



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

VINÍCIUS DE MELO LIMA

**PROPOSTA METODOLÓGICA DE LOCAÇÃO DE BARRAGINHAS PARA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MANOEL JOÃO, EM PORTO NACIONAL (TO),
POR MEIO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

PALMAS (TO)

2019

VINÍCIUS DE MELO LIMA

**PROPOSTA METODOLÓGICA DE LOCAÇÃO DE BARRAGINHAS PARA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MANOEL JOÃO, EM PORTO NACIONAL (TO),
POR MEIO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Engenharia Civil, orientado pela Professora Esp. Kênia Parente Lopes Mendonça.

PALMAS (TO)

2019

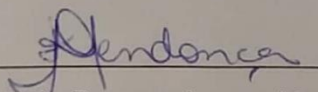
VINÍCIUS DE MELO LIMA

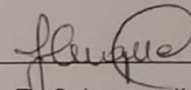
PROPOSTA METODOLÓGICA DE LOCAÇÃO DE BARRAGINHAS PARA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MANOEL JOÃO, EM PORTO NACIONAL (TO),
POR MEIO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

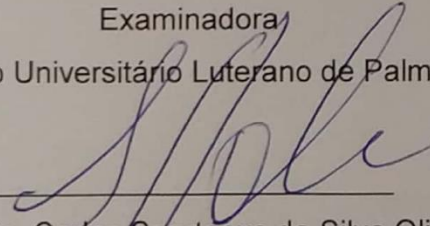
Projeto apresentado como requisito parcial da
disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II do
Curso de Engenharia Civil, orientado pela
Professora Esp. Kênia Parente Lopes Mendonça.

Aprovada em: 19/11/2019

BANCA EXAMINADORA


Profª. Esp. Kênia Parente Lopes Mendonça
Orientadora
Centro Universitário Luterano de Palmas


Profª. Dr.^a Jacqueline Henrique
Examinadora
Centro Universitário Luterano de Palmas


Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira
Examinador
Centro Universitário Luterano de Palmas

Primeiramente a Deus, por todo cuidado e amor. E a todos que me ajudaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre foi a minha base e esteve presente em todos os momentos.

A minha família pelo apoio incondicional, em especial aos meus pais, Donizete Martins de Melo Lima e Edmar João de Lima, que tanto contribuíram durante a minha formação.

À Erica Maiza por todo carinho e dedicação demonstrados através do companheirismo.

À Prof. Esp. Kênia Parente Lopes Mendonça pela orientação do presente trabalho, discussões e ideias propostas durante esse período.

Aos amigos Prof. Ricardo Ribeiro Dias, Jailton Soares dos Reis, Erton Inácio de Moraes e Isac Tavares de Santana, pela ajuda no trabalho, através de orientações pertinentes ao tema.

A todos Professores do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas pelo conhecimento oferecido durante esses anos.

A todos os colegas e amigos que de alguma forma contribuíram para realização desse trabalho.

RESUMO

A erosão acelerada do solo, na maioria dos casos, está atrelada a ações antrópicas e características físicas do ambiente em questão. Devido aos consideráveis prejuízos recorrentes dela, este fenômeno tornou-se motivo de estudos que visam resolvê-lo de forma economicamente viável. Neste sentido, a execução do presente trabalho buscou integrar técnicas de geoprocessamento e dados de sensoriamento remoto para propor uma metodologia de locação de obras de contenção do escoamento superficial do tipo Barraginhas. Desta forma, para proposição dessa metodologia foram realizadas revisões, levantamentos e criações de dados temáticos de: cobertura e uso da terra, solo, declividade e distância das estradas. Os dados vetoriais e matriciais foram revisados/elaborados através dos softwares ArcGIS 10.3.1 e Global Mapper v18.1. O trabalho teve como base a utilização de imagens de satélite pleiades do ano de 2015, com resolução espacial de 0,5 metros, imagens do software *Google Earth* de 2019 e dados altimétricos do satélite Alos. Os dados foram compilados em um único mapa, sendo que o potencial de locação dessas obras de contenção foi estabelecido por meio de uma escala de valores relativos atribuídas a cada atributo dos respectivos temas, conforme as recomendações de adequabilidade para implantação descritas por diversos autores. A metodologia proposta mostrou-se satisfatória devido a boa qualidade dos dados temáticos utilizados, pois possibilitou o conhecimento prévio dos locais mais adequados para implantação de obras de contenção do escoamento superficial, facilitando a definição da quantidade e dimensionamento das obras necessárias ao controle do processo erosivo de uma bacia hidrográfica, sendo passível a aplicação em outros locais.

Palavras-Chave: Contenção erosiva. Locação de bacias de contenção. Barraginhas.

ABSTRACT

Accelerated soil erosion, in most cases, is linked to anthropic actions and physical characteristics of the environment in question. Due to its considerable recurring losses, this phenomenon has become the subject of studies aimed at solving it in an economically viable way. Likewise, the execution of the present work sought to integrate data of remote sensing of high spatial and remote sensing data to propose a methodology for leasing works of containment of shallow flow of type Barraginhas. In this way, to propose this methodology, revisions, surveys and creations of thematic data were performed: covering and use of land, soil, declivity and distance of roads. Vector and matrix data were reviewed/developed through ArcGIS 10.3.1 and Global mapper v18.1 software. The work was based on the use of satellite images Pleiades of the year 2015, with spatial resolution of 0.5 meters, images of the software Google Earth of 2019 and elevation data of the satellite Alos. The data were compiled on a single map, and the lease potential of these containment works was established by means of a scale of values assigned to each attribute of the respective themes, according to the recommendations of suitability for implantation described by several authors. The proposed methodology proved satisfactory due to the good quality of the thematic data used, as it made possible the previous knowledge of the most appropriate locations for the implementation of surface flow containment works, facilitating the definition of the quantity and dimensioning of the works necessary for the control of the erosion process of a river basin, being susceptible to application in other places.

Keywords: Erosive containment. Containment basins leasing. Barraginhas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Barraginha	22
Figura 2 - Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Manoel João.....	29
Figura 3 – Etapas de realização do trabalho	30
Figura 4 - Mapa de Cobertura e Uso da Terra	38
Figura 5 - Mapa de Solos	40
Figura 6 - Mapa de Declividade.....	41
Figura 7 - Mapa de Estradas.....	42
Figura 8 - Mapa de Drenagem Superficial.....	43
Figura 9 - Mapa Potencial de Locação de Barraginhas.....	45
Figura 10 - Proposição de Barraginhas.....	48
Figura 11 - Ponto de intervenção da Barraginha 6 após período de chuva	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Nota potencial de locação de Barraginhas atribuídas as classes dos temas de Cobertura e Uso da Terra, Solos, Declividade e Distância de estradas.....	36
Quadro 2 - Escala potencial de locação de Barraginhas.....	37
Quadro 3 - Dados dos Potenciais de Locação de Barraginhas	47

LISTA DE SIGLAS

BHCMJ	Bacia Hidrográfica do Córrego Manoel João
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDE	Modelo Digital de Elevação
SEFAZ	Secretaria da Fazenda e Planejamento
SEMARH	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
UTB	Unidades Territoriais Básicas
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVOS GERAIS	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 PROCESSOS EROSIVOS	15
3.1.1 Impacto da erosão nos corpos d'água	18
3.1.2 Impacto da erosão na agropecuária.....	18
3.1.3 Impacto da erosão nas estradas vicinais	19
3.2 TÉCNICAS DE CONTENÇÃO EROSIVA.....	20
3.2.1 Barraginhas	21
3.2.1.1 Implantação de barraginhas no Estado do Tocantins.....	22
3.2.1.2 Locação de barraginhas	23
3.2.1.3 Formas, dimensionamento e critérios construtivos de barraginhas	24
3.3 ECODINÂMICA	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1 ÁREA DE ESTUDO	28
4.2 METODOLOGIA.....	30
4.2.1 Revisão Bibliográfica.....	31
4.2.2 Levantamento de Dados	31
4.2.3 Revisão e Elaboração de Dados	31
4.2.3.1 Cobertura e Uso da Terra.....	32
4.2.3.2 Solos.....	32
4.2.3.3 Drenagem.....	33
4.2.3.4 Declividade	33
4.2.3.5 Estradas	33
4.2.3.6 Áreas de Preservação Permanente.....	34
4.2.4 Mapa Potencial de Locação de Barraginhas.....	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL PARA LOCAÇÃO DE BARRAGINHAS	36

5.1.1 Mapeamento da cobertura e uso da terra	38
5.1.2 Mapeamento de solos	39
5.1.3 Mapeamento de Declividade	41
5.1.4 Mapeamento de estradas.....	42
5.1.5 Mapeamento da drenagem superficial	43
5.1.6 Mapeamento das áreas potenciais para locação de Barraginhas.....	44
5.2 PROPOSIÇÃO DE LOCAÇÃO DE BARRAGINHAS	47
CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	51

INTRODUÇÃO

A erosão consiste no processo de desprendimento, transporte e deposição de sedimentos do solo, sendo este um fenômeno natural na alteração da paisagem. Entretanto, atividades antrópicas como o uso intensivo de práticas agropecuárias sem adoção de técnicas sustentáveis, tendem a intensificar essas alterações, resultando na erosão acelerada do solo (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

A erosão nesse estágio mais intenso é um problema de grande relevância devido aos prejuízos, acarretando problemas ambientais, como o assoreamento de corpos d'água, agropecuários, como a elevação do custo produtivo devido a ineficiência de terras cultiváveis e de serviços básicos, como as péssimas condições de estradas rurais.

Após identificado o surgimento do processo erosivo, devem ser aplicadas medidas que buscam cessar a propagação desse processo, evitando danos de maiores magnitudes. Neste sentido, Almeida Filho (2015) define algumas técnicas comuns que contribuem para preservação do solo, dentre elas a adoção de princípios básicos de manejo de solos, evitando os impactos das gotas de chuva, facilitando a penetração de água e disciplinando o escoamento superficial.

Todavia, a utilização de algumas técnicas são, na maior parte dos casos, de alto investimento, não se aplicando a casos de necessidade de reversão de impacto a curto prazo, sendo desprezada pelos produtores rurais. Entretanto, Machado et al. (2006) demonstram que é possível conter os processos erosivos de maneira eficiente e economicamente viável, como a construção de terraços e bacias de retenção, favorecendo o ordenamento e armazenamento do escoamento superficial.

Neste sentido, surgiram as barraginhas, uma técnica simplificada de execução e baixo custo de implantação. Trata-se de construções de pequenos barramentos do escoamento da precipitação pluvial em plantios de pastagens, lavouras e margens de estradas rurais (BARROS et al., 2012).

As barraginhas surgiram com o desígnio de reverter degradações nos solos ocasionadas por erosões advindas da intensificação de práticas agropecuárias sem adoção de manejo sustentável (BARROS; RIBEIRO, 2009). Dessa forma são utilizadas na interceptação do escoamento superficial excessivo, sendo bastante comum no controle de enxurradas em estradas de leito natural e interior de propriedades rurais.

Dentre suas principais funções destacam-se a propiciação de infiltração da água acumulada, promovendo abastecimento do lençol freático, retenção de sedimentos, reduzindo o assoreamento dos cursos d'água, redução da erosão em terrenos de culturas agropecuárias, evitando redução de nutrientes e ocorrências de erosão em estradas rurais, mantendo as estradas de leito natural em condições adequada de tráfego e reduzindo gastos públicos com manutenção (EMATER, 2005).

Para melhor eficiência dessas obras de contenção do escoamento superficial é necessário o adequado conhecimento quanto aos locais e dimensões de implantação, levando em consideração as características do ambiente, como topografia, cobertura vegetal e tipo de solo.

Contudo, a atividade de locação das obras é responsabilidade do técnico encarregado pela realização do projeto e do produtor rural, sendo o produtor o conhecedor do terreno e, portanto, o responsável por conduzir o técnico aos locais com maior concentração de enxurradas, onde as barraginhas deverão ser implantadas e dimensionadas conforme estimativa empírica do volume de escoamento superficial (BARROS; RIBEIRO, 2009).

Não havendo uma normativa ou metodologia sistêmica de locação de barraginhas, tornou-se atrativa a proposição metodológica para locação dessas obras de contenção, realizando-se estudo da Bacia Hidrográfica do Córrego Manoel João, em Porto Nacional (TO), baseando-se no conceito da ecodinâmica e interpretação vetorial de dados temáticos através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Propor uma metodologia para locação de Barraginhas na Bacia Hidrográfica do Córrego Manoel João em Porto Nacional (TO), baseando-se no conceito da ecodinâmica e interpretação vetorial de dados temáticos através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

2.2 Objetivos Específicos

- Mapear a cobertura e uso da terra, solos e estradas por meio de imagens de satélite de alta resolução espacial;
- Definir os fluxos do escoamento superficial das águas pluviais, a partir do mapa de declividade;
- Definir os locais com maior potencial para instalação de Barraginhas dentro da bacia hidrográfica;
- Propor locais para instalação de Barraginhas de acordo com o mapa das áreas potenciais para locação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Processos erosivos

A erosão é um fenômeno natural que consiste no processo de desprendimento, transporte e deposição das partículas do solo, tal processo pode ser classificado de duas formas quanto ao agente causador: erosão eólica, em que o agente causador é o vento e, erosão hídrica, provocada por ações da água. A erosão hídrica é considerada a mais comum no Brasil, desta forma a abordagem da presente revisão estará direcionada a este tipo de processo, com ênfase na zona rural (CUNHA, 1997).

Chuvas de alta intensidade aliadas com atividades antrópicas intensificam o processo de erosão, resultando na erosão acelerada do solo, sendo este um processo rápido e que provoca profundas modificações no relevo. A ocorrência dos processos erosivos abrange 5 maneiras distintas de acordo com o grau de carregamento de partículas e incisão do solo: erosão em salpico, erosão em lençol ou laminar, em sulcos, em deslizamento e em voçorocas (Almeida Filho, 2015).

Para adoção de práticas de contenção de processos erosivos do solo, torna-se necessário conhecer a dinâmica erosiva como um todo. O processo de erosão hídrica envolve três etapas de formações: desprendimento, transporte e deposição (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

O desprendimento tem como causa inicial o momento em que as gotas de chuva começam a entrar em contato com os solos, ocasionando um fenômeno conhecido como splash, termo que em português significa erosão por salpicamento, o qual é responsável por dispor as partículas em condições ideais para serem transportadas pelo escoamento superficial. Essa disposição de partículas pode ocorrer tanto pela ruptura dos agregados, ao quebra-los em granulometrias inferiores, como pela própria ação de transporte provocada pelo salpicamento. Desta forma, o splash varia conforme a resistência do solo ao impacto de água e a magnitude da energia cinética das gotas de chuva, a qual tem relação com a intensidade da precipitação (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

Os sedimentos desprendidos por intermédio do splash ou pela tensão crítica cisalhante são, geralmente, carregados pela precipitação pluviométrica por meio de dois movimentos distintos: salpico ou escoamento superficial (ALMEIDA FILHO, 2015). O salpico é o transporte de sedimentos ocasionado pelo próprio impacto das

gotas de chuva. Já o escoamento superficial pode ser definido, segundo Guerra; Silva; Botelho (1999) por meio dos cinco estágios que acarretam no surgimento das ravinas: escoamento em lençol, fluxo linear, microravinas, microravinas com cabeceiras e bifurcações.

Os sedimentos são depositados na superfície do solo devido a redução da velocidade de escoamento, a qual é resultante de fatores como rugosidade da superfície, caules de plantas, decréscimo da declividade de encostas, entre outros (OLIVEIRA, 2010). A deposição dos sedimentos é condicionada a quantidade de material transportado, ou seja, ocorre quando esse valor supera a capacidade de transporte. As fontes de sedimentos mais comuns dentro de uma bacia hidrográfica são oriundas de áreas agrícolas, locais de construção, estradas e rede de drenagem, sendo que as áreas de depósito ocorrem em reservatórios, cursos d'água, locais de relevo côncavo e planície aluvial (MINELLA et al., 2010).

As causas de ocorrência da erosão podem ser naturais, ou seja, geológicas. Porém, a ação do homem em práticas como: aração, gradagem, adubação, superpastejo, queimadas etc., podem contribuir de forma significativa para acelerar os processos erosivos, quando não existem práticas de conservação do solo. Inúmeros autores atribuem a degradação dos solos ao avanço agrícola e da pecuária, pois tais práticas dependem da supressão vegetal e resultam em alterações das propriedades físicas e químicas do terreno (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999; BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999; MACHADO et al., 2006).

Ao analisar a erosão acelerada, Almeida Filho (2015) atribui como influência para erosão os seguintes fatores: clima, relevo, propriedades físicas do solo e influência do homem. Alguns desses fatores são considerados no dimensionamento das estruturas de contenção de erosão, desta forma é importante compreender como eles agem na dinâmica do processo erosivo:

- a) Clima: este agente contempla também o tipo de vegetação, pois as características climáticas a determinam. A precipitação é considerada como o fator mais importante ao se tratar sobre o clima, devendo ser levado em consideração à distribuição de chuva durante o ano. Desta forma, nota-se que nas regiões com precipitação elevada e regularmente distribuída, há ocorrência de solos profundos e permeáveis que são resistentes à erosão. Nas regiões em que a precipitação é mal distribuída no decorrer do ano (períodos de seca

- e chuva), quando da ação das chuvas (primavera e verão) provoca-se bastante erosão (ALMEIDA FILHO, 2015);
- b) Relevo: quanto aos fatores topográficos, devem-se considerar informações como declividade do terreno, forma das encostas, regularidade e extensão do declive. A declividade é um fator relevante por influenciar na intensidade da erosão, em terreno mais declivoso o escoamento hídrico ocorre em maior velocidade, o que torna o solo mais suscetível à erosão. Referente as formas das encostas, quando estas possuem forma plana ou levemente convexa, normalmente ocorre erosão em lençol. Já em locais com encostas de superfície convexa, a erosão terá evolução com tendência ao voçorocamento devido a convergência das águas. Já a extensão da declividade influencia no volume de água do escoamento superficial, o que contribui para o aumento da velocidade desse escoamento e condiciona a intensidade erosiva (ALMEIDA FILHO, 2015);
- c) Propriedades físicas do solo: as variáveis físicas do solo que influem na erodibilidade são: a profundidade, textura, permeabilidade e estrutura. A infiltração de água no solo tem relação com a profundidade dele. Em solos com poucos profundos a infiltração é limitada pela rocha matriz que, se impermeável, fará com que a água se acumule no perfil e torna-o saturado em um curto intervalo de tempo, contribuindo para o escoamento superficial. A textura do solo é outra variável que influencia na permeabilidade, pois solos que possuem textura uniforme em todo seu perfil apresentam baixo potencial de saturação. Por outro lado, solos que apresentam variações intensas de textura são facilmente erodíveis devido às diferenças de velocidade na percolação da água. Deve-se resaltar que solos altamente permeáveis possuem efeito prejudicial, uma vez que a infiltração excessiva provoca a lixiviação das partículas menores para camadas inferiores (ALMEIDA FILHO, 2015);
- d) Influência do homem: considerado por Almeida Filho (2015) o principal responsável pela erosão acelerada - a ação humana. Sabendo-se que a alteração climática de uma determinada região é proveniente das modificações da cobertura vegetal dos solos, define-se então que o homem contribui para erosão uma vez que ele é o responsável pelas alterações das paisagens. A topografia é um dos fatores que o homem interfere de forma direta ao realizar

obras que envolva a movimentação de terra, como na implantação de estradas, de rampas, açudes, etc. Outra intervenção na topografia acontece por intermédio mecanização agrícola na regularização de áreas cultivadas. Quanto às propriedades físicas, estas são alteradas principalmente por ações provenientes da agricultura nas camadas superiores, como arações, adubagem, entre outras atividades agrícolas.

3.1.1 Impacto da erosão nos corpos d'água

Para entendimento dos impactos provocados pela erosão nos corpos d'água é necessário compreender a dinâmica do conjunto de processos ocorrentes dentro de uma bacia hidrográfica. Na perspectiva de uma análise hidrológica, a bacia hidrográfica representa a unidade mais adequada para realização de estudos qualitativos e quantitativos de águas, sedimentos e nutrientes, pois contempla o conjunto de terras drenadas para um corpo d'água principal (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002).

Dessa forma, a dinâmica de assoreamento de um curso d'água está estritamente relacionada aos processos erosivos ocorrentes dentro da bacia hidrográfica em questão, uma vez que esses são responsáveis por originarem materiais transportáveis através do escoamento superficial para áreas de menores altitudes (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

Em casos de assoreamento de reservatórios, destacam-se os processos em barragens de geração de energia elétrica (hidrelétricas), sendo esta a principal fonte energética brasileira. Estima-se que no Brasil a perda anual de volume dos reservatórios por processos de assoreamento é de 0,5% (CARVALHO, *et al.*, 2000). Acredita-se que este dado é pertinente, principalmente, pela redução significativa da velocidade natural de escoamento dos corpos d'água, o que reduz o transporte de sedimentos, contribuindo para deposição gradual dessas partículas ao longo do trajeto.

3.1.2 Impacto da erosão na agropecuária

O setor agropecuário é destaque na economia brasileira por seu significativo aumento produtivo, em contrapartida essa intensificação é um dos grandes desafios

para o desenvolvimento do Brasil, uma vez que se tornou necessário assegurar o crescimento da produção agropecuária e, ao mesmo tempo, minimizar os impactos ambientais dessa produção (SAMBUICHI *et al.*, 2012).

Todavia, a preocupação com os impactos ambientais não está somente no cumprimento das legislações vigentes, uma vez que a conservação dos recursos naturais acarreta de forma significativa na qualidade produtiva agropecuária, sendo a erosão um importante exemplo dessa interrelação. De modo geral, a erosão é conceituada como um fenômeno de grande importância devido aos consideráveis prejuízos recorrentes dela, tanto para o meio ambiente quanto à agropecuária. Dentre os diversos prejuízos, destacam-se a redução da capacidade produtiva das terras, acarretando aumento dos custos produtivos (VALLE JUNIOR, 2008).

O envolvimento de questões de ordem técnica e socioeconômicas torna muito complexo o controle de erosão em terras rurais. No que tange as questões técnicas, é necessário a utilização correta de práticas agrícolas que contemplem a conservação do solo, as quais têm por função fundamental a garantia de máxima infiltração e menor escoamento superficial das águas pluviais (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

3.1.3 Impacto da erosão nas estradas vicinais

As estradas vicinais, ou estradas rurais (de terra) são intervenções humanas com determinados interesses sociais e econômicos coletivo, a qual abrange as inter-relações entre o solo, elemento constituinte da base construtiva, e as águas pluviais, que diretamente escoam pela superfície provocando desde o mínimo de interferência no leito estradal até a inutilização da via para meio de locomoção (ZOCCAL, 2016).

Por se tratar de estradas situadas nas zonas rurais, essas obras foram, na maioria dos casos, abertas pela própria população local. Dessa forma apresentam defeitos oriundos de pista de rolamento estreita, erosão, alagamentos, curvas acentuadas, entre outros fatores que dificultam o trânsito de veículos, ocasionando diversos custos, prejuízos e intensificação do exodo rural (SILVA FILHO, 2001).

Outra característica comum em estradas de leito natural é o surgimento de trilhos advindos das rodas na passagem de veículos, formando-se duas depressões paralelas no eixo longitudinal da via. Nesses pontos normalmente ocorre concentração de enxurradas durante as chuvas, tornando propícia a manifestação de sulcos ao longo da estrada (GRIEBELER, 2002).

As erosões ocorrentes em estradas rurais são apontadas como um grande problema ambiental, pois entende-se que a dinâmica dessa degradação alcança áreas maiores do que a própria estrada (PITTELKOW, 2013). Neste sentido, Griebeler (2002) disserta que a maioria dos sedimentos em estradas de leito natural possuem granulometria inferior à 2mm, característica granulométrica favorável para condições de ocorrência de assoreamento dos corpos d'água.

Dessa forma, diante do conhecimento da ação da água pluvial como causadora de erosão no leito das estradas rurais, define-se que seu controle e orientação de forma correta são as medidas mais eficazes na minimização de custos envolvidos (ZOCCAL, 2016).

3.2 Técnicas de contenção erosiva

Uma vez identificado o início da erosão, torna-se necessário aplicar medidas que visam cessar a evolução desse processo, ou seja, medidas que evitem danos maiores ao ambiente, desta forma Almeida Filho (2015) disserta que o controle dos processos erosivos devem estar fundamentados em princípios básicos de manejo de solos, evitando o impacto das gotas de chuva, facilitando a infiltração de água e disciplinando o escoamento superficial.

Um dos maiores problemas na utilização dessas técnicas é o fator econômico, pois obras para esses fins, geralmente, possuem custos elevados. Entretanto, Machado et al. (2006) demonstram que é possível conter os processos erosivos de maneira eficiente e economicamente viável. Para isso os autores apresentam como alternativa a construção de terraços e bacias de retenção, favorecendo o ordenamento e armazenamento do escoamento superficial. Seguindo a mesma linha de raciocínio, Almeida Filho (2015) também recomenda a contenção mecânica por meio de terraços constituídos de um canal e um camalhão levantado com a terra removida do canal.

As erosões podem ser contidas por meio do controle da vazão de escoamento superficial, declividade e/ou natureza do terreno. O controle da vazão pode ser executado com implantação de desvio ou condução da água por caminhos distintos em relação a incisão erosiva, já o controle do sulco pode ser obtido através da instalação de obstáculos que influenciem na redução da velocidade de escoamento (BERTONI, LOMBARDI NETO, 1999).

Dentre as formas de contenção dos processos erosivos, as barraginhas têm ganhado espaço por possuírem uma técnica simplificada de execução e baixos custos de implantação. Trata-se de construções de pequenos barramentos do escoamento da precipitação pluvial em áreas de pastagens, lavouras e margens de estradas (BARROS *et al.*, 2012). Para melhor entendimento da aplicação desta técnica, a presente revisão abordará de forma mais detalhada as definições e os critérios de execução.

3.2.1 Barraginhas

As Barraginhas surgiram através de um projeto desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo, sediada no Município de Sete Lagoas (MG), com desígnio de reverter degradações nos solos ocasionadas por erosões advindas da intensificação de práticas agropecuárias sem adoção de manejo sustentável (BARROS; RIBEIRO, 2009).

Barraginhas são reservatórios implantados nos terrenos com o objetivo de interceptar o escoamento superficial excessivo (Figura 1). Dessa forma sua aplicação é comum no controle de enxurradas em estradas e propriedades rurais, podendo serem executadas em modelo de bacia, caixa ou terraço. Dentre suas funções destacam-se a propiciação de infiltração da água acumulada, promovendo abastecimento do lençol freático, retenção de sedimentos, protegendo os corpos d'água de processos de assoreamento, redução da erosão em terrenos de culturas agropecuárias, contendo as perdas de nutrientes e favorecendo a não ocorrência da erosão em estradas vicinais, preservando as estradas rurais com condições de tráfego adequada e reduzindo gastos públicos com manutenção (EMATER, 2005).

Figura 1 – Modelo de Barraginha



Fonte: Projeto Barraginhas, 2016

Quanto a disseminação das barraginhas pelo Brasil, calcula-se que entre os anos de 1998 e 2013, foram implantadas 50.566 obras situadas em 106 municípios, sendo a maior parte (40.976 barraginhas) construídas na Região Sudeste, mais precisamente no Estado de Minas Gerais. No que se refere a difusão do projeto quanto ao Bioma, mais de 73% das barraginhas foram implantadas no Cerrado, com 14% na Caatinga e 12% na Mata Atlântica (LANDAU *et al.*, 2013).

3.2.1.1 Implantação de barraginhas no Estado do Tocantins

O Estado do Tocantins possui como características pluviométricas anual dois períodos distintos: um seco, concentrado entre os meses de maio a setembro, sendo junho, julho e agosto os meses com menor quantidade de chuvas, e um período chuvoso, se estendendo de outubro a abril, com chuvas mais intensas nos meses de dezembro, janeiro e março (PINTO, *et al.*, 2017).

O quadro de escassez hídrica é ainda mais intenso na região sudeste do estado, onde estão compreendidos os municípios com baixos índices pluviométricos, com um acentuado problema de interrupção temporária dos pequenos rios e ribeirões da região, tornando-se necessário ações por parte do poder público como:

execução de obras para amenizar os efeitos provocados pela ocorrência desses eventos, na população quilombola e ou de agricultores familiares dos municípios de Santa Rosa do Tocantins, Natividade [...] e Novo Alegre, inseridos diretamente nas áreas impactadas pela escassez de água, com a construção de "Bacias de Infiltração de Águas de Chuva" que são pequenas estruturas de acumulação de água da chuva, para conter as enxurradas, erosões e assoreamento dos corpos d'águas bem como recarregar o lençol freático, e a médio e longo prazo perenizar os pequenos rios e ribeirões das sub-bacias (TOCANTINS, 2015, p. 4).

A intervenção mencionada no parágrafo anterior trata-se da implantação de 3564 barraginhas distribuídas em dezoito municípios da Região Sudeste do Estado. A metodologia aplicada na realização das obras seguiu os mesmos critérios adotados pela Embrapa, sendo as avaliações técnicas, definição do local e assistência da execução das obras de responsabilidade do Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins – Ruraltins (TOCANTINS, 2015).

3.2.1.2 Locação de barraginhas

A correta locação das bacias de retenção se faz, primeiramente, através de uma análise da área de interesse, considerando as características do ambiente, como topografia, cobertura vegetal e tipo de solo. Dessa forma os locais mais adequados para implantação desse sistema devem ser definidos baseando-se em critérios como o volume de escoamento da enxurrada proveniente da precipitação pluviométrica, inclinação do terreno e velocidade de infiltração da água no solo (BARROS; RIBEIRO, 2009).

Seguindo a mesma linha de raciocínio, (EMATER, 2005) também cita o relevo, tipo de solo e a cobertura vegetal como propriedades fundamentais na definição da locação dessas obras, citando diretamente alguns pontos mais adequados para implantação, como as margens de estradas de leito natural, em carreadores dentro de propriedades rurais, no meio ou final de terraços ou outros locais de concentração do escoamento superficial.

Neste sentido, a atividade de locação das obras é responsabilidade do técnico encarregado pela realização do projeto e do produtor rural, sendo este último o

conhecedor do terreno e, portanto, o responsável por conduzir o técnico aos locais com maior concentração de enxurradas, onde as barraginhas deverão ser implantadas (BARROS; RIBEIRO, 2009).

Para conformidades de legislações ambientais e melhor aproveitamento da função, há restrições de locais para construção dessas bacias, como cursos d'água perenes, abrangência de áreas de preservação permanente (APPs), parte interna de voçorocas e terrenos com declividade superior a 12% (BARROS *et al.*, 2012).

3.2.1.3 Formas, dimensionamento e critérios construtivos de barraginhas

Até então não há nenhuma normativa técnica que regulamente o procedimento para dimensionamento de barraginhas, nem a definição quanto aos limites de dimensões dessas obras de contenção. No entanto, conforme a literatura, o volume de armazenamento dessas obras varia de 100 a 300 m³, medindo de 15,0 a 20,0 m de diâmetro, por 1,5 a 2,0 m de profundidade (BARROS; RIBEIRO, 2009).

As dimensões variam em função da quantidade de bacias necessárias para captar o volume de água demandado, levando em consideração a velocidade em que a água infiltra no solo. As obras localizadas em solos arenosos e profundos, permitem alta velocidade de infiltração, possibilitando menor volume de escavação. Já em solos argilosos ou locais de várzea, tem-se uma infiltração lenta, necessitando a construção de barramentos com maior volume (EMATER, 2005). No entanto, o autor recomenda a não execução de bacias de retenção com dimensões exageradas, indicando-se a adoção de várias bacias menores, com a possibilidade de transbordamento de água de uma para a outra.

Devido a não apresentação de uma metodologia padronizada para o adequado dimensionamento dessas obras de contenção, pode-se recorrer a métodos como o de Prusky (2009), o qual descreve um procedimento para o cálculo desses sistemas. De acordo com o autor, deve-se determinar a lâmina máxima do escoamento superficial, a qual pode ser determinada através da aplicação de métodos como balanço da água superficial e o número de curva. Com isso, deve-se definir a área em que o escoamento superficial é direcionado para barraginha, sendo que o volume de água a ser contido pela bacia, pode ser determinado através da equação:

$$V = \frac{A \times ES}{1000}$$

Onde:

V = volume de água armazenado pela barraginha (m³);

A = área de contribuição do escoamento superficial para a barraginha (m²);

ES = lâmina de escoamento superficial (mm).

Para a determinação das características geométricas das barraginhas, Prusky (2009) disserta sobre as formas semicirculares e retangulares, para as quais adota-se o procedimento de dimensionamento baseado na profundidade máxima (H_{máx}), obtendo-se o raio através da seguinte equação, para formas semicirculares:

$$R = \sqrt{\frac{4V}{\pi H_{máx}}}$$

Onde:

R = raio da barraginha semicircular (m);

V = volume de acumulação de água (m³);

H_{máx} = profundidade máxima de água a ser acumulada (m).

Para as barraginhas retangulares determina-se a largura por meio da seguinte equação:

$$B = \frac{2 V}{H_{máx} L}$$

Onde:

B = largura da barraginhas (m);

H_{máx} = profundidade máxima de água a ser acumulada (m).

V = volume de acumulação de água (m);

L = comprimento da barraginhas (m).

A umidade do solo interfere diretamente na execução das obras uma vez que favorece a escavação e contribui na compactação dos aterros, sendo que o período ideal para construção varia desde as duas primeiras chuvas até quatro a cinco meses após o término do período chuvoso. Porém, deve-se interromper as obras nos dias mais chuvosos, retomando-as nos dias de estiagem (BARROS; RIBEIRO, 2009).

É indispensável a limpeza da área a ser implantada a barraginhas, removendo-se toda a matéria orgânica. A movimentação de terra deve ocorrer do centro para as extremidades da estrutura, formando-se taludes nas laterais. Em casos de terrenos com maior declividade, a escavação é feita no sentido do declive, fazendo-se o nivelamento e compactação das cristas dos taludes (EMATER, 2005).

É estimado um período de uma hora para construção em solo macio e úmido, e em torno de uma hora e meia para construções em solo firme e seco (BARROS *et al.*, 2012). O maquinário indicado para execução dessas obras é basicamente pá carregadeira e retroescavadeira, sendo possível, em alguns casos, a construção de forma manual (EMATER, 2005).

3.3 Ecodinâmica

A ecodinâmica é uma metodologia de delimitação e análise de unidades territoriais proposta pelo francês Jean Tricart em 1977, a qual baseia-se na intensidade, frequência e interação dos processos de evolução do ambiente. Essa técnica abrange as relações de reciprocidade entre os diversos componentes ambientais, destacando-se os fluxos de energia e materiais. As unidades ecodinâmicas classificam-se em três estágios de degradação ou conservação: meios estáveis, meios intergrades e meios fortemente estáveis (TRICART, 1977).

A metodologia da ecodinâmica tem mostrado resultados positivos em projetos de planejamento territorial devido a possibilidade de identificação e delimitação de unidades espaciais com dinâmicas semelhantes, no que tange a fragilidade do meio físico, potencial de suportar intervenções, etc. Pode-se citar como exemplo da aplicação da ecodinâmica aos diagnósticos e zoneamentos ambientais realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o qual utiliza adaptações dessa perspectiva (FERREIRA, 2010).

Outra aplicação do conceito de ecodinâmica com resultados consolidados é o Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE, metodologia que integra a abordagem

ecodinâmica com imagens de satélite permitindo uma visão sinótica, repetitiva e holística da paisagem.

O ZEE foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, e sua aplicação é baseada na interpretação de informações temáticas (geologia, geomorfologia, pedologia e cobertura e uso da terra) e intensidade pluviométrica, definindo-se planos de informações temáticos georreferenciados, os quais têm suas representações vetoriais intersectadas definindo-se o mapa de Unidades Territoriais Básicas – UTB, composto de unidades de paisagem natural e de intervenção antrópica. Atribuindo-se as classes temáticas às UTBs, com valores relativos e empíricos, tem-se a vulnerabilidade à perda de solo de cada uma dessas classes (CREPANI, *et al.*, 2001).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A área estudada compreende a Bacia Hidrográfica do Córrego Manoel João - BHCMJ, localizada no município de Porto Nacional (TO), entre as coordenadas de latitude Sul 10° 45' 00" e 11° 00' 00" e, longitude Oeste 48° 30' 00" e 48° 45' 00".

O escoamento de água superficial da bacia converge para o Córrego Manoel João. Este curso d'água perene é um importante afluente da Bacia Hidrográfica do Córrego Titira, que deságua no Córrego Ribeirão do Carmo, que por fim compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins (Figura 2).

A BHCMJ está localizada a cerca de 100 km ao sul da capital do Estado do Tocantins, Palmas. O acesso à área ocorre principalmente pela TO-255 que liga a cidade de Porto Nacional à Fátima, percorrendo-se 18 km de estrada de leito natural com início próximo a localidade de Escola Brasil (Porto Nacional).

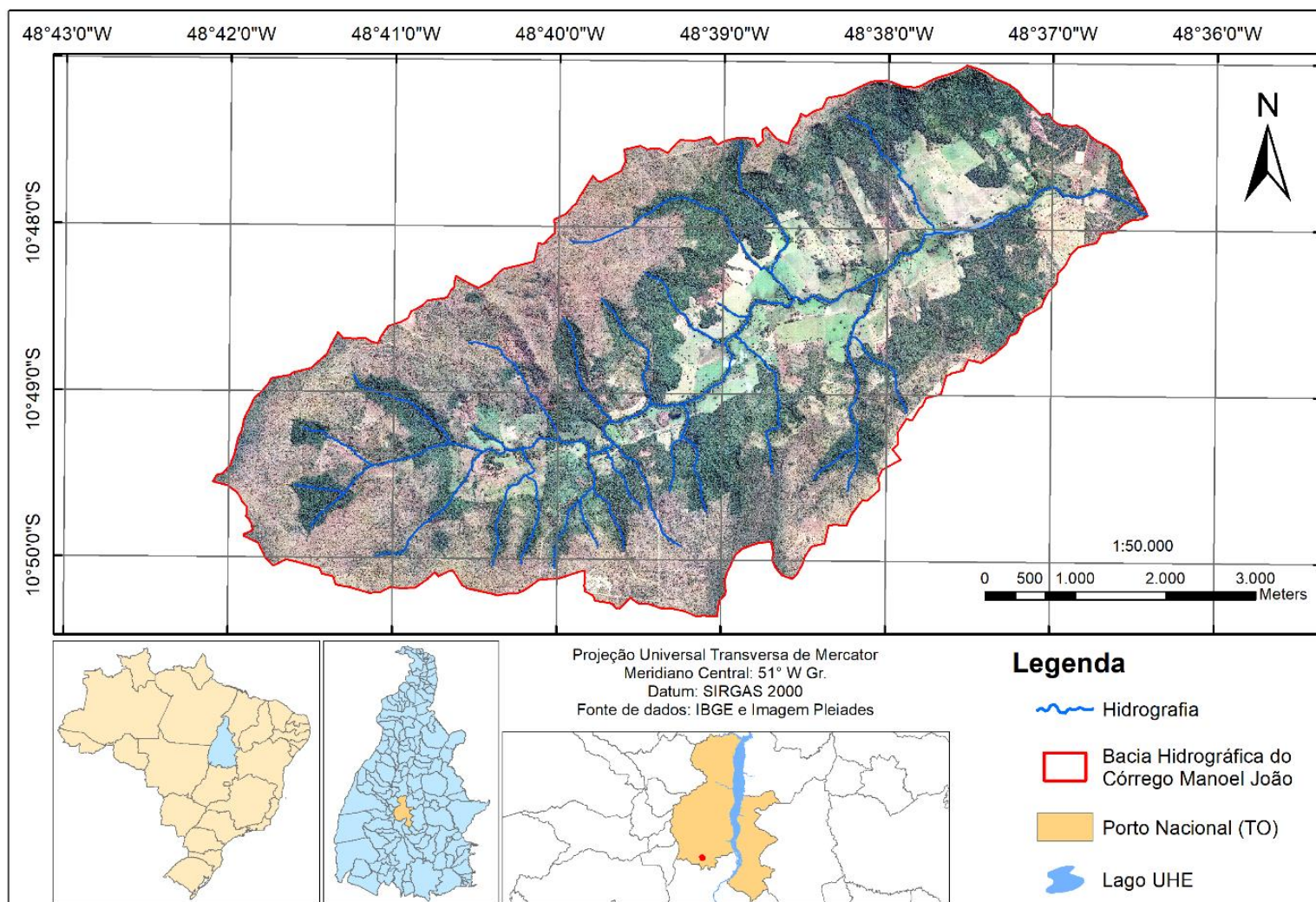
Conforme a metodologia de Thornthwaite, a regionalização climática da região é do tipo C2wA'a", caracterizada por:

clima úmido subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno, evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm, distribuindo-se no verão em torno de 420 mm ao longo de três meses consecutivos com temperatura mais elevada (SOUZA; BORGES; DIAS, 2012, p. 20)

A precipitação média anual varia entre 1700 e 1800 mm e a temperatura média anual do ar entre 26 e 27°C (SOUZA; BORGES; DIAS, 2012).

Os solos predominantes na área são latossolos e cambissolos. A erodibilidade potencial do solo é do tipo Muito Fraca a Fraca, sendo solos muito profundos, porosos, bem permeáveis (mesmo quando muito argilosos), friáveis, de relevo plano, com declividade geralmente inferior a 3% (SOUZA; BORGES; DIAS, 2012).

Figura 2 - Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Manoel João

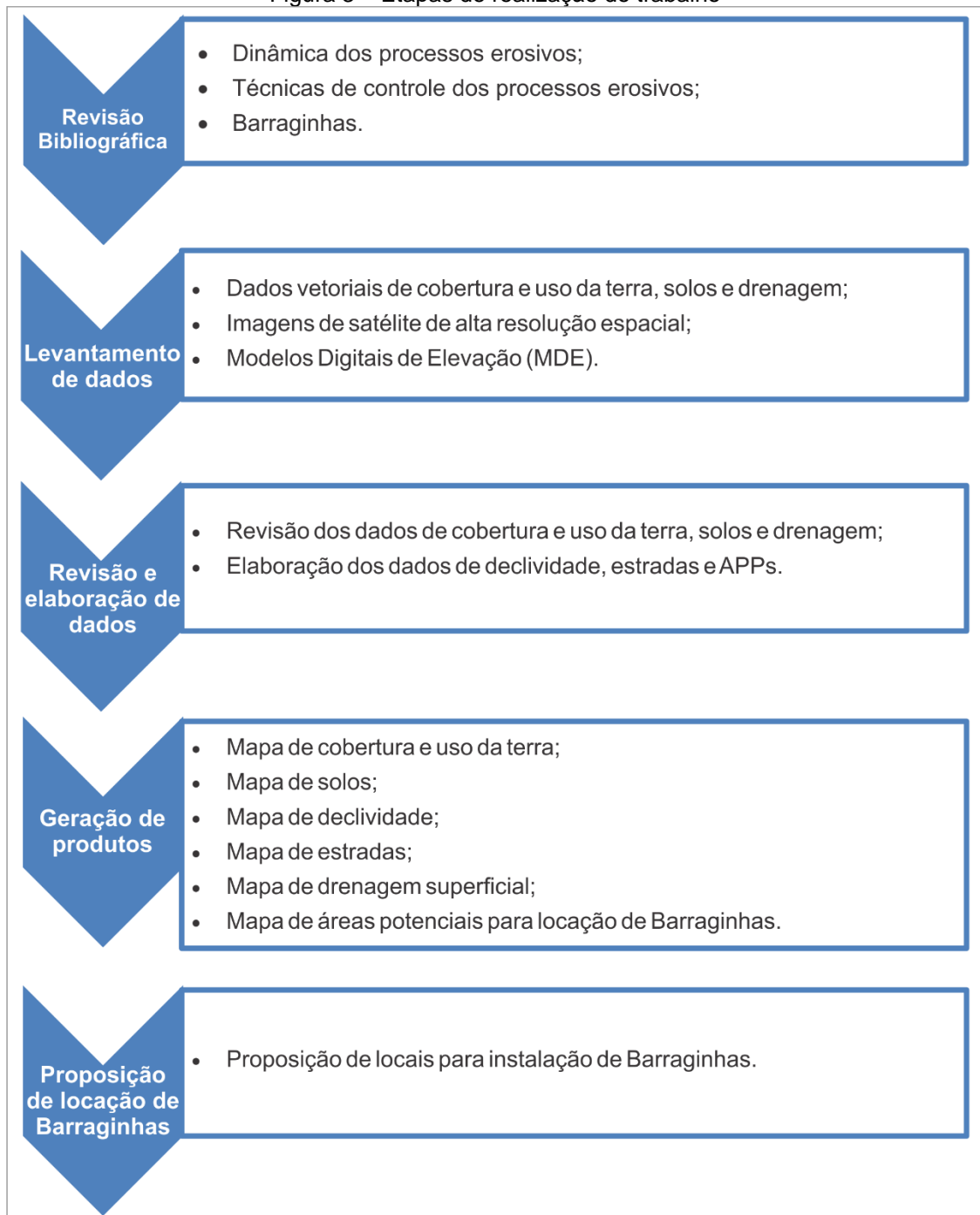


Fonte: próprio autor

4.2 Metodologia

Sabendo-se que um projeto deve possuir objetivos e planos bem definidos, como prazo, custo, qualidade e riscos, define-se neste tópico o conjunto de atividades ordenadas logicamente que conduziram aos objetivos predeterminados. Desta forma, para realização do presente trabalho foram seguidas as etapas do fluxograma descrito na Figura 3.

Figura 3 – Etapas de realização do trabalho



Fonte: próprio autor

4.2.1 Revisão Bibliográfica

O primeiro momento constituiu-se de buscas bibliográficas sobre temas relacionados com a erosão dos solos, bem como análise da aplicação da técnica de pequenas bacias de contenção do escoamento superficial (Barraginhas), buscando compreender a funcionalidade do sistema e a importância de cada critério utilizado na locação dessas estruturas.

4.2.2 Levantamento de Dados

Para elaboração da proposta metodológica de locação de barraginhas foram utilizados os dados vetoriais inerentes a Bacia Hidrográfica do Córrego Manoel João, de: cobertura e uso da terra, solos, drenagem superficial, declividade, estradas e Área de Preservação Permanente (APP).

Os mapeamentos de cobertura e uso da terra e solos foram utilizados da base de dados do trabalho de determinação da vulnerabilidade das paisagens à perda de solos na BHCMJ executado por Araújo (2019), sendo realizada revisão das classes de cobertura e uso da terra apoiando-se no Manual Técnico da Cobertura e Uso da Terra (IBGE, 2013), e de solos conforme o Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015).

A drenagem superficial é proveniente da revisão dos arquivos vetoriais de hidrografia da base da SEMARH, elaborados para utilização no Cadastro Ambiental Rural (CAR), em escala 1:25.000, cedidos pela SEFAZ.

Os temas declividade, estradas e APPs foram elaborados conforme descrevem os itens seguintes.

4.2.3 Revisão e Elaboração de Dados

Os dados vetoriais e matriciais foram revisados/elaborados através dos softwares ArcGIS 10.3.1 e Global Mapper v18.1. Definiu-se a estruturação do arquivo em banco de dados no formato Geodatabase, com sistema geodésico de referência SIRGAS 2000, projeção UTM – Fuso 22 S.

A revisão teve como base a utilização de imagens de satélites Pleiades do ano de 2015, com resolução espacial de 0,5 metros, disponibilizadas pela Secretaria da Fazenda e do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins – SEFAZ. Como também imagens do software Google Earth de 2019 e dados altimétricos do satélite Alos.

4.2.3.1 Cobertura e Uso da Terra

O método de revisão aplicado no mapeamento de Cobertura e Uso da Terra consistiu no reconhecimento de áreas homogêneas conforme as características da resposta espectral dos alvos, forma, textura e localização geográfica (VENEZIANI; ANJOS, 1982), utilizando como base de interpretação as imagens pleiades do ano 2015 e do software Google Earth, com imagens de 2019.

Definiu-se como diretriz de classificação da cobertura e uso o Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (IBGE, 2013), estabelecendo as classes interpretadas de acordo com adaptação do Nível III de detalhamento: Afloramento de Rochas, Área descoberta, Capoeirão, Cerrado denso, Cerrado ralo, Cerrado típico, Cultura temporária, Edificações, Mata seca, Pastagem, Reservatório e Reflorestamento.

4.2.3.2 Solos

O mapeamento do solo proveniente da base de dados de Araújo (2019) foi revisado através da interpretação visual digital das imagens, levando em consideração as respostas espectrais e texturais, separadas em zonas homólogas por meio de quebras positivas e negativas de relevo (imagens sombras).

Definiu-se como diretriz de classificação o Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015), estabelecendo as classes interpretadas em: Afloramento de rochas, Cambissolo háplico tb distrófico petroplântico, Gleissolo háplico tb distrófico típico, Latossolos vermelhos-amarelos distrófico, Neossolo lítico distrófico petroplântico e Plintossolo pétrico concrecionário argissólico.

4.2.3.3 Drenagem

A drenagem principal da bacia estudada é proveniente dos arquivos vetoriais de hidrografia da base da SEMARH, porém, para melhor detalhamento desse tema, foram extraídos dados do MDE Alos, o qual foi interpretado de forma automática no software Global Mapper v18.1 pelo algoritmo da ferramenta *create watershed*, gerando além dos canais de drenagem de menor expressão, sub-bacias para cada canal de escoamento superficial.

Para classificação do regime de escoamento da drenagem extraída, utilizou-se como base a imagem pleiades, bem como análise dos trabalhos de Araújo (2019) e Lima (2019) realizados na BHCMJ, diferenciando leitos perenes e intermitentes.

Os canais de drenagem intermitentes não foram introduzidos na união dos mapas temáticos, porém foram utilizados na análise dos melhores locais para implantação das obras de contenção, pois são eles responsáveis por receber parte do escoamento superficial.

4.2.3.4 Declividade

A declividade da BHCMJ foi gerada por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE) proveniente do satélite Alos Palsar, com resolução espacial de 12,5 m. Para extração dos dados de declividade foi utilizado o software Global Mapper v18.1, no qual definiu-se a interpretação automática da imagem por meio da ferramenta *slope*, obtendo-se a declividade da bacia hidrográfica em intervalos de 0 a 12% e de 12% ao máximo apresentado na área de estudo.

Os dados de declividade foram convertidos de raster para vetores em polígonos, uma vez que a metodologia proposta está baseada na união de dados do mesmo formato digital.

4.2.3.5 Estradas

As estradas localizadas dentro da BHCMJ foram delimitadas através do software ArcGIS 10.3.1, em formas de vetores em linhas, utilizando como base de interpretação a imagem Pleiades. Foram interpretadas desde as estradas de utilização coletiva da comunidade local, até acessos privados dentro das propriedades rurais.

Posteriormente, aplicou-se a ferramenta *buffer* definindo polígonos com faixas de distância das estradas de: 20 a 40 m, 40 a 60 m, 60 a 80 m, 80 a 100 m e distâncias superiores a 100 m.

4.2.3.6 Áreas de Preservação Permanente

As Áreas de Preservação Permanente foram definidas por meio da ferramenta *buffer* na plataforma do software ArcGIS, adotando-se uma faixa lateral de 30 m para cada lado, a partir da calha principal dos cursos d'água, e raio de 50 m para nascentes, conforme o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

4.2.4 Mapa Potencial de Localização de Barraginhas

Elaborou-se o mapa potencial para localização de Barraginhas baseando-se na técnica de álgebra de mapas empregada na metodologia de Crepani *et al.* (2001) para mapeamento da vulnerabilidade natural à perda de solo, a qual é fundamentada no conceito da ecodinâmica.

O potencial de localização dessas obras de contenção foi estabelecido por meio de uma escala de valores relativos, conforme a recomendação de locais adequados para implantação descritos por (BARROS *et al.*, 2012), e a relação de interferência do meio físico, biótico e antrópico, analisando-se individualmente cada um dos temas.

Desta forma, cada atributo inerente ao tema, recebeu uma nota variando entre 0 e 5, sendo que, quanto maior a nota, maior o potencial de contribuição para localização de Barraginhas.

A elaboração do mapa com o potencial de locação das barraginhas para BHCMJ consistiu na união dos dados temáticos elaborados/revisados, aplicando-se a técnica de álgebra de mapas, permitindo a obtenção de dados geográficos quantitativos dentro de uma escala de valores relativos, por meio da Equação 1:

$$P = \frac{C+S+D+E}{4} \quad (1)$$

Onde:

P = potencial de locação de barraginhas;

C = cobertura e uso da terra;

S = solo;

D = declividade;

E = distância de estrada.

A elaboração do Mapa final de potencial de locação de Barraginhas foi determinada atribuindo-se cores para cada nota, dentre as 21 possíveis, advinda da média dos temas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização do potencial para locação de Barraginhas

Conforme as recomendações de locais adequados para implantação de obras de contenção descritos por (BARROS *et al.*, 2012) e caracterização dos dados temáticos da BHCMJ, obteve-se os valores descritos no Quadro 1 para cada atributo analisado.

Quadro 1 – Nota potencial de locação de Barraginhas atribuídas as classes dos temas de Cobertura e Uso da Terra, Solos, Declividade e Distância de estradas

ATRIBUTO	NOTA POTENCIAL DE LOCAÇÃO
Cobertura e Uso da Terra	
Afloramento de Rochas	0
Área descoberta (Cascalheira)	3
Capoeirão	3
Cerrado denso / Cerradão sem Mata de Galeria	1
Cerrado ralo e Rupestre	2
Cerrado típico sem mata de galeria	3
Cultura temporária	5
Edificações	0
Mata seca sempre-verde / Mata de galeria	0
Pastagem cultivada	5
Piscicultura / Represas e Reservatórios	0
Reflorestamento	4
Solos	
Afloramento de rochas	0
Cambissolo háplico tb distrófico petroplântico	0
Gleissolo háplico tb distrófico típico	0
Latossolos vermelhos-amarelos distrófico	5
Neossolo litólico distrófico petroplântico	0
Plintossolo pétrico concrecionário argissólico	0
Declividade	
0 – 12 %	5
12 – 88 %	0
Distância de Estrada	
20 – 40 m	5
40 – 60 m	4

60 – 80 m	3
80 – 100 m	2
> 100 m	1

Fonte: próprio autor

A cor inerente a cada nota de potencial de locação de Barraginhas, bem como as cinco possíveis classes de potencial, estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Escala potencial de locação de Barraginhas

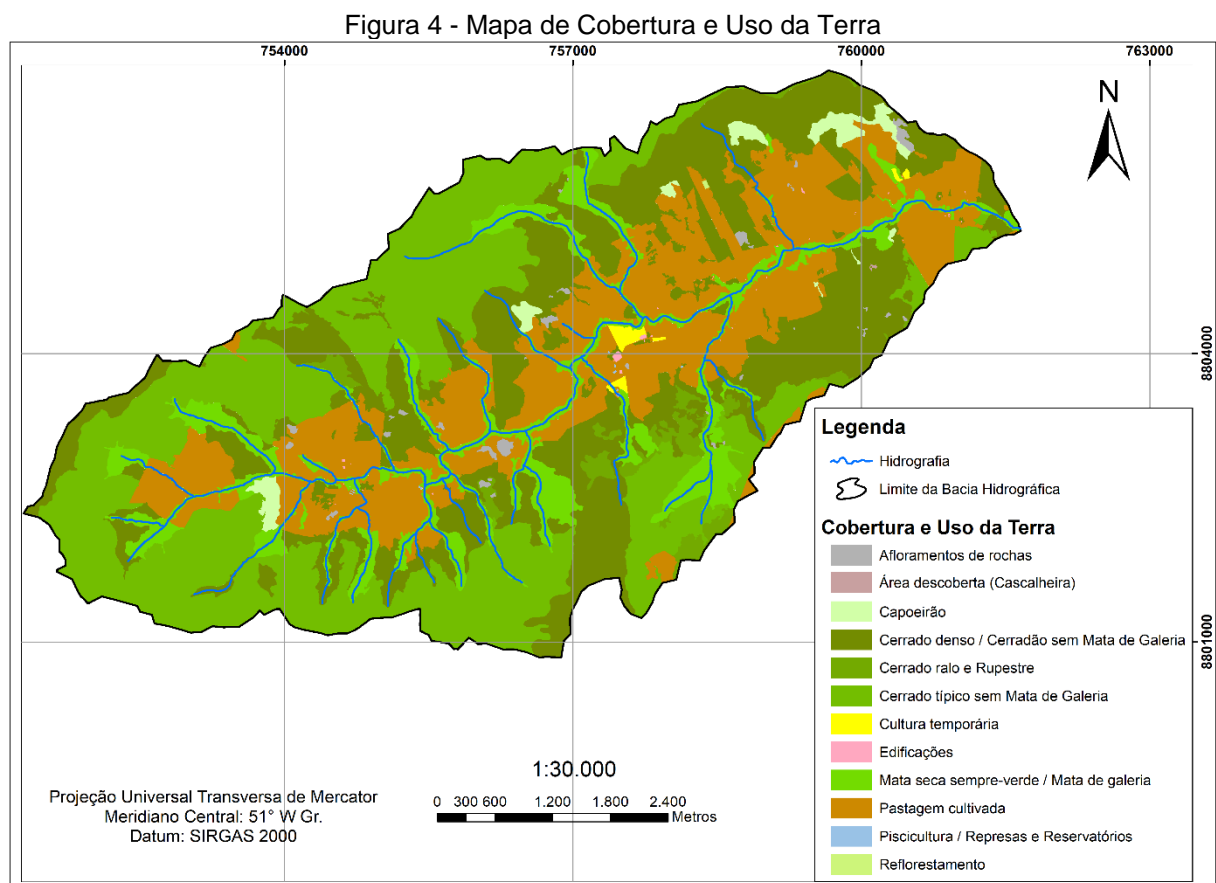
MÉDIA	POTENCIAL DE LOCAÇÃO	COMPOSIÇÃO DE CORES RGB			
		Vermelho	Verde	Azul	Cores
0	Baixo	255	0	0	
0,25		255	51	0	
0,5		255	102	0	
0,75		255	153	0	
1	Moderadamente Baixo	255	204	0	
1,25		255	255	0	
1,5		204	255	0	
1,75		153	255	0	
2	Médio	102	255	0	
2,25		51	255	0	
2,5		0	255	0	
2,75		0	255	51	
3		0	255	102	
3,25	Moderadamente Alto	0	255	153	
3,5		0	255	204	
3,75		0	255	255	
4		0	204	255	
4,25	Alto	0	153	255	
4,5		0	102	255	
4,75		0	51	255	
5		0	0	255	

Fonte: próprio autor

5.1.1 Mapeamento da cobertura e uso da terra

A cobertura e uso da terra é um importante fator ambiental na interação entre os diversos fatores físicos, biológicos e antrópicos dentro de uma bacia hidrográfica, sendo possível extrair do seu estado atual e dinâmica ao longo do tempo, importantes respostas para problemas ambientais, bem como propor soluções elencadas na sua distribuição geográfica.

O mapeamento da cobertura e uso da terra da BHCMJ apresenta-se dividido em 12 classes (Figura 4), das quais destacam-se em quantidade de área as feições de Cerrado Típico, com 10,87 km², representado 31,6% da área total da bacia hidrográfica, Cerrado Denso/Cerradão com 9,94 km² (28,9%) e Pastagem cultivada, a qual ocupa uma área de 8,4 km², equivalente a 24,4% da área de estudo.



Fonte: próprio autor, editado de SEFAZ (2012) e Araújo (2019)

Conforme as notas de potencial, variando de 0 a 5, atribuídas à cada classe de cobertura e uso da terra no Quadro 1, verifica-se através do presente mapeamento que 42,4% da área possui nota entre 0 e 2, definindo-se esses locais como impróprios para locação de Barraginhas quanto a este tema.

Em meio as classes impróprias para instalação dessas obras de contenção, encontra-se as matas de galeria, compreendidas em sua maior parte dentro das Áreas de Preservação permanente, não sendo permitida a utilização desses locais conforme menciona Barros *et al.* (2012).

Por outro lado, 57,6% da bacia hidrográfica apresenta classes com notas de cobertura e uso da terra variando entre 3 e 5, possibilitando a análise geográfica dos locais mais adequados para instalação das obras.

As principais classes do mapeamento de cobertura e uso da terra favoráveis a instalação de Barraginhas são, pastagem cultivada e cultura temporária, representando quase 50% das áreas de maior potencial, sendo estes tipos de locais recomendados por Landau *et al.* (2013) para implantação dessas obras.

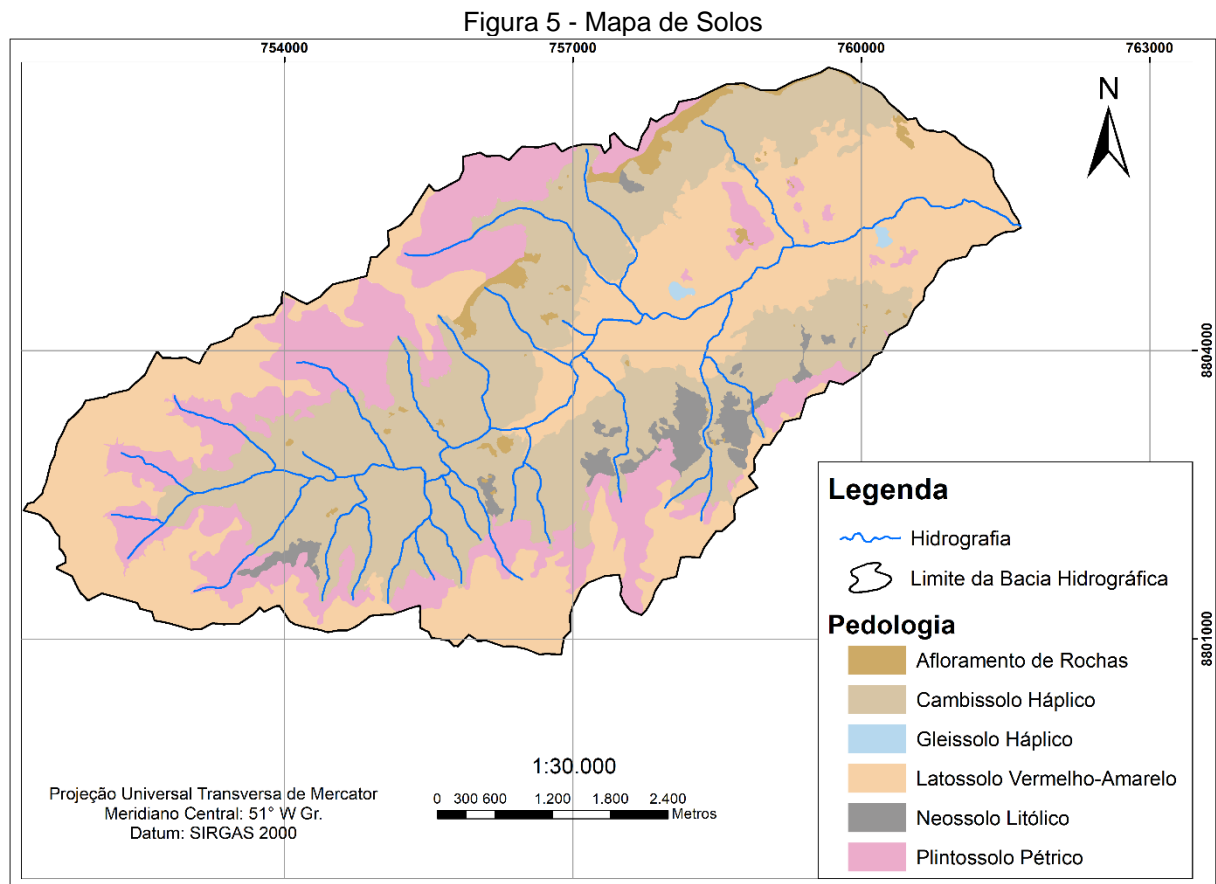
5.1.2 Mapeamento de solos

Os tipos de solos demonstraram-se relevantes no conjunto de fatores que levaram a proposição desta metodologia de definição de áreas mais apropriadas para locação de Barraginhas. O que torna este tema importante, ou até mesmo indispensável na realização do presente trabalho, é o fato dele ser um produto das interações entre clima, organismos, material de origem e relevo.

As seis classificações de solos definidas para BHCMJ receberam notas nos valores extremos conforme os fatores relevantes de avaliação, o que interferiu de maneira significativa nos valores da média.

Cinco classes foram definidas com nota 0, apresentando características como: pouca profundidade, em que a soma das camadas sobre a rocha não ultrapassa 50 cm (Neossolo litólico); dificuldade de penetração de raízes, consequentemente desfavorecendo a infiltração (Plintossolo pétrico); presença em relevos ondulados e montanhosos (Cambissolo háplico); mal drenado, onde o lençol freático está próximo à superfície (Gleissolo háplico) e características técnicas inviáveis para construção de Barraginhas (Afloramento de Rochas) (IBGE, 2015).

Desta forma, a Figura 5 apresenta as divisões geográficas dos tipos de solos, sendo que 20,97 km² caracteriza-se como solo impróprio para implantação desses barramentos, abrangendo 60,9% da bacia hidrográfica.



Fonte: próprio autor, editado de SEFAZ (2012) e Araújo (2019)

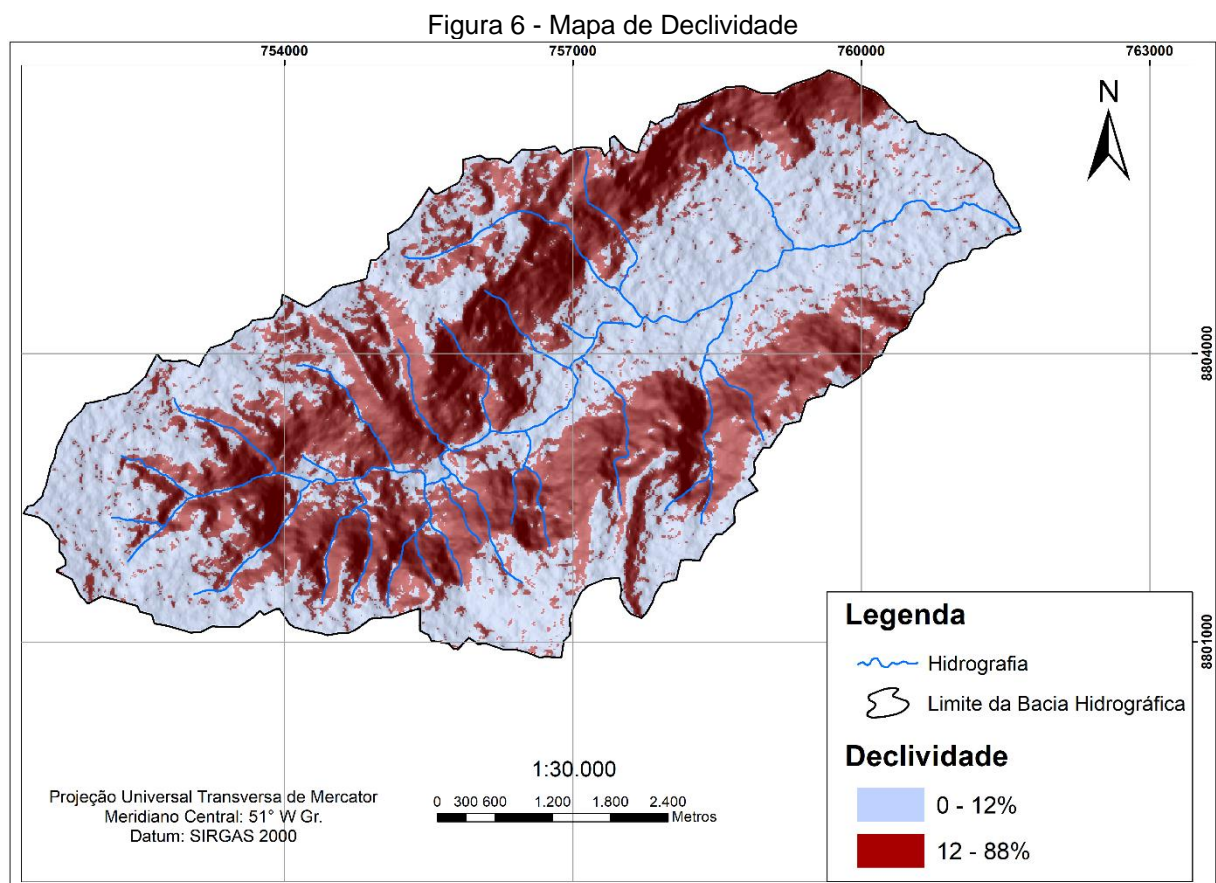
Apenas a classe de solo Latossolo vermelho-amarelo recebeu nota 5, sendo considerado o tipo de solo ideal para instalação de Barraginhas, uma vez que apresenta relevo plano ou suave-ondulado, boa drenagem e profundidade (IBGE, 2015). O Latossolo vermelho-amarelo está presente em 13,46 km² da BHCMJ, o que contempla 39,1% de toda área.

As definições quanto as notas atribuídas ao favorecimento para classe de solo podem ser confirmadas na descrição da Emater (2005) que considera os Cambissolos como solos que, normalmente, não suportam intervenções do tipo Barraginhas, bem como por Barros e Ribeiro (2009) que consideram atrativa a instalação dessas obras em Latossolos Vermelhos e Amarelos, pois contribuem no controle de erosão, servindo como contenção do assoreamento e favorecendo o recarregamento do lençol freático.

5.1.3 Mapeamento de Declividade

Da mesma forma que o mapeamento de solos, a declividade da BHCMJ também obteve notas nos valores extremos possíveis da escala adotada, dividindo-se em duas classes: declividade de 0 a 12% e de 12 a 88% (Figura 6). Desta forma, as áreas representadas na cor vermelha obtiveram nota 0 na caracterização da declividade como influencia no potencial de áreas apropriadas para locação de Barraginhas, e as áreas na cor azul receberam nota 5.

A declividade de até 12% representa 51% da BHCMJ, ocupando uma área de 17,38 km², enquanto as regiões com declividade superior a 12%, ocupam uma área de 16,72 km², equivalente a 49% da bacia hidrográfica, sendo estes locais considerados impróprios para instalação de Barraginhas (BARROS *et al.*, 2012).

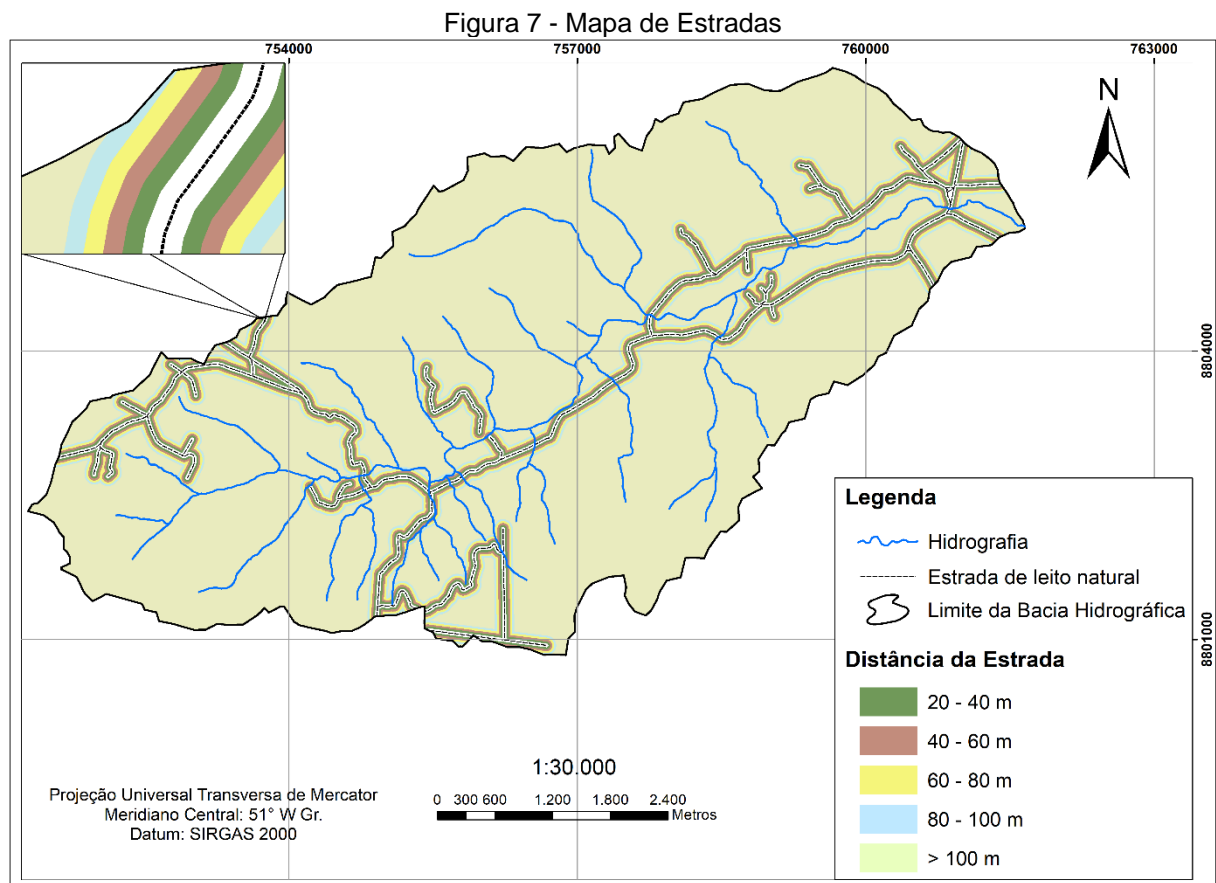


Fonte: próprio autor

5.1.4 Mapeamento de estradas

O bom mapeamento das estradas, com definição precisa de todos os acessos, foi possível devido a boa qualidade das imagens Pleiades, o que permitiu a criação de faixas de intervalos de proximidade com as estradas (Figura 7).

A delimitação desses espaços buscou atender as recomendações de autores que sugerem a implantação de Barraginhas nas margens de estradas de leito natural, contribuindo na contenção dos processos erosivos inerentes ao escoamento superficial que chegam até esses locais de transição de veículos.



Fonte: próprio autor

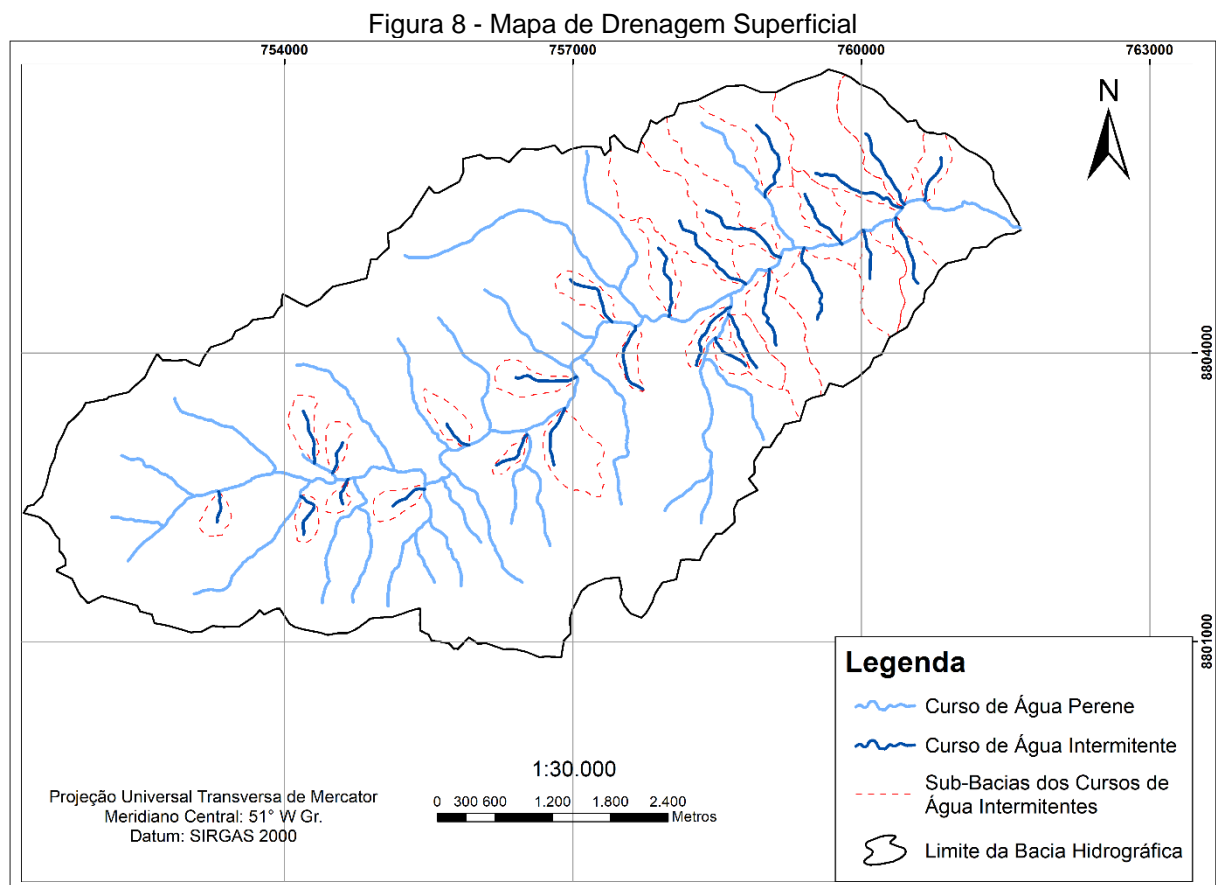
A definição das faixas de proximidade com as estradas é outra importante variável no conhecimento das áreas mais adequadas de implantação de Barraginhas, pois são locais com degradações corriqueiras que provocam prejuízos para população local e gastos com manutenção por parte do poder público.

Na mesma linha de raciocínio, a Emater (2005) destaca a utilidade das bacias de contenção na conservação de estradas, pois, além da diminuição dos danos

provocados pelo escoamento superficial, possibilita o reaproveitamento dos sedimentos (cascalhos) retidos nelas.

5.1.5 Mapeamento da drenagem superficial

O mapa de drenagem superficial tem grande relevância na decisão de locação de Barraginhas pois possibilita o conhecimento dos cursos d'águas intermitentes, ou mesmo canais de drenagem caracterizados com atributos dos rios principais, desta forma, a Figura 8 apresenta a localização dos cursos de água com regime perene e intermitente, bem como as sub-bacias de contribuição para cada canal intermitente.



Fonte: próprio autor

O conhecimento das áreas de contribuição dos canais de drenagem é indispensável na definição do volume de escoamento superficial, o qual pode ser utilizado no cálculo das dimensões das obras de contenção. Desta forma, é possível atender a recomendação da Emater (2005) quanto a consideração do volume de enxurrada em relação ao tamanho e quantidade de bacias necessárias.

5.1.6 Mapeamento das áreas potenciais para locação de Barraginhas

A qualidade dos dados obtidos em todos os temas utilizados na confecção do mapa de áreas potenciais para locação de Barraginhas foi fundamental para elaboração do produto principal do presente trabalho, o qual está representado na Figura 9.

A metodologia proposta mostrou-se satisfatória, pois possibilita o conhecimento prévio dos locais mais adequados para implantação de obras de contenção do escoamento superficial, facilitando a definição da quantidade e dimensionamento das obras.

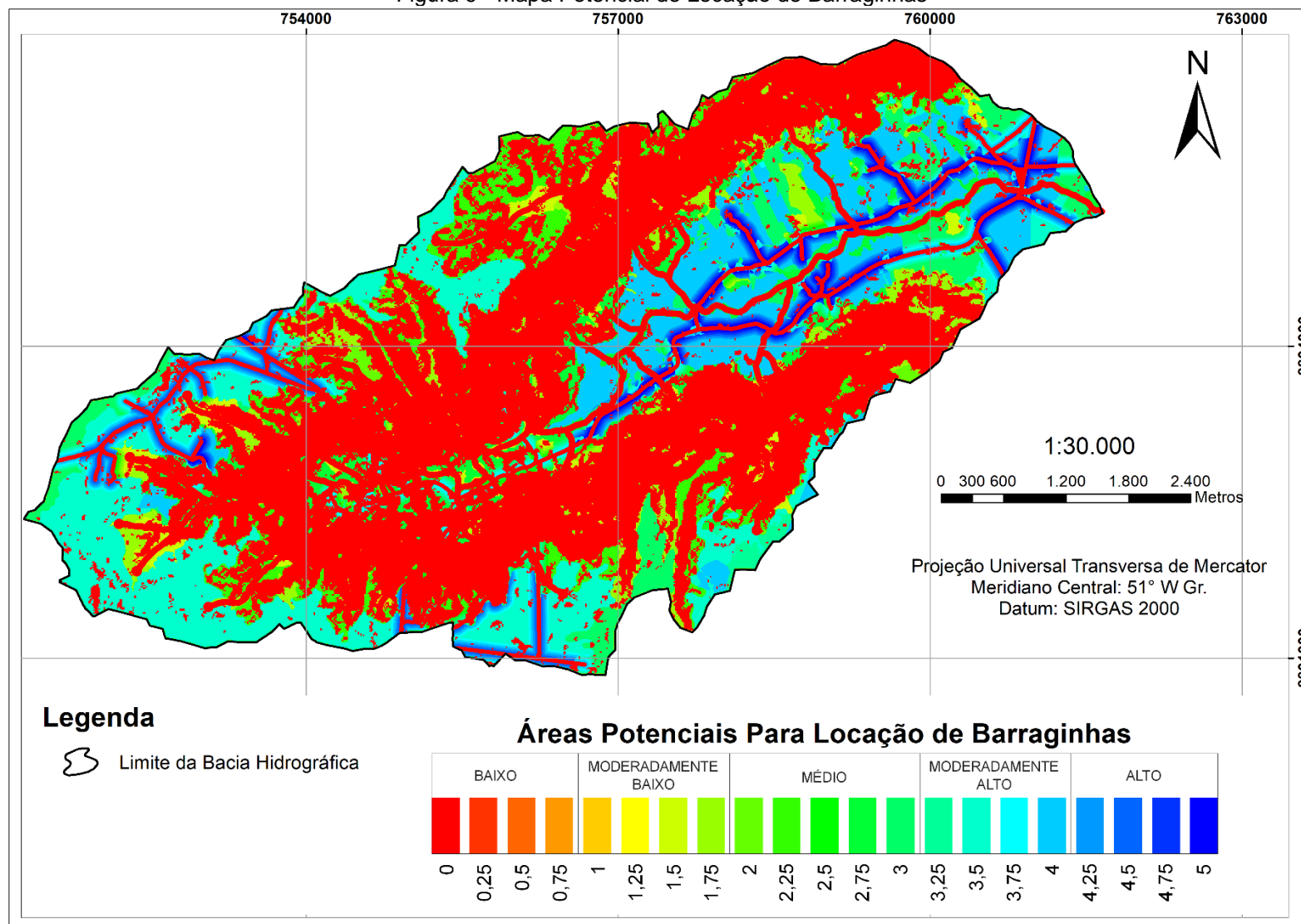
Para bacia hidrográfica do Córrego Manoel João, conforme a metodologia aplicada, 19,21 km² da área possui baixo potencial para implantação de Barraginhas, o que representa 55,8% de toda bacia (Quadro 3). Dentro desses valores estão inclusos as áreas consideradas tecnicamente inviáveis para implantação, o que é o caso de terrenos com declividade superior a 12%, áreas definidas como de segurança das estradas, sendo adicionada uma faixa lateral de 20 m e áreas legalmente impróprias, o que contempla as APPs de cursos de água (faixa de 30 m) e de nascentes (raio de 50 m) conforme o Código Florestal Brasileiro.

Além dos fatores apresentados que tornam essas áreas impróprias, esses locais encontram-se, em sua grande maioria, em áreas de cobertura vegetal do tipo cerrado denso e mata de galeria, solos instáveis e de pouca profundidade, bem como distante de estradas, sendo esses fatores relevantes no resultado.

Para 1,44 km² da BHCMJ tem-se potencial moderadamente baixo para locação de Barraginhas, o que representa 4,2% da bacia. Estes locais encontram-se nessa classe por estarem situados em regiões de cerrado típico, o que eleva a média do resultado, porém são áreas com solos impróprios para esse tipo de intervenção e estão distantes das estradas.

As áreas com potencial médio para locação de Barraginhas, representadas no mapa pela tonalidade de cor verde, ocupam 4,23 km² da BHCMJ, totalizando 12,3% da área estudada. São locais em que já se torna viável a construção dessas obras, os quais englobam algumas áreas de pastagem e cerrado típico, solos do tipo Latossolo e têm distância variando 40 a 100m das estradas.

Figura 9 - Mapa Potencial de Localização de Barraginhas



Fonte: próprio autor

A classe de potencial moderadamente alto é a que ocupa maior território entre as que possuem viabilidade de implantação dessas obras. Cerca de 7,65 km² (22,2%) da BHCMJ está contemplada nessa classe, o que é inerente a locais, em maior parte, coberto por pastagem cultivada, solos do tipo latossolo e proximidade da estrada entre 20 e 100 m.

As áreas com maior potencial de locação de Barraginhas ocupam 1,89 km², o que representa 5,5% da bacia hidrográfica. Observa-se no mapa da Figura 9 que esses locais possuem uma geometria retilínea, resultado principalmente da nota relativa a proximidade das estradas, contudo, são locais de pastagem cultivada e cultura temporária, com algumas ocorrências de capoeirão e cerrado típico, sendo que o solo é integralmente do tipo latossolo.

As áreas com alto potencial de locação de Barraginha apresentadas atendem as recomendações de Barros e Ribeiro (2009), ao considerar a análise da área em questão, os quais levam em conta as características do ambiente, como relevo, cobertura vegetal e tipo de solo. Como também as considerações de Barros *et al.* (2012) quanto as conformidades de legislações ambientais e melhor aproveitamento da função, restringindo locais para construção dessas bacias, como cursos d'água perenes, abrangência de APPs, interior de voçorocas e terrenos com declividade superior a 12%.

Quadro 3 - Dados dos Potenciais de Locação de Barraginhas

POTENCIAL DE LOCAÇÃO	NOTA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)	ÁREA POTENCIAL (km ²)	ÁREA POTENCIAL (%)
Baixo	0	19,17	55,7	19,21	55,8
	0,25	0,001	0,004		
	0,5	0,02	0,1		
	0,75	0,02	0,1		
Moderadamente Baixo	1	0,05	0,1	1,44	4,2
	1,25	0,00	0,0		
	1,5	0,34	1,0		
	1,75	1,05	3,0		
Médio	2	0,14	0,4	4,23	12,3
	2,25	1,61	4,7		
	2,5	0,07	0,2		
	2,75	0,99	2,9		
	3	1,42	4,1		
Moderadamente Alto	3,25	0,34	1,0	7,65	22,2
	3,5	3,96	11,5		
	3,75	0,40	1,2		
	4	2,94	8,6		
Alto	4,25	0,55	1,6	1,89	5,5
	4,5	0,61	1,8		
	4,75	0,35	1,0		
	5	0,38	1,1		

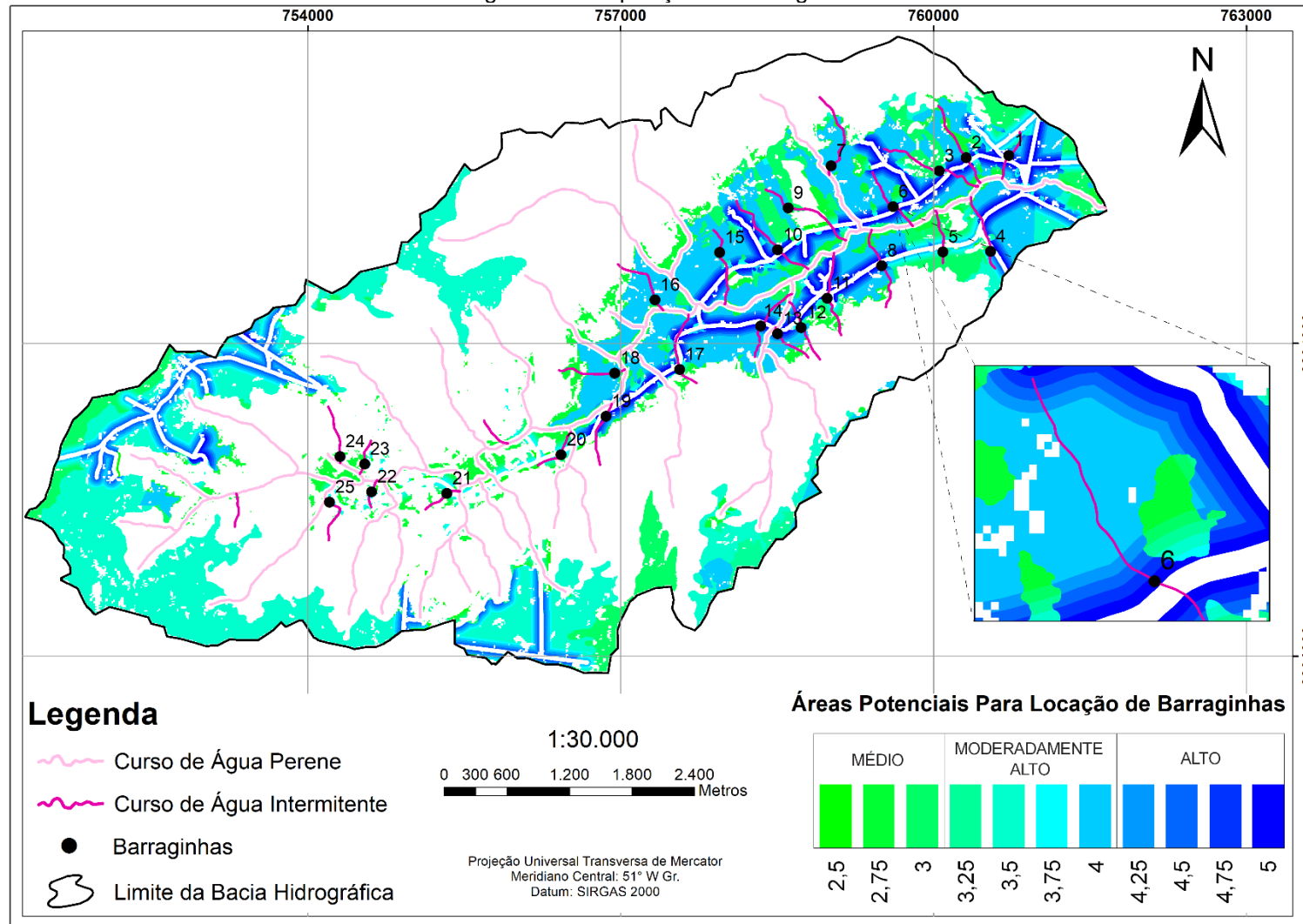
Fonte: próprio autor

5.2 Proposição de locação de Barraginhas

Através da interpolação do mapa de potencial de locação de Barraginhas apresentado no item 5.1.6 e o mapa de drenagem ilustrado no item 5.1.5, foram definidos 25 pontos para locação dessas obras de contenção. Considerando as áreas com notas variando de 2,5 a 5, de acordo com a escala de valores adotada, e cursos de drenagem intermitentes, tem-se na Figura 10 a definição desses locais.

Apenas 2, dos 27 canais de drenagem intermitentes interpretados por meio do mapa de declividade, não estão inseridos em áreas com potencial de locação superior a 2,5. Dos 25 pontos definidos para locação das obras, 19 encontram-se próximos as estradas e 6 (pontos 7, 15, 20, 22, 23 e 24) estão situados em meio a pastagem, o que vai de concordância a prática recomendada pela Embrapa (2005), a qual define as estradas vicinais como locais com maior tendência ao processo erosivo causado pelo escoamento superficial.

Figura 10 - Proposição de Barraginhas



Fonte: próprio autor

A Barraginha de número 6, destaca na linha de chamada do mapa da Figura 10, situa-se em um ponto na margem da estrada com problemas recorrentes de alagamento e processo erosivo, conforme verifica-se na (Figura 11), registrada no dia 13 de abril de 2019, após uma chuva.

Figura 11 - Ponto de intervenção da Barraginha 6 após período de chuva



Fonte: próprio autor

Observa-se na figura anterior que o local recomendado para implantação da obra de contenção é caracterizado por pastagem cultivada, com proximidade de 20 a 40 m da estrada. A instalação de uma obra de contenção contribuiria significativamente para proteção contra processos erosivos e recargada do lençol freático devido ao considerável volume de água depositado ao longo da estrada.

CONCLUSÃO

As técnicas de geoprocessamento utilizadas no presente trabalho propiciaram uma análise do contexto dos agentes influenciadores das características de uma bacia hidrográfica, a ponto de ser possível distinguir níveis de capacidade de melhor rendimento e segurança para locação de obras para contenção de escoamento superficial.

Os mapeamentos temáticos têm grande relevância em qualquer obra de intervenção dentro de uma bacia hidrográfica, sendo necessária a utilização de dados precisos e atualizados, possibilitando um melhor planejamento e tomada de decisões para obtenção de resultados satisfatórios. Neste trabalho, a qualidade dos mapas de cobertura e uso da terra, solos e traçados das estradas foram fundamentais para um bom resultado da proposição do potencial de locação de Barraginhas.

Em trabalhos que envolvam o controle de erosão, é indispensável a definição dos fluxos de escoamento superficiais das águas pluviais, uma vez que as locações das obras de contenção deverão estar concentradas nos canais de escoamento do terreno. O mapa de declividade gerado neste trabalho atendeu a necessidade de determinação dos principais canais de escoamento, todavia, torna-se necessária a utilização de dados mais precisos na definição de drenagem com melhor detalhamento, como levantamento com RPA/DRONES.

Para BHCMJ os melhores locais para construção das Barraginhas estão situados a uma distância de 20 a 100 m das margens das estradas, em regiões de pastagens cultivadas com solos do tipo latossolo vermelho-amarelo. A instalação dessas intervenções enquadra-se bem nas características e necessidades da bacia hidrográfica, sendo uma alternativa no controle do processo erosivo das áreas cultiváveis e, principalmente, das estradas.

Desta forma, entende-se que a aplicação da metodologia proposta atendeu a necessidade da área de estudo, tornando-se passível a aplicação em outras bacias hidrográficas, uma vez que são utilizados dados de domínio público e técnicas de fácil aplicação, tornando uma medida de baixo custo e rápido tempo de aquisição.

Todavia, ressalta-se a necessidade de outros estudos para atestar a viabilidade técnica e econômica antes da execução dessas obras, como o dimensionamento das bacias e quantidade de obras necessárias para atender o volume de escoamento superficial de cada sub-bacia e os custos envolvidos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, G. S. Controle de erosão. **Fundações & Obras Geotécnicas**, v. 5, p. 66-77, 2015.

ARAÚJO, M. G. **Determinação de vulnerabilidade das paisagens à perda de solos na bacia hidrográfica do córrego Manoel João no município de Porto Nacional (TO) e proposta de medidas de contenção dos processos erosivos**. 2019. 75 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.

BARROS, L. C. et al. **Integração entre barraginhas e lagos de múltiplo uso: o aproveitamento eficiente da água de chuva para desenvolvimento rural**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 11 p. (Circular Técnica, 177).

BARROS, L. C.; RIBEIRO, P. E. A. **Barraginhas: água de chuva para todos**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 49p. il. (ABC da agricultura familiar, 21).

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.

BRASIL. Lei 12651/2012. **Código Florestal Brasileiro** [on line]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 25 de abril e 2019.

CARVALHO, N. O. et al. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília, DF: Aneel, 2000. 106 p.

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 124 p.

CUNHA, C. M. L. **Quantificação e mapeamento das perdas de solo por erosão com base na malha fundiária**. 1997. 152 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE, UNESP, Rio Claro, 1997.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Barraginhas para captação de enxurradas**. Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo. 2005. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25348/1/barraginha2.pdf> >. Acesso em: 07 de maio de 2019.

EMATER – MG. 2005. **Bacias de captação de enxurradas**. Série Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/MATERIAL_TECNICO/baciascapt%C3%A7%C3%A3oenxurradas.pdf>. Acesso em: 02 de abril e 2019.

FERREIRA, V. de O. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. **GeoTextos**, vol. 6, n. 2, p. 187-208, dez 2010.

GRIEBELER, N. P. **Modelo para o dimensionamento de redes de drenagem e de bacias de acumulação de água em estradas não pavimentadas**. 2002. 121 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 2002.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. v. 1. 340 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

LANDAU, E. C. et al. **Abrangência geográfica do projeto Barraginhas no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 45 p.

LIMA, V. D. M. **Elaboração de projeto de contenção de processo erosivo em área rural de Porto Nacional (TO), integrando dados de rps/drone e biofísicos em sistema de informações geográficas**. 2019. 78 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.

MACHADO, R. L. et al. **Recuperação de voçorocas em áreas rurais**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 63 p.

MINELLA, J. P. G. et al. Processos e modelagem da erosão: da parcela à bacia hidrográfica. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. de (Org.). **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 486 p.

OLIVEIRA, J. P. B. de. **Potencial impacto das mudanças climáticas nas perdas de solo e água na microbacia do Córrego Jaqueira, Alegre-ES**. 2010. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

PINTO, P. H. P. et al. O regime pluviométrico do estado do Tocantins, Brasil no período 1986-2005: variações espaciais. **Interface**, v. 1, p. 62-77, 2017.

PITTELKOW, G. C. **Erosão em estrada de terra no campo de instrução de Santa Matia (CISM)**. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

PROJETO BARRAGINHAS. **Programa de Aquisição de Alimentos África, visita Embrapa**. 2016. Disponível em: <<http://projetobarraginhas.blogspot.com/2014/07/programa-de-aquisicao-de-alimentos.html>> Acesso em: 03 de abril de 2019.

PRUSKI, F. F.; GRIEBLER, N. P.; SILVA, J. M. A da. Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. In: PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e da água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa: Editora UFV, 2009. 240 p.

SAMBUICHI, R. H. R. et al. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. Rio de Janeiro: Ipea, 2012. 46 p.

SCHIAVETT, A; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Bahia: Editus, 2002. 293 p.

SILVA FILHO, I. R. **Estradas Rurais – Técnicas adequadas de manutenção**. Cascavel: Instituto Iguazu, 2001. 90 p.

SOUZA, P. A. B. D.; BORGES, R. S. T.; DIAS, R. R. (Org.). **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 6. ed. Palmas: Seplan, 2012. 80 p.

Tocantins. **Cadastro Ambiental Rural**. Palmas, 2019. Disponível em: <<http://site.sigcar.com.br/tocantins/>>. Acesso em: 20 abril de 2019.

Tocantins. Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins. Palmas: **SEFAZ**, Disponível em: <<http://www.sefaz.to.gov.br/>>. Acesso em: 20 abril de 2019.

TOCANTINS. 2015. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH. **Projeto Barraginhas**. Disponível em: <<http://www.nrg4sd.org/wp-content/uploads/2017/09/TO-Projeto-barraginhas.pdf>>. Acesso em: 02 de abril de 2019.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977, 91 p.

VALLE JUNIOR, R. F. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba**. 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal. 2008.

VENEZIANI, P.; ANJOS, E. dos. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos: INPE, 1982. 54 p.

ZOCCAL, J. C. **Manutenção de estradas e conservação da água em zona rural: adequação de erosões em estradas rurais: causas consequências e problemas na manutenção e conservação de estrada rural**. São José do Rio Preto: Codasp, 2016. 118 p.

Documentos candidatos

capacitacao.ead.unes... [2,08%]
revistas.ufg.br/geoa... [1,16%]
creape.org.br/portal... [1,03%]
researchgate.net/pub... [0,87%]
doczz.com.br/doc/354... [0,62%]
bdttd.ibict.br/vufind... [0,19%]
stf.jus.br/portal/co... [0,12%]
pt.scribd.com/docume... [0%]

Arquivo de entrada: 2019-2_TCC2 VINICIUS DE MELO LIMA.pdf (8061 termos)

Arquivo encontrado

capacitacao.ead.unes... (https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/62/6/Unidade_3.pdf)
revistas.ufg.br/geoa... (<https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/40074>)
creape.org.br/portal... (<http://www.creape.org.br/portal/wp-content/uploads/2018/07/CADERNO-DO-SEMIÁRIDO>)
researchgate.net/pub... (https://www.researchgate.net/publication/314982487_ANALISE_MORFOMETRICA_DA_MICROBACIA_HIDRO)
doczz.com.br/doc/354... (http://doczz.com.br/doc/354290/item-4---estudos-finais-_p_-r4)
bdttd.ibict.br/vufind... (http://bdttd.ibict.br/vufind/Record/UFRR_a85bab5812137db98748f5ef2ce2b0dd)
stf.jus.br/portal/co... (<http://www.stf.jus.br/portal/constituicao/artigoBd.asp?item=2144>)

reunioes.semاد.mg.go... (http://www.reunioes.semاد.mg.gov.br/down.asp?x_caminho=reunioes/sistema/arquivos)

bdttd.ufrr.br/tde_arq... (http://www.bdttd.ufrr.br/tde_arquivos/2/TDE-2014-09-09T073314Z-173/Publico/Raimundo)
pt.scribd.com/docume... (<https://pt.scribd.com/document/394563197/AAI-Teles-Pires-Avaliacao-Ambiental-Integrada>)