



**Carta de Áreas Prioritárias para Recuperação na Bacia do Córrego Laranja Doce,  
em Dourados/MS, com base no Fator A e Temperatura de Superfície Terrestre**  
Charter of Priority Areas for Recovery in the Laranja Doce Stream Basin,  
in Dourados/MS, based on Factor A and Land Surface Temperature

Thayne Danieli Schmidt Zolin<sup>1</sup>; Shaline Séfara Lopes Fernandes<sup>1</sup>; Vinícius de Oliveira  
Ribeiro<sup>1</sup>; Laércio Alves de Carvalho<sup>1</sup> & Antonio Conceição Paranhos Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Laboratório de Modelagem Computacional em Saneamento e Geotecnologias, Rodovia Dourados-Itahum Km 12, Cidade Universitária, 79804-970, Dourados, MS, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais, Avenida Costa e Silva s/n, Cidade Universitária, 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil  
E-mails: thayneschmidt@yahoo.com.br; shaline\_sefara@hotmail.com;  
viniciusoribeiro@yahoo.com.br; laercio@uemms.br; antonio.paranhos@pq.cnpq.br

Recebido em: 14/02/2020 Aprovado em: 12/06/2020

DOI: [http://doi.org/10.11137/2020\\_3\\_190\\_202](http://doi.org/10.11137/2020_3_190_202)

## Resumo

O presente trabalho tem como objetivo estabelecer um novo modelo para determinação de áreas prioritárias para a recuperação para a bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce, localizada na porção sul do estado de MS, com o auxílio de ferramentas de Geotecnologia, baseando-se na Equação Universal da Perda de Solos (USLE) e na Temperatura de Superfície Terrestre (TST). O modelo proposto, mostrou-se eficiente e apontou que 9,95% da área total da bacia possui alta prioridade para recuperação ambiental, enquanto para média e baixa prioridade, apresentaram o total de 55,28% e 34,77% respectivamente. A quantidade de elementos utilizados para a indicação desses índices, aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos, o que leva a indicação do uso do Índice de Áreas Prioritárias para Recuperação (IAP) como ferramenta auxiliar na escolha de áreas a serem recuperadas.

**Palavras-chave:** índice de áreas prioritárias; TST; reclassificação

## Abstract

The present study aims to establish a new model for determination of priority areas for the recovery for the watershed of the Laranja Doce Stream, located in the southern portion of the State of MS, with the aid of geotechnology tools, based on the Universal Soil Loss Equation (USLE) and temperature of Terrestrial Surface (TST). The proposed model was efficient and pointed out that 9,95% of the total area of the basin has high priority for environmental recovery, while for medium and low priority, presented the 55,28% and total 34,77% respectively. The number of elements used for the indication of these indices, increases the reliability of the results obtained, the indication of the use of the priority areas for recovery (IAP) as a tool to assist in the choice of areas to be retrieved.

**Keywords:** index of priority areas; LST; reclassification



## 1 Introdução

A temperatura da superfície terrestre (TST) está relacionada à energia superficial e ao balanço hídrico, com importância principal para uma ampla variedade de aplicações, como mudanças climáticas, clima urbano, ciclo hidrológico e monitoramento de vegetação (Rozenstein *et al.*, 2014). A TST é determinante dentre os fatores que condicionam o ambiente propício aos animais, plantas e seres humanos, influenciando as atividades agropecuárias, agindo no desenvolvimento de plantas e em processos físicos, químicos e biológicos (Ferreira, 2005).

A TST pode fornecer importantes informações sobre as propriedades físicas do clima local, que desempenha um importante papel em muitos processos ambientais, incluindo desenvolvimento da vegetação e, por consequência, nos processos erosivos (Almeida *et al.*, 2015).

A temperatura é função muito importante na sobrevivência das plantas por estar diretamente ligada ao seu crescimento e desenvolvimento. Ela influi no metabolismo, além disso, todos os outros fatores climáticos estão relacionados direta ou indiretamente com a temperatura (Martins *et al.*, 1994).

O desenvolvimento e a qualidade das plantas são de suma importância, visto que ao passo que se aumenta a densidade de cobertura vegetal, se reduz a perda de solo, o que permite presumir que a cobertura vegetal, por meio da estruturação que gera no solo e pela proteção que estabelece na superfície, garante menor suscetibilidade à erosão pelas partículas de solo (Costa & Rodrigues, 2015).

O controle e a prevenção da erosão podem ser feitos com a adoção de práticas conservacionistas, que utilizam mapas de risco da ocorrência do fenômeno (Barbosa *et al.*, 2015; Faiz & Mahmoudi, 2016), como a *Universal Soil Loss Equation* (USLE), proposta por Wischmeier & Smith (1978), que representa um importante instrumento de investigação qualitativa sobre o processo erosivo, pois leva em consideração o conjunto de fatores responsáveis pelas perdas de solos, composto de fatores antrópicos e as características e propriedades dos fatores ambientais, o que inclui a presença de vegetação (Mello *et al.*, 2006; Mazurana *et al.*, 2009; Eltz *et al.*, 2011; Barbosa *et al.*, 2015).

Outro fator que reforça a importância da presença de vegetação, especialmente de mata nativa, é de que a remoção da vegetação nativa e a utilização agrícola reduzem os teores de carbono orgânico no solo (Freitas *et al.*, 2015) o que consequentemente diminui sua matéria orgânica e fertilidade. A presença de vegetais e seus resíduos pode favorecer a comunidade microbiana do solo que são componentes importantes, pois muitas das propriedades dos solos são decorrentes da atividade biológica (Ferreira *et al.*, 2017).

O solo possui muitas enzimas, necessárias para a decomposição da matéria orgânica. Para a maior parte das bactérias ali presentes, a atividade enzimática se encontra na faixa ótima entre 25 e 32°C (Primavesi, 2002). Porém em temperaturas mais elevadas, a macrofauna é afetada rapidamente, de modo que a manutenção da cobertura sobre o solo e do sombreamento asseguram maior atividade biológica no solo (Nicodemo, 2009).

Outros organismos importantes para a qualidade do solo são as bactérias nitrificantes, sendo que a faixa de temperatura ótima para que elas realizem a nitrificação ocorre entre 30 e 35°C, diminuindo à medida que se aproxima dos extremos 5°C e 40°C (Alexander, 1980).

Diante o exposto, fica evidente a relação direta entre a temperatura e a vegetação e a dependência de uma para com a outra para a conservação do solo e manutenção do clima, o que leva a analisar e averiguar áreas que possuam deficiência em sua mata ciliar.

Levando em consideração tais evidências, o presente trabalho tem como objetivo estabelecer um modelo para a determinação de áreas prioritárias de recuperação para a bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce, localizada na porção sul do estado de MS, com o auxílio de ferramentas de Geotecnologia, baseando-se na *Universal Soil Loss Equation* (USLE) e na temperatura da superfície terrestre (TST).

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo escolhida para o desenvolvimento da pesquisa refere-se à Bacia Hidrográfica (BH) do Córrego Laranja Doce, situada nos municípios de Dourados e Douradina, Mato Grosso do Sul (Figura 1). O limite da BH foi produzido por Correa *et al.* (2017). A região tem como característica verão quente e chuvoso, com invernos de temperaturas moderadas e seco, com classificação climática de Köppen característico Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos) (Fietz *et al.*, 2017). O Latossolo Vermelho é a classe de solo que abrange a área (IBGE – EMBRAPA, 2001), possuindo como característica geomorfológica principal, a configuração plana (MS, 2015).

### 2.2 Aquisição de Dados

Foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2/MSI (USGS, 2018a) bandas 2, 3, 4 e 8, com data de passagem em 29 de maio de 2018 na elaboração da carta de uso e ocupação do solo, por ser a data mais próxima do dia programado para trabalho de validação de campo, no dia 03 de julho de 2018. Para a estimativa da erosão hídrica laminar foram utilizados o modelo digital de superfície (MDS) SRTM (*Shuttle Radar Topograph Mission*) (USGS,

**Carta de Áreas Prioritárias para Recuperação na Bacia do Córrego Laranja Doce, em Dourados/MS, com base no Fator A e Temperatura de Superfície Terrestre**  
Thayne Danieli Schmidt Zolin; Shaline Séfara Lopes Fernandes; Vinicius de Oliveira Ribeiro; Laércio Alves de Carvalho & Antonio Conceição Paranhos Filho

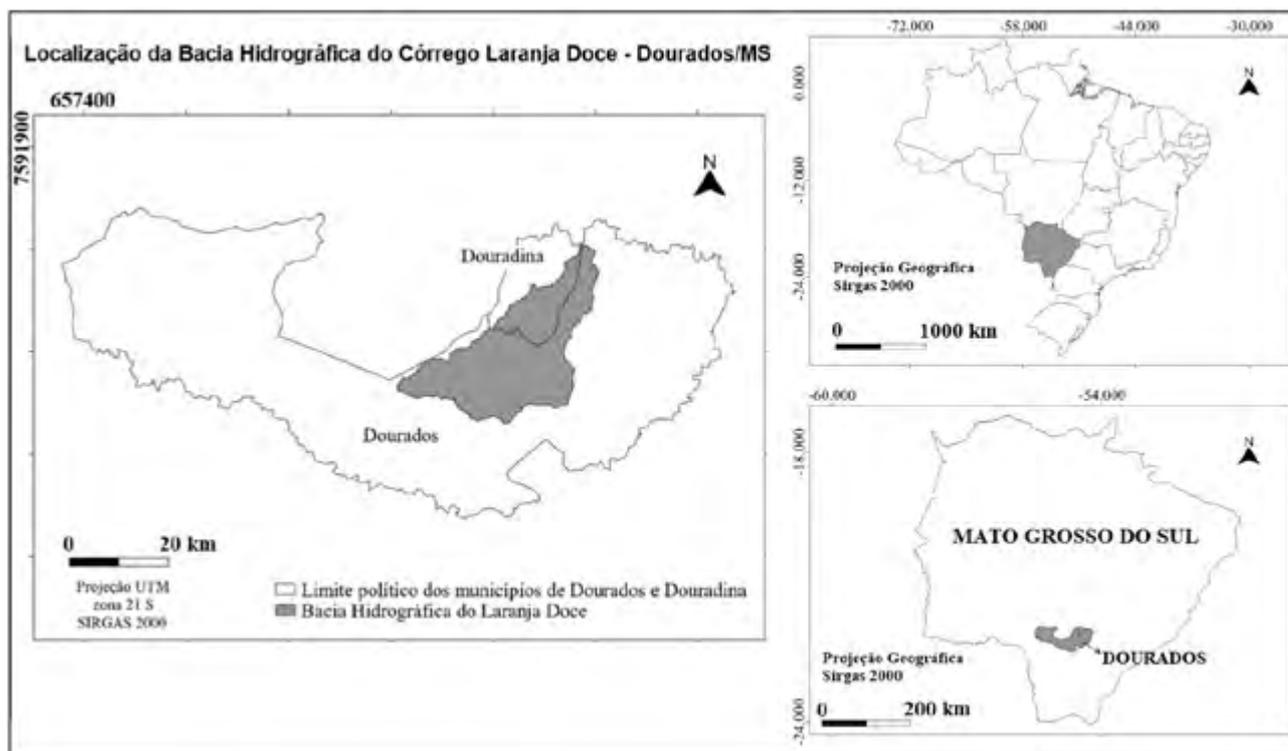


Figura 1 Área de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce, nos municípios de Dourados e Douradina, MS.

2018b) e imagens de satélite Sentinel-2/MSI. Já para a carta de temperatura de superfície foi utilizada apenas a banda 10 do satélite *Landsat 8 TM* (USGS, 2018c), com data de passagem em 06 de fevereiro de 2018.

Os dados vetoriais em formato *shapefile*, representativos dos limites político administrativos do Estado de Mato Grosso do Sul e dos municípios de Dourados e Douradina foram obtidos no sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) na escala 1: 250000 e tendo como referência geodésica o SIRGAS 2000.

Para todas as etapas do trabalho foram utilizados softwares livres e gratuitos como o gvSIG (OA Digital, 2010) e o QGIS 2.14.16 (QGIS Development Team, 2016).

### 2.3 Uso e Ocupação do Solo

Utilizando as imagens Sentinel-2/MSI na composição R-G-B (*red-green-blue*) para as bandas 4, 3 e 2 respectivamente, efetuou-se a classificação supervisionada de imagens com o auxílio da ferramenta *Supervised Classification* da extensão Sextante do *software* livre e gratuito gvSIG (OA Digital, 2010). Foram divididas em cinco classes distintas de uso e ocupação para a BH: área urbana; área indígena; florestas e áreas semi naturais; zonas úmidas e corpos aquosos e áreas agrícolas, as quais tiveram o padrão de cores e legenda adaptados ao padrão CORINE

*Land Cover* (2000). A escolha das classes foi feita por meio da interpretação visual de imagens a partir de pontos de controle pré-estabelecidos em visitas à campo, sendo visitadas cinco áreas para cada classe.

Após a identificação das classes, o arquivo do tipo *raster* foi convertido para vetor através da poligonização para que pudesse ser feito o cálculo de área para cada classe definida, permitindo assim, o cálculo de percentagem das classes de uso e ocupação.

### 2.4 Carta Equação Universal da Perda de Solos

A USLE ou *Universal Soil Loss Equation* (Equação Universal da Perda de Solos) foi desenvolvida por Wischmeier & Smith (1978) para determinar perdas do solo por erosão laminar e em sulco em pequenas parcelas agrícolas e para longo período de tempo.

Os componentes da USLE são agrupados em seis fatores, que auxiliam no entendimento da atuação dos processos de erosão e em diferentes níveis de susceptibilidade. O produto dos fatores representa a média anual de perdas de solo (A) que é dada pela seguinte equação:

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

Onde:

A = perda média anual de solo por unidade de área (ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>);  
R = erosividade da chuva (MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>);  
K = erodibilidade do solo (ton.ha.h.ha<sup>-1</sup>.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>);  
L = comprimento da vertente;  
S = declividade da vertente;  
C = uso e manejo do solo e  
P = práticas conservacionistas.

Após a obtenção de todos os fatores componentes da USLE, com o auxílio da ferramenta calculadora *raster* inserida no QGIS 2.14.16 (QGIS *Development Team*, 2016), realizou-se a álgebra de mapas da Equação 1. O produto gerado, refere-se ao mapa da estimativa de perda de solo por erosão hídrica laminar, o fator A da equação USLE.

## 2.5 Temperatura de Superfície Terrestre

Para obtenção dos dados de temperatura da superfície utilizou-se a banda 10, correspondente ao Infravermelho Termal do *Landsat* 8.

O processamento e tratamento da imagem, foi realizado com o auxílio da calculadora *raster*, inserida no software QGIS 2.14.16 (QGIS *Development Team*, 2016), para conversão dos *Digital Number* (DN) para valores em refletância do topo da atmosfera (TOA) (Equação 2), seguido da conversão da refletância para temperatura em Kelvin (Equação 3) onde o resultado é convertido para Celsius (Equação 4) por meio das equações cedidas pelo Serviço Geológico Americano USGS:

$$L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Onde:

$L_{\lambda}$  = Radiância espectral do sensor (W.(m<sup>2</sup>.sr.μm)<sup>-1</sup>).  
 $M_L$  = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 (3.3420E-04).  
 $A_L$  = Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 (0.10000).  
 $Q_{cal}$  = Valor do pixel em DN (Banda 10).

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (3)$$

Onde:

T = Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K).  
 $L_{\lambda}$  = Radiância espectral do sensor (W.(m<sup>2</sup>.sr.μm)<sup>-1</sup>).

K1 = Constante de calibração 1 (774.89 K).  
K2 = Constante de calibração 2 (1.321.08 K).

$$T_{°C} = T_K - 273.15 \quad (4)$$

Onde:

$T_{°C}$  = Temperatura da superfície terrestre em °C.  
 $T_K$  = Temperatura da superfície terrestre em K.

As imagens de temperatura de superfície foram classificadas e foi aplicada uma escala cromática de pseudocor às imagens resultantes, com o intuito de melhor identificar o padrão da temperatura dos alvos na imagem

## 2.6 Reclassificação das Cartas

As cartas de temperatura da superfície terrestre e da estimativa da perda anual de solo foram reclassificadas por meio do *plugin r:reclass* inserido no pacote de algoritmos *GRASS*, instalado no QGIS 2.14.16 (QGIS *Development Team*, 2016).

Em função da quantidade de solo perdida (ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) foram atribuídos pesos de 1 a 3, adaptada à divisão proposta por Carvalho (2008) (Tabela 1), onde 1 caracteriza áreas com maior perda de solo e 3 áreas com menor perda de solo.

Perda de solo (ton.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	Peso	Nível de Prioridade
0-50	3	Baixo
50-120	2	Médio
>120	1	Alto

Tabela 1 Pesos atribuídos à perda anual de solos.

O critério para atribuição dos pesos para a carta da temperatura da superfície se deu em função da faixa ótima para a atividade enzimática da maior parte das bactérias presentes no solo, entre 25 e 35°C (Alexander, 1980; Primavesi, 2002), onde 1 caracteriza áreas com temperaturas mais elevadas, considerada crítica para algumas importantes funções bactericidas no solo (Alexander, 1980) e 3, áreas com temperatura de 25 a 35°C (Tabela 2).

Temperatura de superfície (°C)	Peso	Nível de Prioridade
25-35	3	Baixo
1-25	2	Médio
>35	1	Alto

Tabela 2 Pesos atribuídos à temperatura de superfície.

## 2.7 Carta do Índice de Áreas Prioritárias

As cartas produzidas após a reclassificação, com o auxílio da ferramenta calculadora *raster* inserida no QGIS 2.14.16 (QGIS *Development Team*, 2016), foram submetidas a Álgebra de Mapas, que consiste no conjunto de operadores que manipulam campos geográficos (imagens, mapas temáticos e modelos numéricos de terreno) (Barbosa, 1997) (Equação 5). O produto gerado, refere-se a Carta do Índice de Áreas Prioritárias para Recuperação (IAP).

$$IAP = \frac{(T_{°C} \cdot 2) + USLE}{3} \quad (5)$$

Onde:

IAP= Índice de Áreas Prioritárias para Recuperação.  
 $T_{°C}$  = Temperatura da superfície terrestre, em °C.  
USLE= Estimativa de perda de solo por erosão hídrica laminar, em  $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ .

## 2.8 Validação dos Dados

Após a elaboração da Carta do Índice de Áreas Prioritárias para Recuperação para a bacia hidrográfica do Córrego Laranja Doce, efetuou-se a pré-seleção de três regiões para cada nível de índice de prioridade de recuperação, para vistoria *in loco* de forma a avaliar a situação real destas áreas e se as mesmas coincidem com o nível de prioridade gerado a partir da álgebra de mapas.

As áreas pré-estabelecidas foram visitadas para caracterização dos usos e ocupação do solo em função da classificação gerada pelo IAP, em 03 de julho de 2018. Dada o grande dinamismo dos usos do solo, principalmente em áreas agrícolas, não se deve haver um *delay* muito longo entre o mapeamento e a aferição em campo.

## 3. Resultados e Discussões

A predominância do uso do solo para o local de estudo é para fins agrícolas (73%), com baixa presença de áreas seminaturais e florestas (6%), áreas indígenas (5%) e áreas urbanas (5%) (Figura 2). De acordo com o Boletim de Informações sobre o Agronegócio, as culturas mais relevantes em Mato Grosso do Sul, em especial no município de Dourados, são as de soja e milho, em plantio direto sobre a palhada (MS, 2019).

Os níveis de perda de solo para a bacia do Laranja Doce, analisando a USLE de maneira isolada, apontam para valores majoritariamente baixos (Figura 3). Tal fator deve-se a predominância de declividades de terreno plano a suavemente ondulado (0 a 8%), acrescida do tipo de solo,

com altos teores de argila (latossolo vermelho distroférrico), que, em conjunto, atuam por minimizar as perdas de solo por erosão hídrica na área em estudo.

Em relação a temperatura de superfície terrestre, observam-se valores mais elevados nas áreas de uso antrópico, com pouca ou nenhuma cobertura vegetal, em especial, nas áreas de solo exposto, em fase de preparo para o cultivo (Figura 4). As menores temperaturas se deram em regiões de cobertura vegetal mais densa, e próximo aos cursos de água (matas ciliares).

## 3.1 Reclassificação das Cartas

Após a atribuição de pesos obteve-se a carta do índice de prioridade com base na USLE em 3 diferentes níveis (Figura 5).

É notável que a maior parte da bacia hidrográfica possua baixo índice de prioridade com base na carta do índice de prioridade com base na USLE. Há poucos e isolados pontos com alta prioridade para recuperação. Apesar da USLE ser uma ferramenta muito útil em escalas regionais para estudos qualitativos sobre erosão hídrica laminar, fornecendo uma estimativa da espacialização de áreas com maior ou menor susceptibilidade erosiva (Barbosa *et al.*, 2015), baseando-se apenas nessa carta, seria possível afirmar que a bacia hidrográfica do presente estudo, não necessita de intervenção para recuperação, visto que para quase toda a bacia os índices de prioridade não ultrapassam o nível de média prioridade.

Dessa forma, poderia ocorrer uma errônea avaliação de áreas prioritárias para recuperação, pois a USLE é muito influenciada pelo relevo do terreno, apresentando maior prioridade para regiões com maior declividade, o que pode levar a indicações de regiões, que mesmo completamente desvegetadas não serem prioritárias para recuperação, simplesmente por serem planas.

Já na Figura 6, encontra-se a carta do índice de prioridade com base na TST em 3 níveis de índice de prioridade.

A carta indica que as áreas com baixa prioridade, estão associadas ao entorno da mata ciliar e dos cursos de drenagem. Há alguns pontos bem evidenciados na carta com alto índice de prioridade. Tais áreas estão distribuídas ao longo da bacia, ocupando em sua maior parte, áreas de uso agrícola.

Isso se deve ao fato da temperatura da superfície, assim como a temperatura do solo, estarem diretamente ligadas à incidência de raios solares (Biscaro, 2007), o que reforça a coerência dos resultados obtidos, uma vez que áreas com temperaturas mais baixas estão associadas a áreas com maior índice de vegetação (Almeida *et al.*, 2015).

A temperatura, ainda, é fator relevante na fertilidade e atividade microbiana do solo (Nicodemo, 2009; Freitas

Carta de Áreas Prioritárias para Recuperação na Bacia do Córrego Laranja Doce,  
em Dourados/MS, com base no Fator A e Temperatura de Superfície Terrestre  
Thayne Danieli Schmidt Zolin; Shaline Séfara Lopes Fernandes; Vinícius de Oliveira Ribeiro;  
Laércio Alves de Carvalho & Antonio Conceição Paranhos Filho

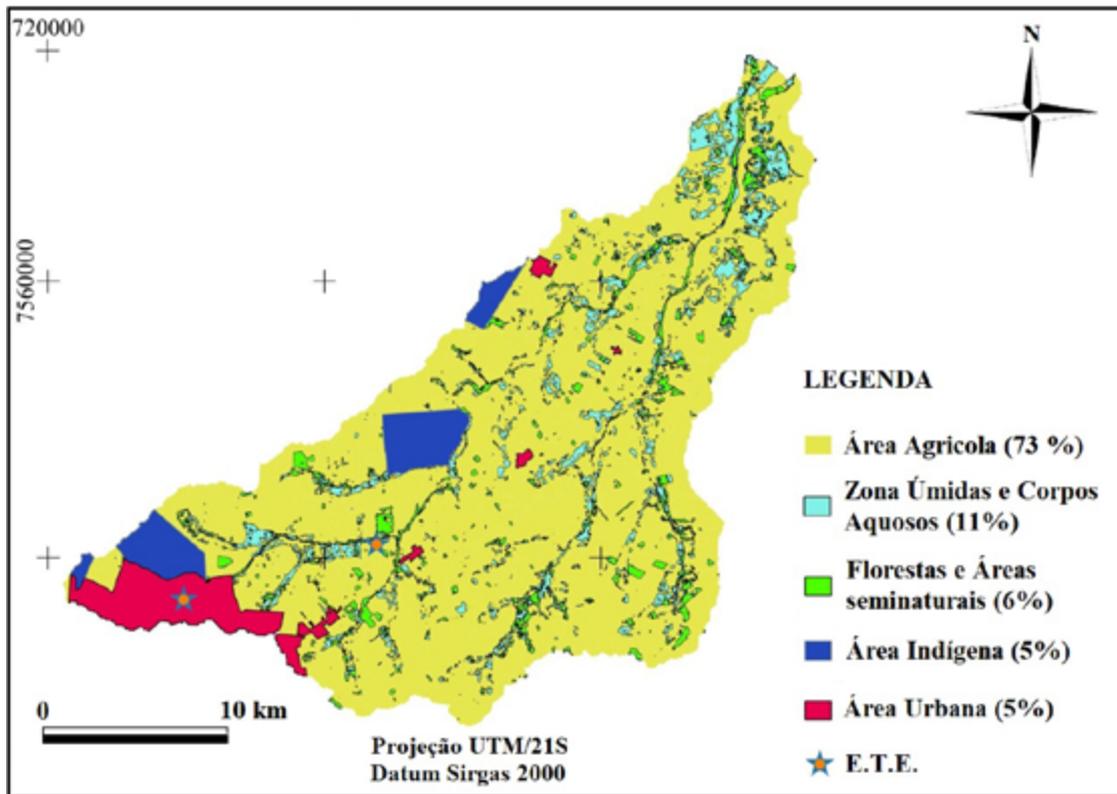


Figura 2 Carta do Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce.

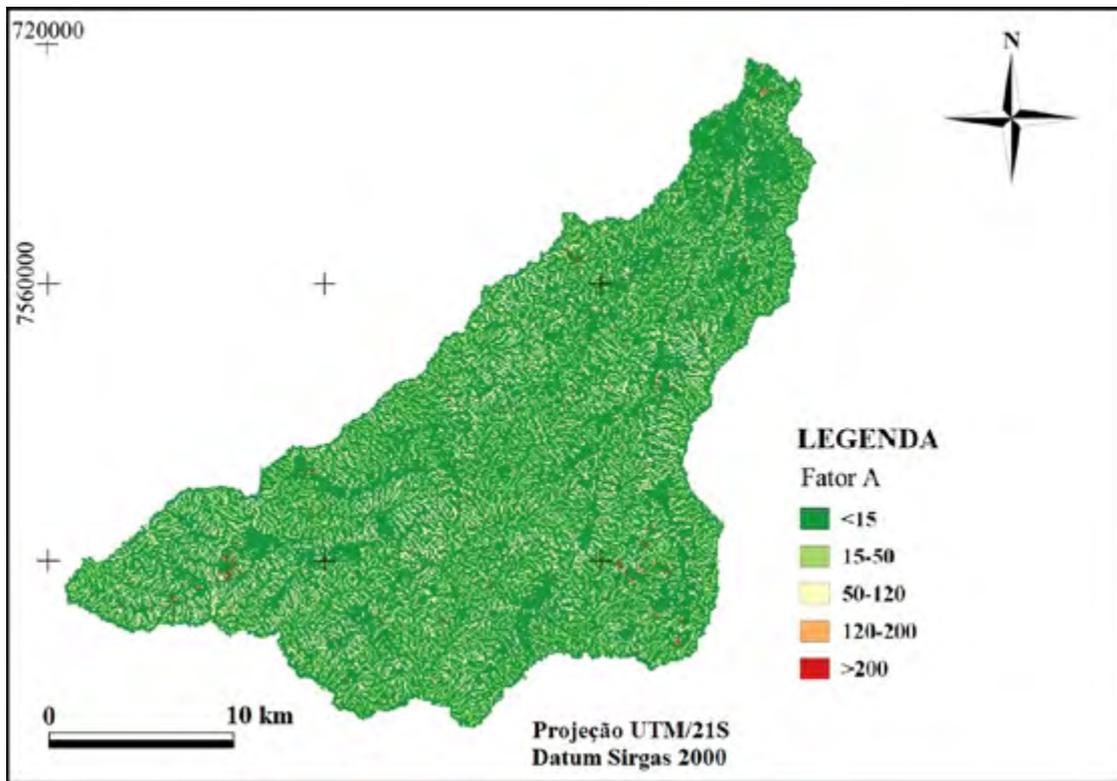


Figura 3 Carta da estimativa de perda anual de solo para a Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce.

Carta de Áreas Prioritárias para Recuperação na Bacia do Córrego Laranja Doce,  
em Dourados/MS, com base no Fator A e Temperatura de Superfície Terrestre  
Thayne Danieli Schmidt Zolin; Shaline Séfara Lopes Fernandes; Vinícius de Oliveira Ribeiro;  
Laércio Alves de Carvalho & Antonio Conceição Paranhos Filho

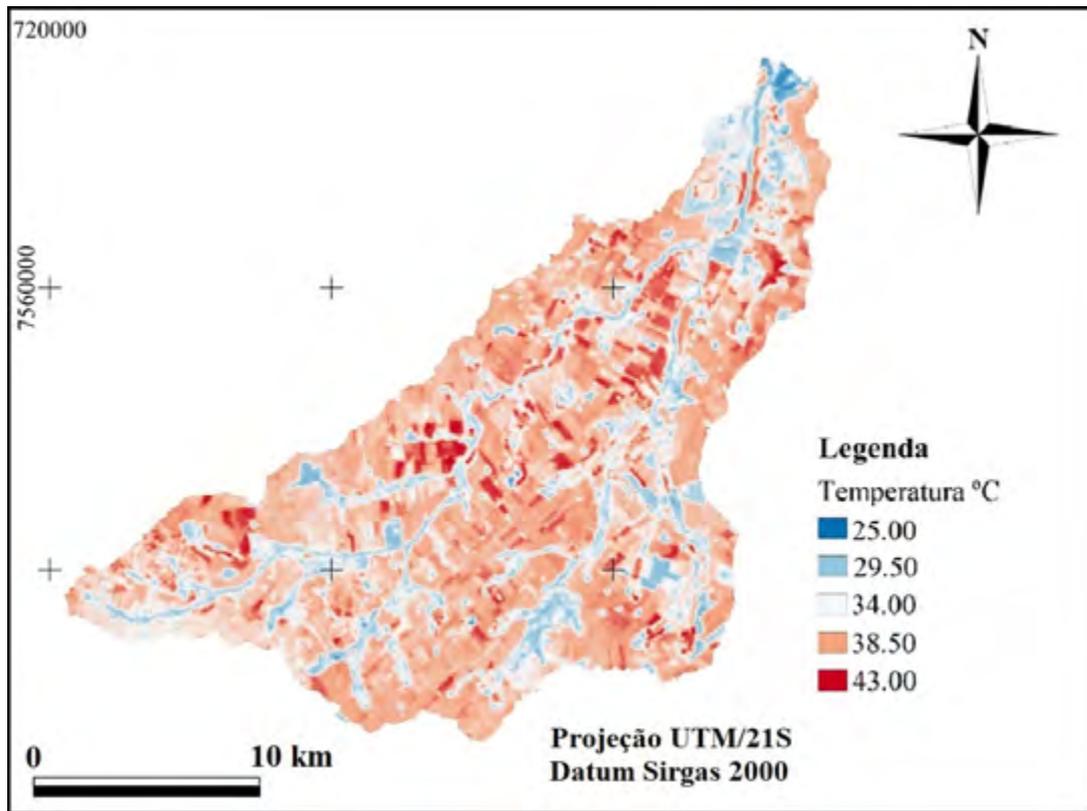


Figura 4 Carta de Temperatura da Superfície Terrestre para a Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce.

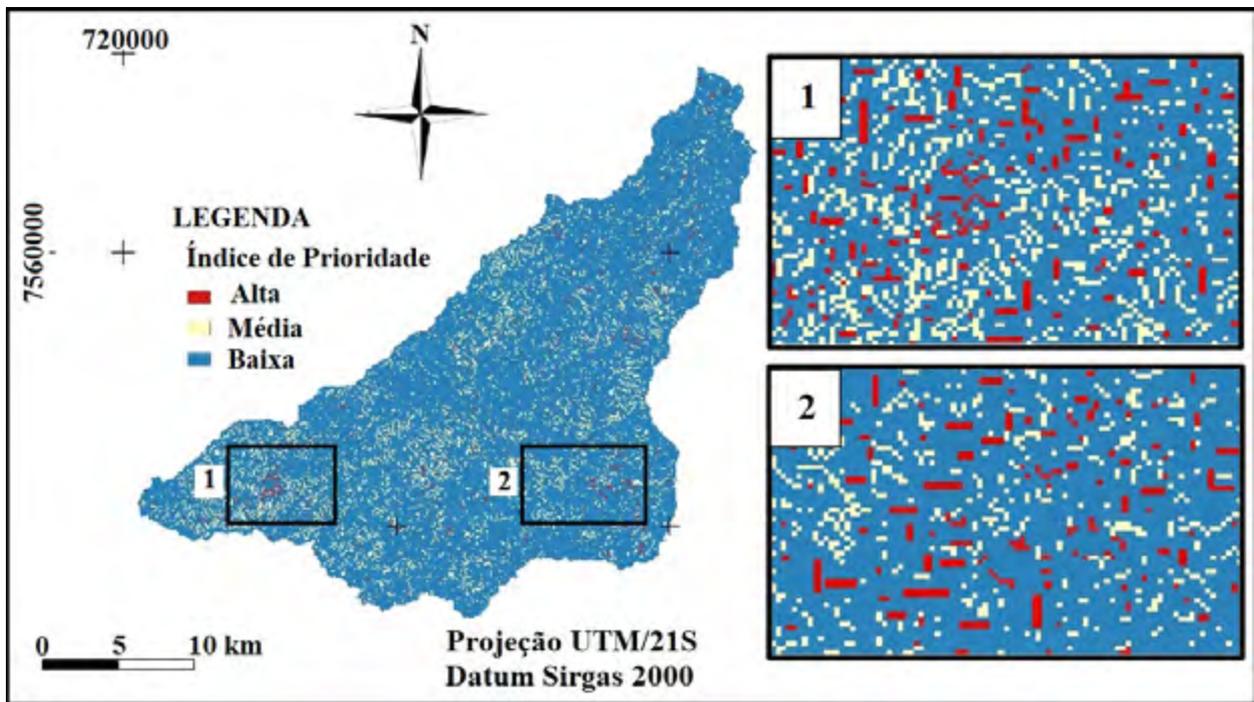


Figura 5 Carta do índice de prioridade com base na USLE para a Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce.

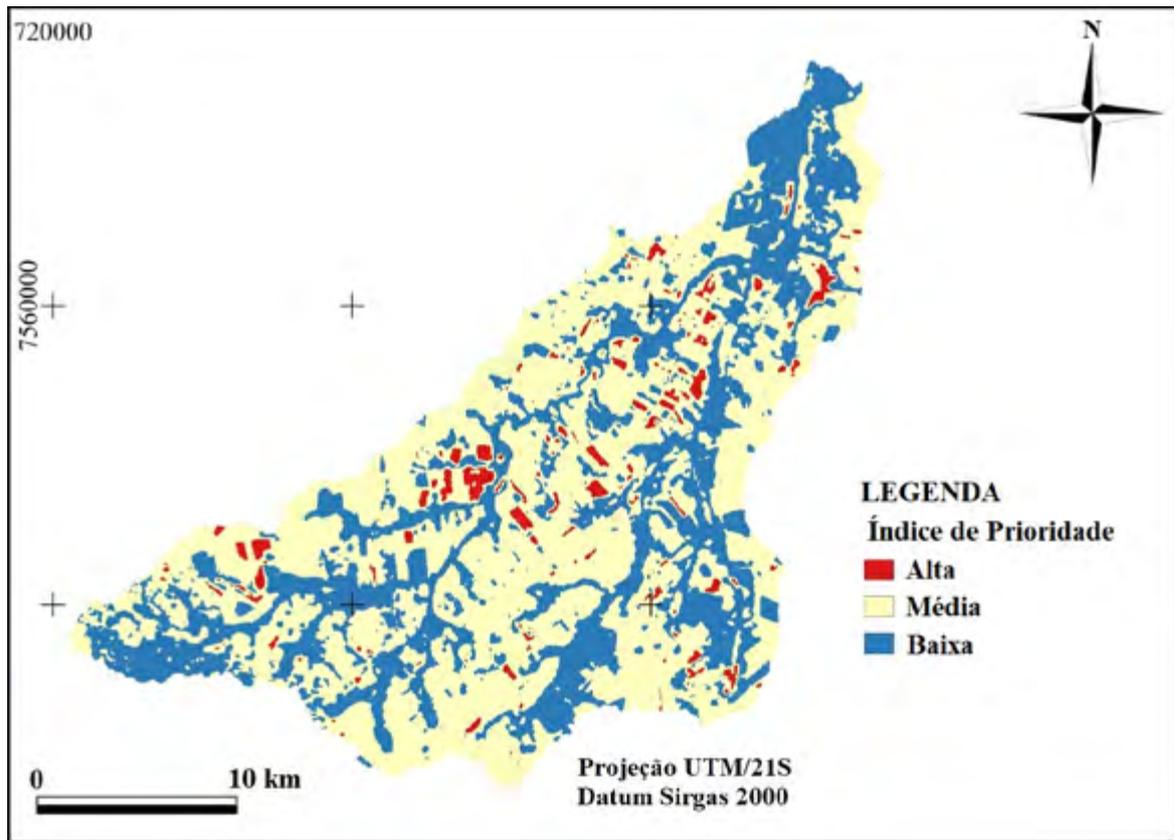


Figura 6 Carta do índice de prioridade com base na TST para a Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce.

*et al.*, 2015) e desempenha um importante papel em muitos processos ambientais, incluindo desenvolvimento da vegetação e por consequência nos processos erosivos (Almeida *et al.*, 2015).

Tais fatos mostram uma ligação entre a USLE e a TST na determinação de áreas com maior necessidade para recuperação, pois áreas que sofrem erosão, mesmo que mínima, aliado à alta incidência de raios solares, e incremento da temperatura de superfície, podem a longo prazo, criar condições abióticas não-propícias à germinação de sementes, dificultando o processo de regeneração natural (Alves & Metzger, 2006).

Por conta deste cenário, a proposição do Índice de Áreas Prioritárias para Recuperação, com base na USLE e TST, ganha relevância, em especial em regiões com predominância de relevo plano a suavemente ondulado, como no caso da bacia hidrográfica do Laranja Doce.

### 3.2 Índice de Áreas Prioritárias para Recuperação-IAP

Como um parâmetro isolado não é suficiente para atestar a necessidade de uma intervenção de recuperação, a

álgebra de mapas, por meio da criação de uma carta (Figura 7), permitiu a evidenciação de áreas mais fragilizadas, que levou em consideração por meio da USLE, a perda de solos anual; a erosividade da chuva; a erodibilidade do solo; o comprimento da vertente; a declividade da vertente; o uso e manejo do solo e práticas conservacionistas, além da temperatura de superfície terrestre.

A partir da análise da carta do IAP, é notável que a maior parte da bacia possui média prioridade para recuperação (55,28%). É possível perceber ainda, grande área, 219,49 Km<sup>2</sup>, com baixa prioridade de recuperação (34,77%), sendo essas áreas, em grande maioria, associadas aos cursos d'água e sua mata ciliar. As regiões que apresentaram alta prioridade de recuperação somam um total de 62,83 Km<sup>2</sup> (9,95%) que podem ser visualizadas ao longo do perímetro da bacia hidrográfica.

Pode-se verificar que as áreas com baixa prioridade de recuperação coincidem com áreas indicadas, tanto na carta de perda de solos, quanto na carta de temperatura, o que permite uma alta confiabilidade no resultado obtido. Ao mesmo tempo em que a carta proposta ressalta locais mais preservados, ela evidencia locais com maior fragilidade, que analisados isoladamente somente pela TST ou pela

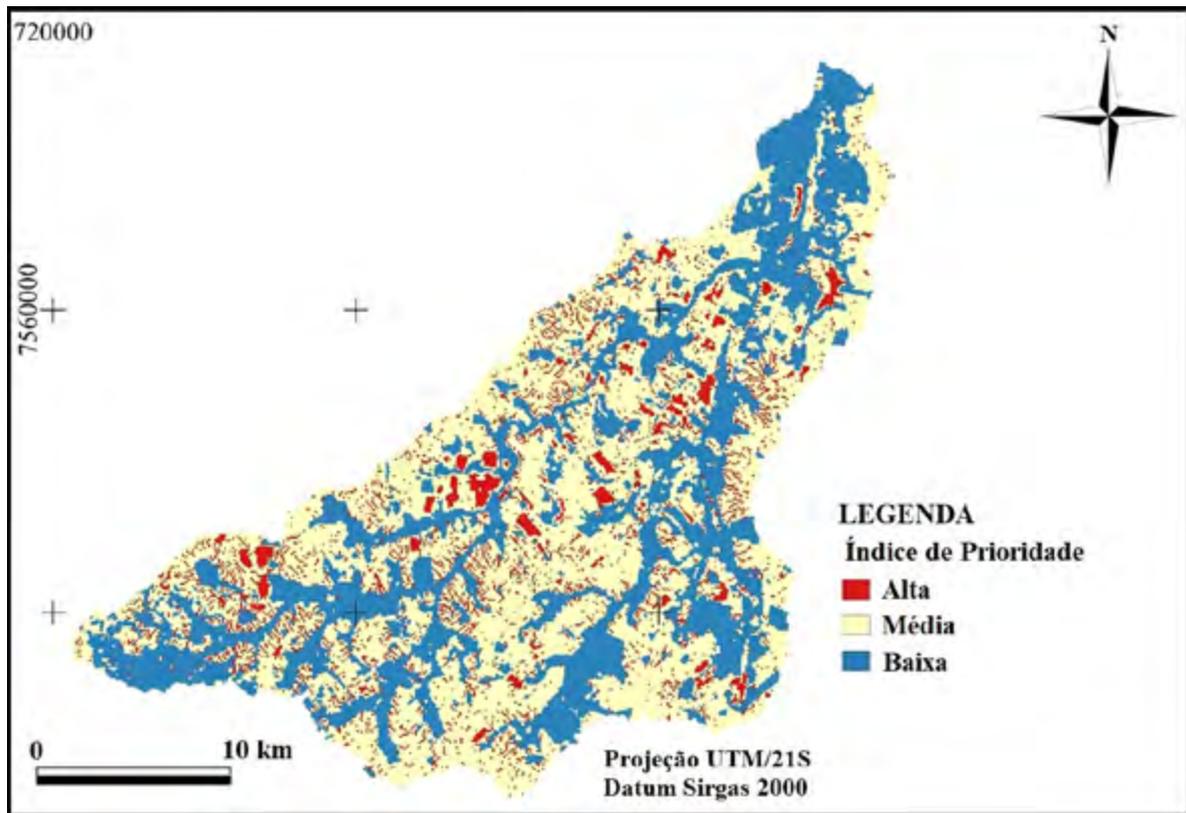


Figura 7 Carta do índice de áreas prioritárias (IAP) para recuperação para a Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce.

USLE, não apresentaram alta prioridade para recuperação (Figura 8).

### Validação dos Dados

A partir das visitas a campo, pode-se comprovar a eficiência do modelo proposto. A Figura 9 mostra os pontos onde foram feitos os registros fotográficos da validação dos dados.

As áreas indicadas como de alta prioridade para recuperação tratam-se em grande maioria de áreas de uso agrícola, com uso de culturas temporárias, apresentando solo exposto nos períodos entressafras e com susceptibilidade considerável à erosão devido ao constante manejo (Figura 10).

Já áreas de média prioridade para recuperação correspondem a áreas de capoeira com presença de gramíneas e vegetação lenhosa rala (Figura 11).

As áreas que apresentaram baixa prioridade para recuperação compreendem áreas mais preservadas. Após averiguação em campo, constatou-se que são regiões com vegetação mais densa ou próximas a cursos d'água (Figura 12).

Através da análise da Tabela 3, fica mais evidente a importância da combinação entre a TST e a USLE.

Percebe-se um considerável acréscimo das áreas com alto nível de prioridade para recuperação na combinação das duas cartas quando comparado às cartas isoladas, o que faz crer que a carta de índice de prioridade para recuperação mostra com mais precisão áreas impactadas, mostrando que a metodologia utilizada, pode ser aplicada para estudos com essa finalidade.

A partir da análise dos resultados obtidos pelo índice proposto, com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento e do levantamento realizado em campo, pode-se afirmar que o modelo foi eficiente, visto que as áreas apontadas na carta do índice de prioridade são correspondentes com as áreas averiguadas em campo.

Outros modelos também propõem áreas prioritárias para recuperação, porém nenhum leva a temperatura de superfície em consideração. Como no trabalho realizado por Nossack *et al.* (2014) que, com auxílio de SIG, determinou áreas prioritárias para recomposição, utilizando como critérios a proximidade quanto à localização das nascentes e córregos, proximidade quanto aos processos erosivos, proximidade dos fragmentos florestais existentes e as áreas de maior declividade do terreno.

Outros autores, de forma semelhante, também utilizaram ferramentas de geotecnologia no auxílio da escolha de áreas prioritárias (Arcoverde *et al.*, 2011;

**Carta de Áreas Prioritárias para Recuperação na Bacia do Córrego Laranja Doce, em Dourados/MS, com base no Fator A e Temperatura de Superfície Terrestre**  
 Thayne Danieli Schmidt Zolin; Shaline Séfara Lopes Fernandes; Vinícius de Oliveira Ribeiro; Laércio Alves de Carvalho & Antonio Conceição Paranhos Filho

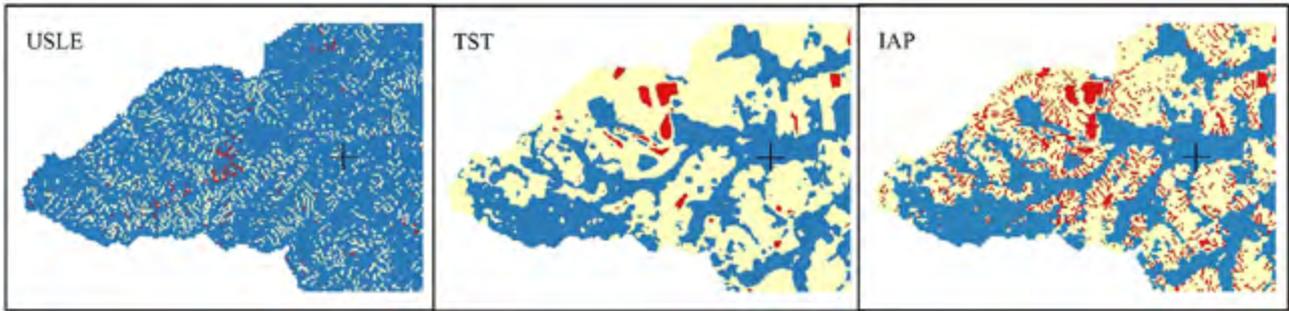


Figura 8 Detalhamento para a mesma área nas três cartas de prioridade: carta do índice de prioridade baseada apenas na USLE onde na área em destaque, aparece maioritariamente locais com baixa a média prioridade para recuperação; carta do índice de prioridade baseada apenas na TST, onde na área em destaque, aparecem poucos locais com alta prioridade para recuperação; e com maior surgimento de áreas com nível de prioridade alta para recuperação pelo índice proposto.

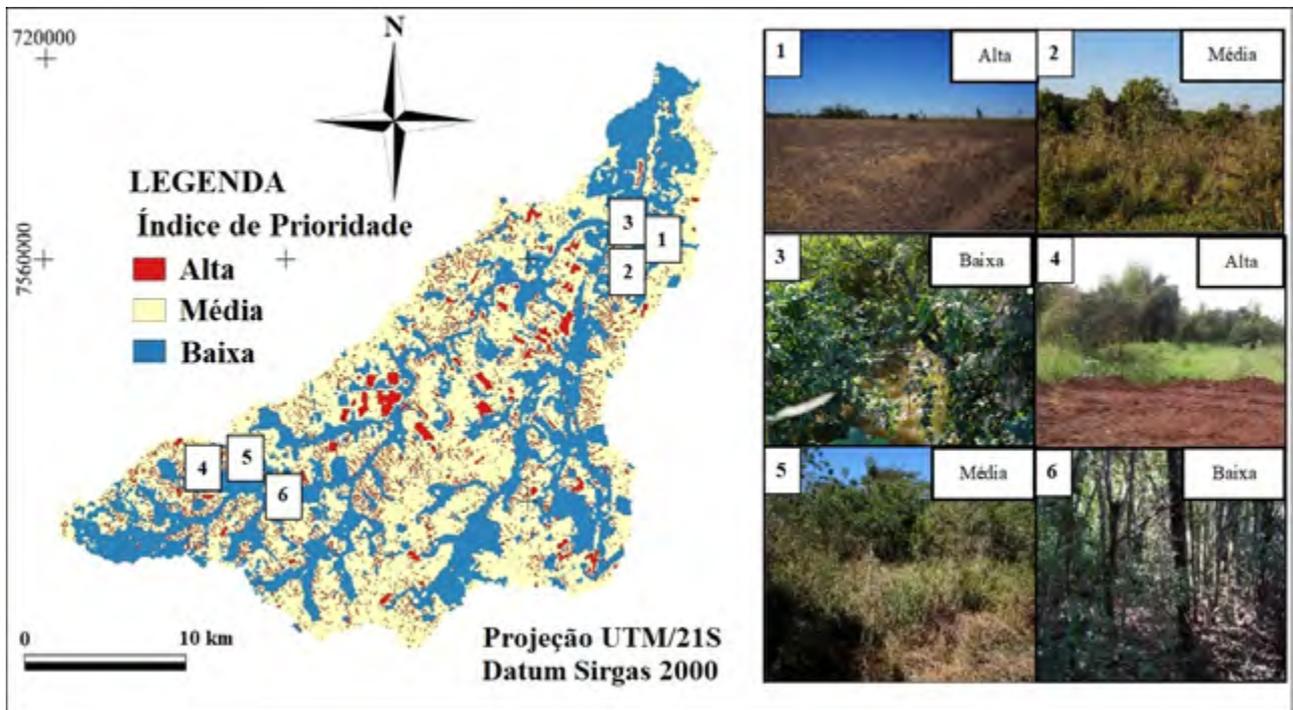


Figura 9 Carta do IAP com os pontos dos registros fotográficos para a validação dos dados.



Figura 10 Exemplo de área de controle para áreas com alta prioridade para recuperação.

**Carta de Áreas Prioritárias para Recuperação na Bacia do Córrego Laranja Doce,  
em Dourados/MS, com base no Fator A e Temperatura de Superfície Terrestre**  
Thayne Danieli Schmidt Zolin; Shaline Séfara Lopes Fernandes; Vinícius de Oliveira Ribeiro;  
Laércio Alves de Carvalho & Antonio Conceição Paranhos Filho



Figura 11 Exemplo de área de controle para áreas com média prioridade para recuperação.



Figura 12 Exemplo de área de controle para áreas com baixa prioridade para recuperação.

Nível de Prioridade	TST		USLE		IAP	
	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
Alto	18,78	2,98	4,97	0,79	62,83	9,95
Médio	393,55	62,33	62,42	9,88	349,03	55,28
Baixo	219,02	34,69	563,96	89,33	219,49	34,77

Tabela 3 Área em Km<sup>2</sup> e % para cada nível de prioridade para as três cartas geradas.

Pedreira *et al.*, 2011; Catelani *et al.*, 2012), mas nenhum utilizou a TST como um dos critérios.

A quantidade de elementos, em conjunto, utilizados para a elaboração da Carta de Índice de Áreas Prioritárias para Recuperação (IAP) permite ampliar o leque ferramental para suporte decisório, no tocante a definição das áreas degradadas e/ou alteradas a serem recuperadas.

#### 4 Conclusões

O modelo proposto para a determinação de áreas prioritárias de recuperação (IAP), baseando-se na *Universal Soil Loss Equation* (USLE) e na temperatura da superfície terrestre (TST), mostrou-se uma ferramenta promissora para auxílio ao suporte a decisão no campo da gestão ambiental, uma vez que acabou por indicar regiões com alto grau de prioridade, as quais, os fatores analisados isoladamente (USLE e TST), acabaram por enquadrar como de média ou até de baixa prioridade.

As áreas de baixa prioridade para recuperação remeteram-se a regiões com vegetação de porte arbóreo

denso, áreas úmidas e matas ciliares, enquanto as áreas com alta prioridade para recuperação estão associadas a áreas de cultivo temporário e de solo exposto.

Para efetividade da metodologia proposta, torna-se essencial que a análise e execução das ações de recuperação nas áreas indicadas pelo IAP não se deem muito distantes das datas das imagens de satélite utilizadas no planejamento, haja vista o cenário dinâmico de uso e ocupação do solo em ambientes de uso predominantemente agropecuário, como o da área de estudo.

Fator limitante do índice proposto reside no fato de não indicar qual o melhor método para recuperação da área, cabendo ao tomador de decisão, esta definição em função de critérios técnicos e da realidade do ponto em análise.

#### 5 Agradecimentos

Os autores agradecem à UEMS pela Bolsa CAPES de Doutorado em Recursos Naturais de Thayne e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de produtividade em pesquisa de

**Carta de Áreas Prioritárias para Recuperação na Bacia do Córrego Laranja Doce,  
em Dourados/MS, com base no Fator A e Temperatura de Superfície Terrestre**  
Thayne Danieli Schmidt Zolin; Shaline Séfara Lopes Fernandes; Vinicius de Oliveira Ribeiro;  
Laércio Alves de Carvalho & Antonio Conceição Paranhos Filho

A. C. Paranhos Filho (CNPq Processo 305013/2018-1). O presente trabalho foi realizado com apoio da UEMS e da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC – Brasil.

## 6 Referências

- Alexander, M. 1980. *Introducion a la microbiologia del suelo*. México, D.F., Libros y Editoriales. 491 p.
- Almeida, A.J.P.; Guimarães-Junior, S.A.M.; Andrade E.L. & Ferreira Neto, J.V. 2015. Relação entre o Índice de Vegetação e a Temperatura de Superfície na estimativa e identificação das ilhas de calor na cidade de Maceió-AL. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, XVII, João Pessoa, 2015. Anais, João Pessoa-PB, INPE, p. 2047-2054.*
- Alves, L.F. & Metzger, J.P. 2006. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica*, 6(2). Disponível em: <<https://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article=bn00406022006>>. Acesso em: 12 dez. 2018.
- Arcoverde, G.F.B.; Almeida, C.M.; Ximenes, A.C.; Maeda, E.E. & Araújo, L.S. 2011. Identificação de áreas prioritárias para recuperação florestal com o uso de rede neural de mapas auto-organizáveis. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 17(3): 379-400.
- Barbosa, A.F.; Oliveira, E.F.; Mioto, C.L. & Paranhos-Filho, A.C. 2015. Aplicação da Equação Universal de Perda do Solo (USLE) em Softwares Livres e Gratuitos. *Anuário do Instituto de Geociências- UFRJ*, 38(1): 170-179.
- Barbosa, C.C.F. 1997. *Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento*. São José dos Campos: INPE.
- Biscaro, G.A. 2007. *Meteorologia agrícola básica. Série Engenharia, vol. I*. Cassilândia: UNIGRAF, 87 p.
- Carvalho, N.O. 2008. *Hidrossedimentologia Prática*. Rio de Janeiro: CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais.
- Catelani, C.S.; Batista, G.T.; Targa, M.S. & Dias, N.W. 2012. Determinação de áreas prioritárias para o restabelecimento da cobertura florestal, apoiada no uso de geotecnologias. *Revista Ambiente & Água*, 7 (3): 113-126.
- CORINE. 2000. Coordination of information on the environment. *Land cover technical guide: addendum*. Copenhagen: European Environment Agency. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>>. Acesso em: 10 out. 2018.
- Correa, N.F.; Ribeiro, V.O.; Mioto, C.L. & Paranhos-Filho, A.C. 2017. Obtenção de MDE Corrigido para Delimitação de Bacia Hidrográfica com Auxílio de Geotecnologias Livres. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 40: 217-225.
- Costa, Y.T. & Rodrigues, S.C. 2015. Relação entre cobertura vegetal e erosão em parcelas representativas de cerrado. *Revista Geográfica Acadêmica*, 9 (2): 61-75.
- Eltz, F.L.F.; Cassol, E.A. & Pascotini, P.B. 2011. Potencial erosivo e características das chuvas de Encruzilhada do Sul, RS. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15 (4): 331-337.
- Faiz, S. & Mahmoudi, K. 2016. *Geographic Information Systems Applications and Advancements*. Pensilvânia, EUA, IGI Global, 650p.
- Ferreira, C.C. 2005. *Relações entre a temperatura mínima do ar e da relva e a temperatura da superfície terrestre, obtida a partir de imagens NOAA, no Rio Grande do Sul*. Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 110p.
- Ferreira, E.P.B.; Stone, L.F. & Martin-Didonet, C.C.G. 2017. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. *Revista Ciência Agrônômica*, 48 (1): 22-31.
- Fietz, C.R.; Fisch, G.F.; Comunello, E. & Flumignan, D.L. 2017. *O clima da região de Dourados, MS*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 3 ed., 31p.
- Freitas, L.; Casagrande, J.C.; Oliveira, I.A.; Campos, M.C.C. & Oliveira, V.M.R. 2015. Atributos químicos de Latossolo Vermelho submetido a diferentes manejos. *Floresta*, 45 (2): 229-240.
- IBGE – EMBRAPA. 2001. Mapa de Solos do Brasil. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa\\_solos.php](http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php)>. Acesso em: 08 mai. 2016.
- IBGE. 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base Cartográfica Contínua do Brasil. Escala 1:250.000. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 12 jan. 2018.
- Martins E.R.; Castro D.M.; Castellani, D.S. & Dias, E.J. 1994. *Plantas medicinais*. Viçosa: UFV, 220 p.
- Mazurana, J.; Cassol, E.A.; Santos, L.C.; Eltz, F.L.F. & Bueno A.C. 2009. Erosividade, padrões hidrológicos e período de retorno das chuvas erosivas de Santa Rosa (RS). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13 (suplemento): 975-983.
- Mello, G.; Bueno, C.R.P. & Pereira, G.T. 2006. Variabilidade espacial de perdas de solo, do potencial natural e risco de erosão em áreas intensamente cultivadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10 (2): 315-322.
- MS. 2015. Mato Grosso do Sul- Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar/SEMAGRO. Região da Grande Dourados. Disponível em: <[http://www.semagro.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/06/estudo\\_dimensao\\_territorial\\_2015.pdf](http://www.semagro.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/06/estudo_dimensao_territorial_2015.pdf)>. Acesso 08 jul. 2018.
- MS. 2019. Mato Grosso do Sul- Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar/SEMAGRO. Disponível em: <<https://www.semagro.ms.gov.br/com-area-maior-soja-pode-ter-producao-recorde-e-chegar-a-10-milhoes-de-toneladas/>>. Acesso em: 12 dez. 2019.
- Nicodemo, M.L.F. 2009. *Uso de biomassa microbiana para avaliação de qualidade do solo em sistemas silvipastoris*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 34 p.

**Carta de Áreas Prioritárias para Recuperação na Bacia do Córrego Laranja Doce,  
em Dourados/MS, com base no Fator A e Temperatura de Superfície Terrestre**  
Thayne Danieli Schmidt Zolin; Shaline Séfara Lopes Fernandes; Vinicius de Oliveira Ribeiro;  
Laércio Alves de Carvalho & Antonio Conceição Paranhos Filho

- Nossack, F.A.; Zimback, C.R.L.; Silva, F.R.B. & Sartori, A.A.C. 2014. Aplicação de análise multicriterial para determinação de áreas prioritárias à recomposição florestal. *Irriga*, 19 (4): 612-625.
- OA Digital. 2010. GvSIG-OADE- Oxford Archaeology Digital Edition 1.10. Disponível em: <<http://oadigital.net/software/gvsigoad/gvsigfeaturesprobs.html>>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- Pedreira, B.C.C.G.; Fidalgo, E.C.C.; Uzeda, M.C. & Costa, M.D.A. 2011. *Áreas prioritárias para recuperação na região da bacia hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 50 p.
- Primavesi, A. 2002. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 549 p.
- QGIS Development Team. 2016. QGIS 2.14.16 Lisboa. Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<https://www.qgis.org/en/site/forusers/download>>. Acesso em: 09 març. 2016.
- Rozenstein, O.; Qin, Z.; Derimian, Y. & Karniel, A. 2014. Derivation of land surface temperature for Landsat-8 TIRS using a Split Window Algorithm. *Sensors*, 14: 5768-5780.
- USGS. 2018a. United States Geological Survey. Earth Explorer. Sentinel-2/MSI. Órbita 224, ponto 075. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 09 març. 2018.
- USGS. 2018b. United States Geological Survey. Earth Explorer. Catálogo SRTM 2000. Órbita 224 ponto 75. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 11 jan. 2018.
- USGS. 2018c. United States Geological Survey. Earth Explorer. Imagens Landsat 8. Órbita 224, ponto 075. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 11 jun. 2018.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning*. Washington: U.S. Department of Agriculture (Agriculture Handbook) 537, 58 p.