para ser desgastado, o resultado obtido pela equação (1) deve ser dividido por este tempo, a fim de se obter as perdas toleráveis para cada tipo de solo de Francisco Beltrão, obedecendo à equação (2).

$$Pt = \frac{P}{1000} \quad (2)$$

Onde: Pt = perdas de solo tolerável para cada tipo de solo, em t.ha⁻¹.ano⁻¹; P = peso de terra em um hectare, em t/ha.

O uso e manejo do solo, que equivalem ao fator CP da EUPS, estão intimamente relacionados com a perda de solo tolerável por erosão, visto que influenciam diretamente nos processos erosivos. São Paulo (1989) propõe a seguinte equação (3) para determinar o fator CP tolerável:

$$CPt = \frac{Pt}{R.K.LS} \quad (3)$$

Onde: CPt = capacidade de uso e prática conservacionista tolerável; Pt = perda de solo tolerável causada por erosão; R, K e LS = fatores da EUPS.

Para realizar os cálculos através da equação (3) utilizaram-se os fatores R e K como àqueles necessários para determinar as perdas de solo no município de Francisco Beltrão em decorrência da erosão laminar, porém o fator LS teve que levar em consideração o declive natural do terreno atribuindo-se o comprimento de rampa de acordo com a distância entre terraços das práticas mecânicas.

O fator R, que é a erosividade da chuva, se trata de um índice numérico que expressa a capacidade da precipitação pluviométrica em causar erosão no solo. É expresso em tm mm ha⁻¹ h⁻¹ ou em MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ (SILVA; SCHULZ; CAMARGO,

2007). Este fator foi calculado através de um programa LEGAL que considerou a média mensal do índice de erosão do município e dados da precipitação média anual do mesmo. Porém, para ser utilizado na equação (3) foi feita a média ponderada dos valores encontrados para o fator R em relação às suas áreas de abrangência.

Para o cálculo do fator K, que é a susceptibilidade do solo em ser erodido, foram coletadas 52 amostras de solo de horizontes A de diferentes locais da cidade, que foram analisadas em laboratório, química e fisicamente.

A partir dos resultados obtidos foi possível calcular o fator K para os diferentes tipos de solo de Francisco Beltrão, sendo basicamente Chernossolos, Latossolos, Neossolos e Nitossolos. Esse cálculo foi feito com o uso da equação (4), proposta por Denardin (1990) apud Arraes, Bueno e Pissarra (2010).

$$K = (7,48 \cdot 10^{-6} \cdot M) + (4,48 \cdot 10^{-3} \cdot P) - (6,31 \cdot 10^{-2} \cdot DMP) + (1,04 \cdot 10^{-2} \cdot R) \quad (4)$$

Onde: K = fator K, expresso em $t \cdot ha^{-1} \cdot h \cdot mm^{-1} \cdot ha \cdot MJ^{-1}$; M (%) = (areia fina + silte) x [(areia fina + silte) + areia grossa]; P = valor da permeabilidade, a ser estimada analisando de forma integrada os dados de todo perfil do solo, até o topo do horizonte C, tomando esses valores: 1 = muito baixa, 2 = baixa, 3 = baixa a moderada, 4 = moderada, 5 = moderada a

rápida, 6 = rápida; DMP = [(0,65 x areia grossa) + (0,15 x areia fina) + (0,0117 x silte) + (0,00024 x argila)]/100; R = [areia grossa x (teor de matéria orgânica/100)].

Em seguida, para calcular o fator LS considerando o declive natural do terreno, calculou-se o espaçamento vertical entre terraços, a partir da equação (5) descrita por Bertoni e Lombardi Neto (1990), depois o espaçamento horizontal foi calculado a partir da equação (6) e, por fim, para cálculo do LS foi utilizada a equação (7) que Bertoni e Lombardi Neto (2012) apresentaram.

$$EV = 0,5418 \cdot q \cdot D^{0,58} \quad (5)$$

Onde: EV = espaçamento vertical entre os terraços, em m; D = declividade do terreno, em %; q = fator que depende do tipo de solo, sendo: 0,835 para solos arenosos, 0,954 para solos argilosos e 1,212 para solo roxo.

$$EH = \frac{(EV \cdot 100)}{D} \quad (6)$$

Onde: EH = espaçamento horizontal, em m; EV = espaçamento vertical, em m; D = declividade do terreno, em %.

$$LS = 0,00984 \cdot L^{0,63} \cdot S^{1,18} \quad (7)$$

Onde: LS = fator topográfico; L = comprimento de rampa, em m; S = grau de declive, em %.

Posteriormente, partiu-se para a determinação final das classes de

capacidade de uso do solo do município de Francisco Beltrão, utilizando os resultados obtidos pela equação (3).

Foi feita no SPRING uma tabulação cruzada entre as classes de usos do solo e os tipos de uso que ocorrem em Francisco Beltrão, para que pudesse ser verificado se o solo está sendo utilizado adequadamente, segundo sua aptidão no município.

Após a execução de todos os programas LEGAL descritos anteriormente, migrou-se para o *software* SCARTA, de mesma versão que o SPRING, para gerar os mapas de cada fator analisado. Para que isso fosse possível, foi necessário gerar categorias temáticas para cada um dos fatores obtidos nos programas LEGAL.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram gerados no SCARTA mapas para cada elemento analisado neste estudo, sendo, portanto, a Classificação dos Usos

do Solo (Figura 2), o fator LS (Figura 3), as Perdas de Solo Toleráveis (Figura 4), a Capacidade de Uso e Prática Conservacionista Tolerável (Figura 5), a Aptidão do Solo que desconsidera as Áreas de Preservação Permanente – APPs (Figura 6) e a Aptidão do Solo que considera as APPs (Figura 7).

Os resultados obtidos através das equações (1) e (2) estão apresentados na Tabela 1 e na Figura 4. É possível observar que os Neossolos são os que menos toleram perdas por erosão laminar, valor igual a $8,75 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, estando em segundo lugar os Chernossolos, com tolerância de $13,13 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e por último os Nitossolos e Latossolos, que toleram perdas de solo de $17,50 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

Tabela 1 - Tolerância de perdas de solo no município de Francisco Beltrão, em t/ha/ano, e parâmetros utilizados.

Tipo de solo	Argila no horizonte A (%)	Argila no horizonte B (%)	Relação textural entre A e B	Profundidade cm (h)	Densidade de g/cm^3 (d)	Peso de Terra t/ha (P) (P=100 h d)	Tolerância perda/ano t/ha (Pt), Pt=P/1000
Chernossolo (MTf e MXo)	43,0	52,6	1,22	75	1,75	13125	13,13
Latossolo (LVdf)	71,8	75,9	1,06	100	1,75	17500	17,50
Neossolo (RRe)	54,3	-	>1	50	1,75	8750	8,75
Nitossolo (NVdf e NVef)	62,0	70,8	1,14	100	1,75	17500	17,50

Os dados referentes os teores de argila, relação textural e profundidade foram obtidos através de análises laboratoriais de amostras de solo do município.

As medidas de classes do mapa de Perdas de Solo Toleráveis (Figura 4) estão dispostas na Tabela 2, onde é possível observar que na maior parte do território, ou seja 68,87%, os solos toleram perdas entre 13,13 a 17,50 t.ha⁻¹.ano⁻¹, em 19,48% os solos toleram perdas entre 8,15 e 13,13 t.ha⁻¹.ano⁻¹, e na menor parte, cerca de 11,66% do município a tolerância de perdas de solo é de até 8,75 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

Tabela 2 – Medidas de classes de Perdas de Solo Toleráveis.

Discriminação (t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Área (km ²)	%
0 - 8,75	85,69	11,66
8,15 - 13,13	143,17	19,48
13,13 - 17,5	506,25	68,87
Área total das classes	735,11	100,00

Os resultados obtidos para o fator R na primeira etapa deste estudo estão dispostos na Tabela 3, onde constata-se que o intervalo de fator R equivalente a 6.665 a 6.908 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ está presente em 5,93% do município, o intervalo de 6.908 a 7.151 mm ha⁻¹ h⁻¹ ocorre em 16,63% da área total do município, já o intervalo de 7.151 a 7.394 mm ha⁻¹ h⁻¹ ocorre em 30,93% do total, o de 7.394 a 7.637 mm ha⁻¹ h⁻¹ ocorre em 41,89% e, por fim, o

intervalo de 7.637 a 7.880 mm ha⁻¹ h⁻¹ ocorre em apenas 4,62% do município.

Entretanto, como descrito anteriormente, para utilizá-lo na equação (3) foi feita uma média ponderada desses valores, resultando em um fator R de 7.327,225 mm ha⁻¹ h⁻¹.

Tabela 3 – Medidas de classes fator R.

Discriminação (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹)	Área (km ²)	%
6.665 – 6.908	43,60	5,93
6.908 – 7.151	122,22	16,63
7.151 – 7.394	227,36	30,93
7.394 – 7.637	307,93	41,89
7.637 – 7.880	33,97	4,62
Área total das classes	735,11	100,00

Os resultados obtidos através da equação (4) estão apresentados na Tabela 4. Para os Latossolos o fator K encontrado foi de 0,01868 t.ha⁻¹.h.mm⁻¹.ha.MJ⁻¹, para os Nitossolos o fator K foi de 0,02253 t.ha⁻¹.h.mm⁻¹.ha.MJ⁻¹, enquanto que para os Neossolos o fator K equivale a 0,03573 t.ha⁻¹.h.mm⁻¹.ha.MJ⁻¹ e, com maior valor encontrado para o fator K, estão os Chernossolos com 0,03797 t.ha⁻¹.h.mm⁻¹.ha.MJ⁻¹.

Tabela 4 - Fator K para os diferentes tipos de solo de Francisco Beltrão – PR e seus parâmetros.

Tipo de solo	M	P	DMP	R	K(t.ha ⁻¹ .h.mm ⁻¹ .ha.MJ ⁻¹)
Chernossolo (MTf e MXo)	2106,53	4	0,07	0,30	0,03797
Latossolo (LVdf)	787,15	3	0,02	0,08	0,01868
Neossolo (RRe)	1955,69	5	0,04	0,14	0,03573
Nitossolo (NVdf e NVef)	1343,88	3	0,04	0,15	0,02253

Na Tabela 5 encontram-se os resultados das medidas de classes dos usos que ocorrem nos solos do município em questão. Analisando-a, juntamente com o auxílio da Figura 2, é possível notar que 36,66% do território é composto por vegetação nativa, 32,63% de pastagem, 14,65% de lavoura, 15,94% é composto de solo descoberto e 0,82% são outras formas de uso, nesta estão inclusos os corpos hídricos.

Tabela 5 - Medidas de classes dos Usos de Solo de Francisco Beltrão, em julho do ano de 2013.

Discriminação	Área (km ²)	%
Vegetação nativa	269,52	36,66
Pastagem	239,91	32,63
Lavoura	107,72	14,65
Solo descoberto	117,14	15,94
Outras	0,82	0,11
Área total das classes	735,11	100

A Tabela 6 apresenta as medidas de classes do fator LS para o município. Observando seus dados e a Figura 3 nota-se que em 26,66% do território o fator LS encontra-se no intervalo de 0,086 a 0,586, em 24,89% encontra-se entre 1,086 a 1,586, em 19,38% encontra-se entre 0,586 a 1,086, em 12,86% do território o LS está contido entre 1,586 a 2,086, já em 9,24% o LS está entre 2,086 a 2,586, em 4,32% do total o fator LS encontra-se entre 2,586 a 3,086, e na menor fração, em 2,65% do município o fator LS é maior do que 3,086.

Tabela 6 - Classes do fator LS de Francisco Beltrão.

Discriminação	Área (km ²)	%
0,086 - 0,586	195,99	26,66
0,586 - 1,086	142,44	19,38
1,086 - 1,586	182,96	24,89
1,586 - 2,086	94,56	12,86
2,086 - 2,586	67,92	9,24
2,586 - 3,086	31,75	4,32
> 3,086	19,49	2,65
Área total das classes	735,11	100,00

Os resultados obtidos com a aplicação das equações (5), (6) e (7) estão apresentados na Tabela 8, que foram utilizados para o cálculo da equação (3).

A Figura 5 e a Tabela 7 fornecem dados a cerca da Capacidade de Uso e Prática Conservacionista Tolerável, onde em 26,12% da área do município tal capacidade encontra-se entre 0,08622 a 0,2133, em 16,55% encontra-se entre 0,04386 a 0,08622, em 16,35% encontra-se entre 0,0015 a 0,02268, já em 16,06% do território encontra-se maior do que 0,9546, em 14,30% entre 0,02268 a 0,04386, e, na menor porção do território, equivalente a 10,63% a capacidade de uso e prática conservacionista tolerável encontra-se no intervalo de 0,2133 a 0,9546.

Tabela 7 - Medidas de classes da Capacidade de Uso e Prática Conservacionista Tolerável de Francisco Beltrão.

Discriminação	Área (km ²)	%
0,0015 - 0,02268	120,16	16,35
0,02268 - 0,04386	105,12	14,30
0,04386 - 0,08622	121,64	16,55
0,08622 - 0,2133	192,03	26,12
0,2133 - 0,9546	78,12	10,63
> 0,9546	118,03	16,06
Área total das classes	735,11	100,00

A Tabela 8 apresenta, de maneira resumida, o conteúdo do LS calculado, do K e da Capacidade de Uso e Prática Conservacionista Tolerável. Estes dados foram os que originaram a carta de Capacidade de Uso das terras de Francisco Beltrão (Figuras 6 e 7), porém a figura 7 considera as APPs de acordo com o determinado pelo Código Florestal, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, ou seja, APPs de 30 metros de largura para rios com largura menor do que 10 metros e APPs de 50 metros de largura para rios entre 10 e 50 metros de largura (BRASIL, 2012).

Tabela 8 – Definição das Classes de Capacidade de Uso em função do LS, K e CPT.

Classe	LS calculado	K	CPT
I	0,0 a 0,46	0,02253	1,6 a 0,2305
II	0,46a 0,87	0,02253	0,2305 a 0,1222
III	0,87a 1,26	0,03797	0,1222 a 0,0375
IV	1,26 a 1,64	0,03573	0,0375 a 0,0204
V	1,64 a 3,78	0,03573	0,0204 a 0,0088
VI	3,78 a 5,15	0,03573	0,0088 a 0,0064
VII	5,15 a 7,14	0,03573	0,0064 a 0,0

A Tabela 9 apresenta as medidas de classes da carta de Capacidade de Uso das terras de Francisco Beltrão que não considera as APPs, Figura 6, onde é possível notar que áreas consideradas classe I compreendem a 25,52% da área do município, classe II compreende a 11,31%, classe III compreende a 32,69%, classe IV compreende a 17,37%, classe V a 12,16% do território, classe VI

compreende apenas 0,79% e a classe VII compreende a 0,16% da área do município.

Tabela 9 – Medidas de classes da Capacidade de Uso das terras de Francisco Beltrão – sem APPs.

Discriminação	Área (km ²)	%
Classe I	187,62	25,52
Classe II	83,11	11,31
Classe III	240,33	32,69
Classe IV	127,69	17,37
Classe V	89,41	12,16
Classe VI	5,81	0,79
Classe VII	1,15	0,16
Área total	735,11	100,00

Na Tabela 10 constam as medidas de classes da carta de Capacidade de Uso das terras de Francisco Beltrão que inclui as APPs, Figura 7, onde é possível notar que áreas consideradas classe I compreendem a 25,12% da área do município, classe II compreende a 9,72%, classe III compreende a 30,64%, classe IV compreende a 16,63%, classe V a 11,63% do território, classe VI compreende apenas 0,74% e a classe VII compreende agora a 8,50% da área do município, pois inclui as APPs.

Tabela 10 – Medidas de classes da Capacidade de Uso das terras de Francisco Beltrão – com APPs.

Discriminação	Área (km ²)	%
Classe I	162,66	22,13
Classe II	71,46	9,72
Classe III	225,26	30,64
Classe IV	122,28	16,63
Classe V	85,52	11,63
Classe VI	5,43	0,74
Classe VII	62,50	8,50
Área total das classes	735,11	100,00

Na Tabela 11 estão dispostos os resultados obtidos através da tabulação cruzada entre os tipos de usos do solo e a aptidão agrícola do solo do município.

Os solos inclusos na classe I são aptos para todos os tipos de uso, e estão presentes em 162,66 km² do município, o equivalente a, aproximadamente, 22% da área total.

Os solos da classe II requerem uma ou mais práticas especiais de manejo para garantir cultivos seguros e permanentes. Encontram-se em 71,46 km² do município, possuindo 18,22 km² de vegetação nativa, 24,80 km² de pastagem, 13,59 km² de lavoura, 14,75 km² de solo descoberto e 0,10 km² de corpos hídricos (outras). Pode-se considerar que este tipo de solo vem sendo utilizado de maneira adequada no município, no entanto poderia ser melhor aproveitado com mais uso para vegetação nativa e lavoura.

Os solos da classe III mais suscetíveis em relação à classe anterior. Eles requerem medidas intensivas ou complexas para que haja possibilidade de cultivo seguro e permanente. Esses solos estão presentes em área equivalente a, aproximadamente, 30,6% do total do município, sendo que destes, 37,51 km² estão ocupados por solos descobertos, que não é uma prática que preserva este solo. O uso preferido pelos agricultores do município de Francisco Beltrão tem sido a pastagem, em cerca de 36,39% da área de abrangência desta classe, prática que também não preserva o solo adequadamente.

Em relação a classe seguinte, IV, que é ainda mais restritiva e seus solos não são adequados para cultivos contínuos ou regulares, mas podem ser apropriados em caso de serem devidamente protegidos e utilizados com esta finalidade em períodos curtos, observa-se que estão presentes em 122,28 km² (16,6% do total), sendo que deste total há 15,26 km² de solo descoberto, 12,38 km² de lavoura, 41,22 km² de pastagem, 53,35 km² de vegetação nativa e 0,07 km² de corpos hídricos. Para esta classe o uso mais adequado dos solos é o de vegetação nativa e lavoura, caso esta seja realizada atentando-se às recomendações de preservação do solo.

A classe V está presente em 11,6% do território de Francisco Beltrão. É uma classe que possui terras que não são cultiváveis com culturas anuais e podem ser adequadas para pastagens e vegetação nativa. Em sua abrangência no município há ocorrências de seu uso para lavouras em 6,46 km², para pastagens em 23,26 km², para vegetação nativa e reflorestamento em sua maior parte, 47,50 km², e para solos descobertos, em 8,23 km², fato que é inviável para esta classe.

A classe VI está presente em apenas 5,43 km², 0,7%, do território de Francisco Beltrão. É uma classe mais sensível, que requer maior proteção pelo fato de os seus solos não serem cultiváveis com culturas anuais e por apresentarem severas limitações até mesmo para pastagens e reflorestamento. Em Francisco Beltrão estão sendo utilizados

em 0,46 km² com lavouras, em 0,95 km² com pastagem, em 3,47 km² com vegetação nativa e em 0,48 km² com solos descobertos, sendo que o ideal seria o uso dedicado apenas para vegetação nativa.

Por fim, tem-se a classe VII, que deve ser estritamente conservada e mantida apenas com vegetação nativa para proteção e abrigo da fauna silvestre. Devido ao Código Florestal, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 essa área foi expandida, fato que pode ser observado claramente ao realizar o comparativo desta classe nas Tabelas 9 e 10, onde, sem as APPs, a classe VII estava presente em 0,16% do território e, com as APPs, esse valor aumentou para 8,50%. Na Tabela 11 é possível notar que, dos 62,50 km² em que a classe VII está presente no território, 28,33 km² (45,32%) estão sendo utilizados com outras finalidades que não a preservação da vegetação nativa, essa preservação ocorre em 33,88 km² (54,21%) e há presença de corpos hídricos em 0,29 km² (0,47%) do total. Fato preocupante, pois são áreas onde a erosão deve ser altamente contida.

A Tabela 12 tem como objetivo apresentar o resumo da Tabela 11, de maneira clara, a fim de mostrar as áreas que correspondem aos usos adequados ou não do solo do município. Ao analisá-la, verifica-se que a maior parte do município, 56,23%, está sendo utilizada de maneira adequada no que se diz respeito à preservação do solo, ou seja,

observando as especificações de cada tipo de classe, nessa porcentagem do município o solo está sendo bem manejado no que tange à prevenção da erosão laminar. 16,16% das terras são áreas que estão sendo utilizadas de maneira passível de ocasionar riscos de degradação, de regular a baixo, devendo sofrer alterações no modo de manejo e optar pela utilização de práticas conservacionistas adequadas à cada tipo do solo. 15,32% são áreas com uso do solo que as colocam em alto risco de degradação, ou seja, nelas estão sendo desenvolvidas atividades que degradam profundamente o solo, devendo ser melhoradas as práticas conservacionistas e/ou alterada a forma de uso, de maneira a garantir a conservação do solo. Por fim, 12,28% do município são áreas com uso do solo errôneo, devendo ser readequado. Nessas últimas as atividades que estão sendo desenvolvidas estão completamente em desacordo com o que se espera para os respectivos tipos de classes, seja na não conservação das Áreas de Preservação Permanente (em desacordo, portanto, com os parâmetros legais) ou na ausência de práticas conservacionistas no manejo de solos vulneráveis e propícios à perda por erosão, dentre outros manejos inadequados. Essas atividades devem ser freadas e outras atividades, com uso adequado ao tipo de classe do local, devem ser praticadas no mesmo.

Tabela 11 – Tabulação cruzada entre as classes de usos do solo e os tipos de uso que ocorrem em Francisco Beltrão (km²).

Classes de Terra	Vegetação Nativa	Pastagem	Lavoura	Solo descoberto	Outras	Total
Classe I	44,28	52,46	33,68	32,10	0,14	162,66
Classe II	18,22	24,80	13,59	14,75	0,10	71,46
Classe III	68,82	81,98	36,87	37,51	0,08	225,26
Classe IV	53,35	41,22	12,38	15,26	0,07	122,28
Classe V	47,50	23,26	6,46	8,23	0,07	85,52
Classe VI	3,47	0,95	0,46	0,48	0,07	5,43
Classe VII	33,88	15,24	4,28	8,81	0,29	62,50
Total	269,52	239,91	107,72	117,14	0,82	735,11

Tabela 12 – Resumo da Tabulação cruzada entre as classes de usos do solo e os tipos de uso que ocorrem em Francisco Beltrão (km²).

Situação	Km ²	%
1 - Áreas com uso do solo errôneo, devendo ser readequado.	90,27	12,28
2 - Áreas com uso do solo que as colocam em alto risco de degradação, devendo ser melhoradas as práticas conservacionistas e/ou alterada a forma de uso.	112,63	15,32
3 - Áreas com riscos de degradação de regular a baixo, devendo sofrer algumas alterações e observações nas práticas conservacionistas.	118,83	16,16
4 - Áreas sem risco de degradação.	413,38	56,23
Total	735,11	100,00

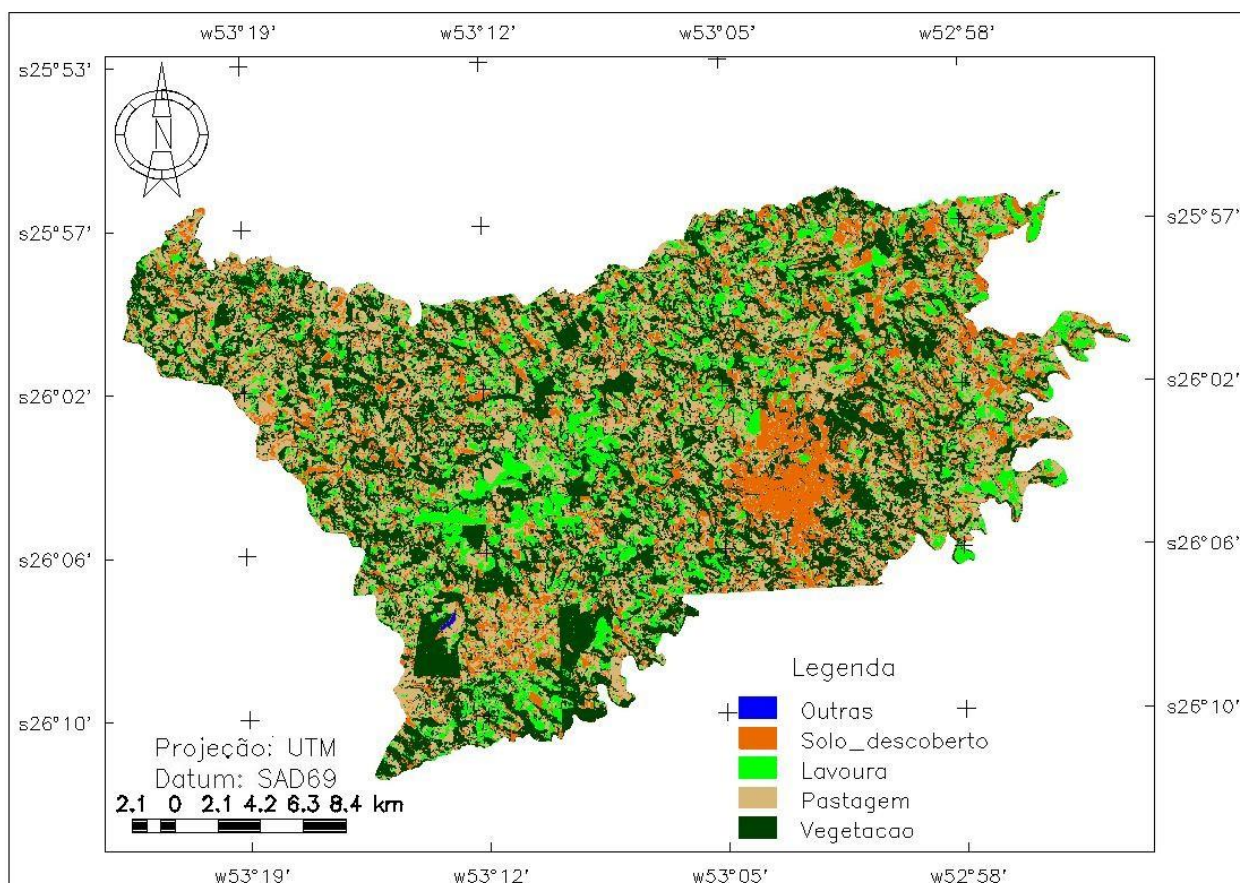


Figura 2: Mapa de Usos do Solo do município de Francisco Beltrão - julho de 2013.

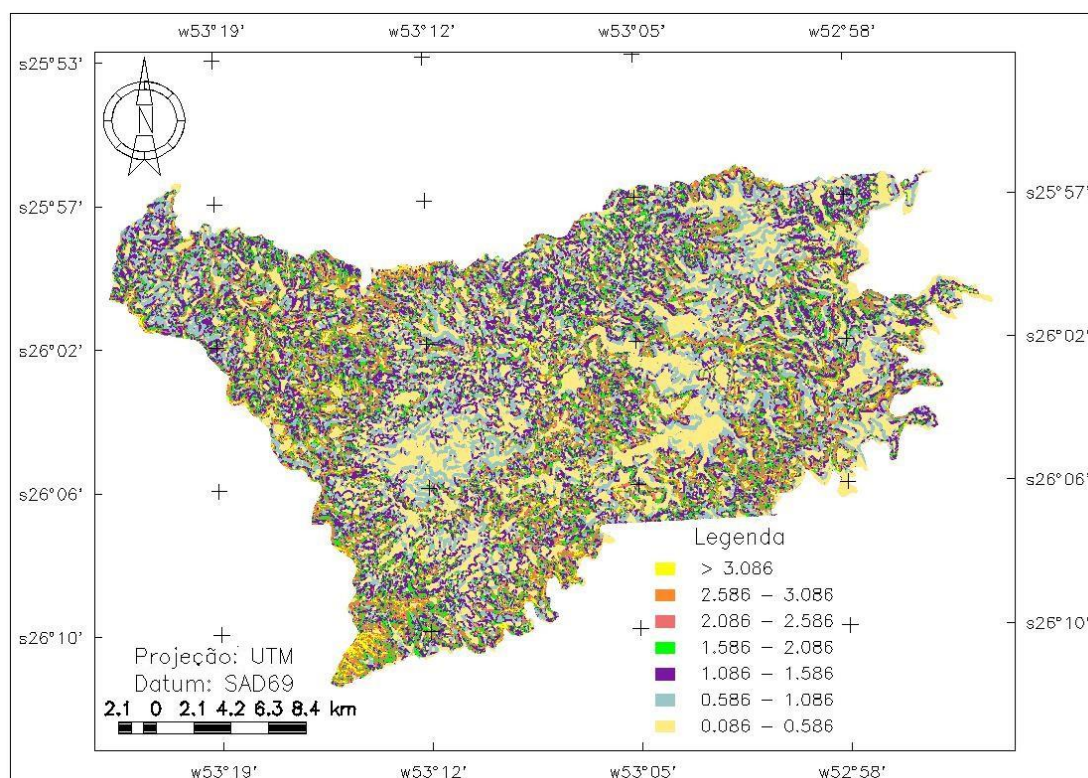


Figura 3: Mapa do Fator LS do município de Francisco Beltrão.

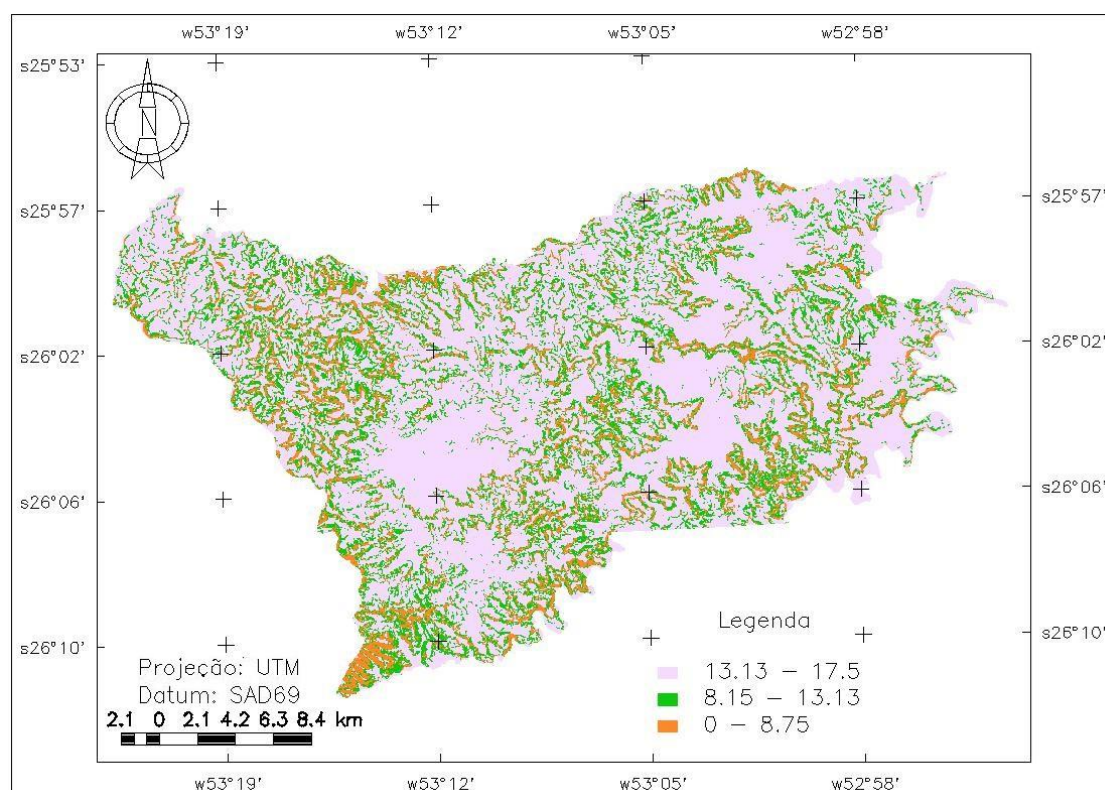


Figura 4: Mapa de Perdas de Solo Toleráveis do município de Francisco Beltrão - julho de 2013.

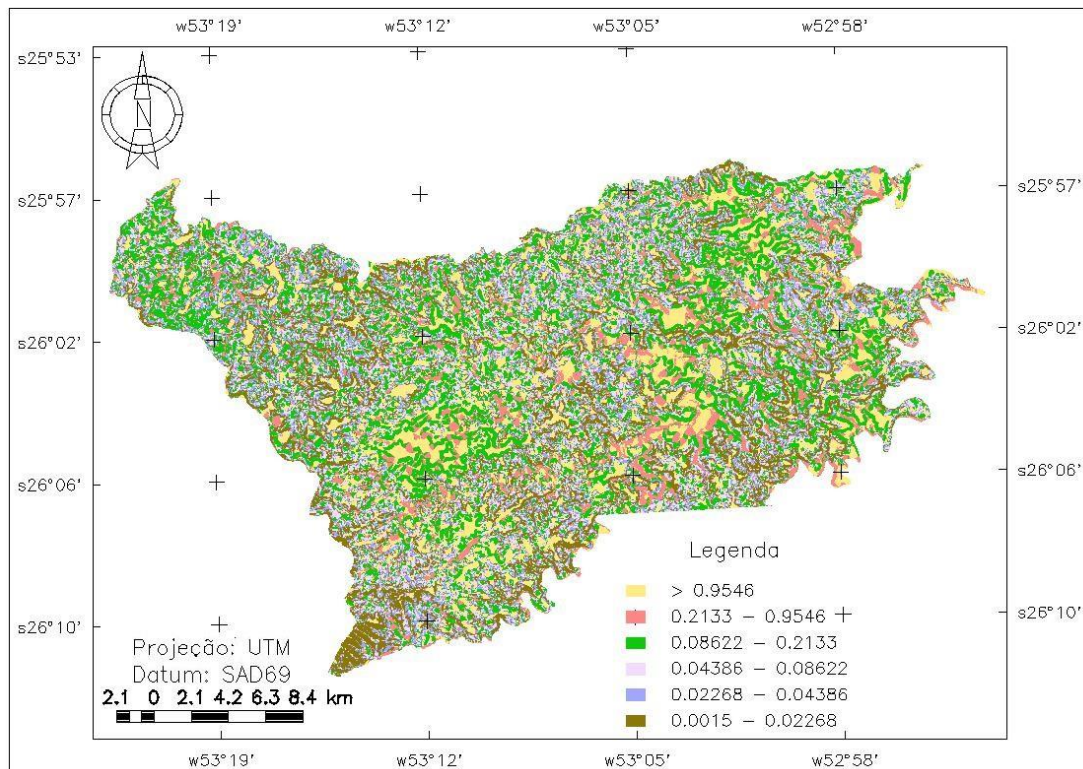


Figura 5: Mapa de Capacidade de Uso e Prática Conservacionista Tolerável do município de Francisco Beltrão - julho de 2013.

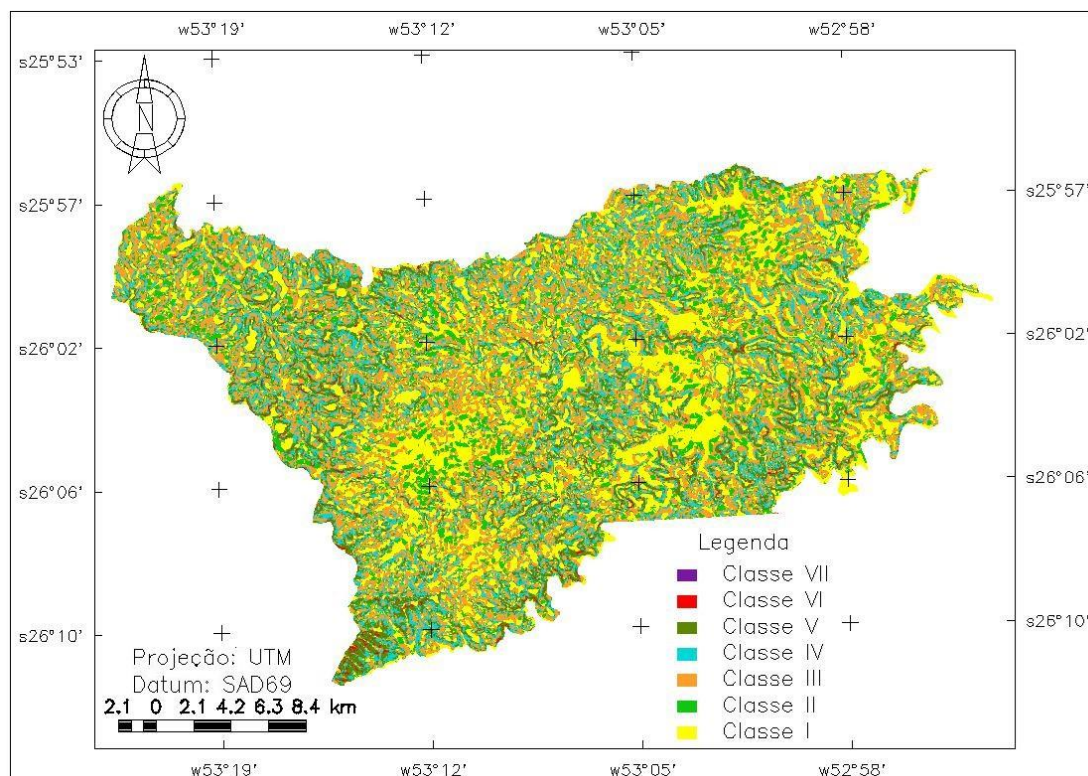


Figura 6: Mapa de Classes de Capacidade de Uso das Terras do município de Francisco Beltrão - sem APPs - julho de 2013.

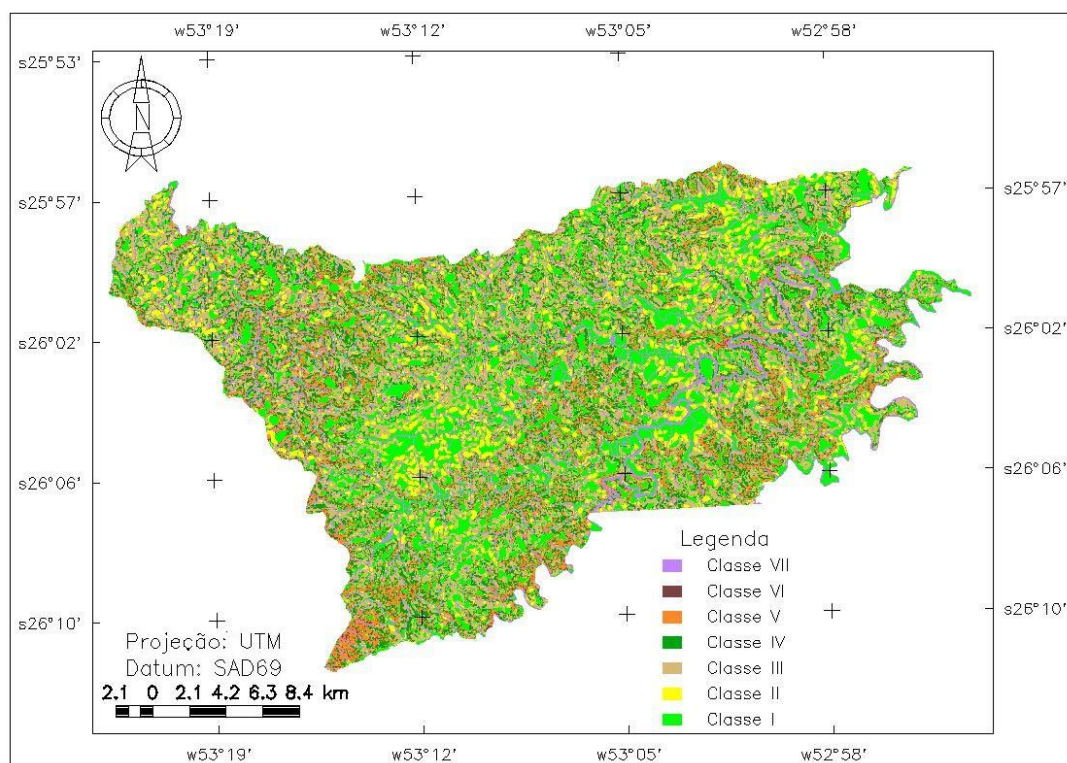


Figura 7: Mapa de Classes de Capacidade de Uso das terras do município de Francisco Beltrão – com APPs - julho de 2013.

4. CONCLUSÃO

Com a análise dos resultados foi possível concluir que os solos de 56,23% do município estão sendo utilizados adequadamente, de maneira a preservar sua qualidade e prevenir sua perda por erosão. Já em 31,48 do território do município há áreas com usos sujeitos à degradação do solo, que devem ser estudadas e nelas aplicadas práticas conservacionistas mais adequadas. Por fim, em 12,28% da área total do município, estão ocorrendo usos inadequados do solo, que devem ser alterados e readequados por usos que previnam sua perda por erosão e sejam capazes de preservá-lo.

Em relação à classe VII de uso do solo, que é a mais restritiva, 45,32% do total desta

classe está sendo utilizado com outras finalidades que não a manutenção da vegetação nativa, fato preocupante para a preservação do meio ambiente e dos solos, além do prejuízo para o controle de assoreamento dos corpos hídricos e para o controle de perda de fertilidade do solo causado pela erosão.

Com esse estudo foi possível gerar as Cartas de Capacidade de Uso das terras do município de Francisco Beltrão e apontar as áreas em que os solos devem ser utilizados com mais atenção e uso de práticas conservacionistas adequadas, que podem ser de extrema utilidade para um planejamento de uso e ocupação do solo que vise à preservação e conservação dessas terras.

Além disso, a partir da execução deste estudo, foi possível verificar a facilidade e eficiência dos resultados ao inserir programas LEGAL específicos no software SPRING com o propósito de se obter a aptidão agrícola dos solos de determinada área.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná por oferecer subsídios e condições, além do incentivo a projetos de pesquisa e desenvolvimento para a concretização do estudo apresentado.

6. REFERÊNCIAS

- ARRAES, C. L.; BUENO, C. R. P.; PISSARRA, T. C. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia Córrego do Tijuco, SP. **Bioscience Journal**. v. 26, n. 6, p. 849-857, 2010.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1990.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L. de; SPECER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- BRASIL. **Código Florestal**. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.
- CHAVES, H. M. L. Incertezas na predição da erosão com a USLE: impactos e mitigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 2021-2029, 2010.
- EMBRAPA. **Mapa de solos do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2008. 1 disco laser.
- FUJIHARA, A. K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento**. 2002. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2002.
- GALETI, P. A. **Práticas de controle à erosão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984.
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- INPE. (2009). Tutorial 10 aulas – SPRING 5.1. [S.l.]. 41 p.
- MENDONÇA, I. F. C.; LOMBARDI NETO, F.; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da

microbacia do Riacho Uma, Sapé, PB.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 888-895, 2006.

NEVES, S. M. A. da S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J.; SOARES, E. R. C. Estimativa da perda de solo por erosão hídrica na bacia hidrográfica do rio Jauru/MT. **Sociedade & Natureza.** Uberlândia, v. 23, n. 3, set.-dez, 2011.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Controle de Erosão:** bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientação para o controle de boçorocas urbanas. São Paulo: DAEE/IPT, 1989.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. de. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** 2. ed. São Carlos: RiMa, 2007.

TOMAZONI, J. C. **Morfodinâmica e transporte fluvial no Sudoeste do Estado do Paraná por método de levantamento de microbacias hidrográficas através de geoprocessamento.** 2003. 307 f. Dissertação (Doutorado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2003.