



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

Vanessa Lima Parrião

ANÁLISE DOS PARÂMETROS QUE PROVOCAM O ASSOREAMENTO DAS
CALHAS DOS RIOS NA BACIA DO RIBEIRÃO TAQUARUSSU GRANDE EM
PALMAS – TO

Palmas – TO

2016

Vanessa Lima Parrião

ANÁLISE DOS PARÂMETROS QUE PROVOCAM O ASSOREAMENTO DAS
CALHAS DOS RIOS NA BACIA DO RIBEIRÃO TAQUARUSSU GRANDE EM
PALMAS – TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas
(CEULP/ULBRA).

Orientadora: Prof. Mestre Roberta Mara de
Oliveira Vergara.

Palmas – TO

2016

Vanessa Lima Parrião

ANÁLISE DOS PARÂMETROS QUE PROVOCAM O ASSOAREAMENTO DAS
CALHAS DOS RIOS NA BACIA DO RIBEIRÃO TAQUARUSSU GRANDE EM
PALMAS – TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas
(CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Mestre Roberta Mara de Oliveira
Vergara

Aprovada em: 16 / 11 / 2016

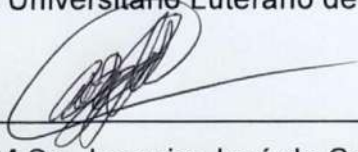
BANCA EXAMINADORA



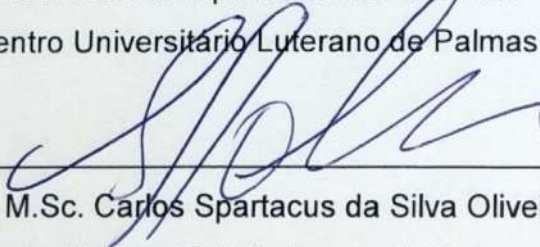
Prof. M.Sc. Roberta Mara de Oliveira Vergara

Orientadora

Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. M.Sc. Joaquim José de Carvalho
Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas – TO

2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele nada disso seria possível. Aos meus pais que sempre acreditam em mim e nunca mediram esforços para que esse sonho se tornasse realidade. As minhas irmãs que sempre me apoiaram. Agradeço a minha família que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos. Aos meus amigos que sempre estiveram comigo, me dando força, acreditando em mim, torcendo e se alegrando a cada dia.

E um agradecimento especial as pessoas que estiveram comigo na luta diária dessa graduação, pessoas que se tornaram mais que colegas de faculdade, e hoje posso chamá-los de amigos. Agradeço então, a pessoa que primeiro me suportou na faculdade, minha amiga Natália Dafne, a minha inseparável e melhor “dupla” Sindy Nepomuceno, aos meus amigos José Guilherme, Tássio Canjão e Félix Benício. E que todos saibam que sem vocês essa etapa não teria sido tão gratificante.

E não poderia deixar de agradecer a minha orientadora Roberta Mara, que esteve ao meu lado na elaboração desse trabalho, sempre muito atenciosa e disposta.

RESUMO

PARRIÃO, Vanessa Lima. **Análise dos Parâmetros que Provocam o Assoreamento das Calhas dos Rios na Bacia do Ribeirão Taquarussu Grande em Palmas – TO.** 2016. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Ulbra - Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas-TO, 2016.

Este trabalho visa analisar o processo de assoreamento dos rios e sua relação com a textura do solo, o uso e ocupação da bacia, a influência das atividades antrópicas, e identificar medidas que possam contribuir para a preservação da mesma. A bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande é a principal fonte de abastecimento da cidade de Palmas-TO, ela é responsável por cerca de 66% do abastecimento da capital. Palmas é uma cidade em crescente desenvolvimento populacional, por isso a análise da bacia é tão importante, pois a partir desta análise, poderão ser tomadas medidas de prevenção e recuperação da bacia. A metodologia adotada para este trabalho objetiva avaliar e determinar as transformações ocorridas na bacia, através de dados do meio físico, da caracterização da bacia e dos dados das atividades antrópicas. Para a análise e processamento dos dados foi utilizado o software QGIS, que é uma multiplataforma que suporta vários formatos vetoriais, raster, de banco de dados e outras funcionalidades. A partir deste processamento obteve-se alguns mapas que auxiliaram na análise do processo de assoreamento da bacia. Com base nos resultados obtidos observou-se que a bacia apresenta alguns pontos de risco, quanto a ocorrência de assoreamento. Diante disso, se faz necessária ação de preservação da bacia, devido ao seu potencial erosivo, aos tipos de solo, textura, espessura, relevo e uso e manejo do solo. De modo que essas ações diminuam os impactos do assoreamento causados à bacia.

Palavras-chave: assoreamento; atividades antrópicas; bacia hidrográfica.

ABSTRACT

PARRIÃO, Vanessa Lima. **Analysis of The Parameters That Cause The Silting Up of Rivers In The Gutters of The Ribeirão Taquarussu Grande in Palmas-TO.** 2016. 56 f. TCC (graduation) - Civil Engineering course, Ulbra - Lutheran University Center of Palmas, Palmas-TO, 2016.

This paper aims to analyze the rivers silting process and its relation with the soil texture, its use and occupation of the basin, the influence of human activities, and identify measures that can contribute to its preservation. Ribeirão Taquarussu Grande basin is the main source of supply of the city of Palmas-TO, it is responsible for about 66% of the supply of capital. Palmas is a city in growing population development, that's why the basin analysis is so important because it is from this analysis that the basin prevention and recovery measures can be taken. The methodology for this study aims to evaluate and determine the changes occurred in the basin, through the physical environment data, the basin characterization and the human activities data. For the analysis and processing of the data was used QGIS software, which is a platform that supports multiple vector formats, raster, database and other features. From this work up it afforded some maps that assisted in the sedimentation basin process analysis. Based on the racquired results it was observed that the basin has some points of risk for the occurrence of sedimentation. Therefore, it is necessary action to preserve the basin due to its erosive potential, types of soil, texture, thickness, relief and use and soil management. This way that's actions reduce the silting up of the impacts of the basin.

Keywords: silting; anthropic activities; hydrographic basin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande.	29
Figura 2 - Fluxograma de delimitação da Bacia Hidrográfica.	33
Figura 3 - Mapa da Rede de Drenagem e Microbacias.	36
Figura 4 - Mapa de Erosão.	37
Figura 5 - Mapa de Declividade.	39
Figura 6 - Mapa Litológico.	40
Figura 7 - Mapa de classificação dos Materiais Inconsolidados.	41
Figura 8 - Mapa de Espessura do Solo.	42
Figura 9 - Mapa de Textura.	44
Figura 10 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação da declividade segundo Embrapa (1979).....	38
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
ETA	Estação de Tratamento de Água
GNU	General Public Licence
OSGeo	Open Source Geospatial Foundation
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SPOT	Satellite pour l'Observation de la Terre
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
UTM	Universal Transversa de Mercator
TauDEM	Terrain Analysis Using Digital Elevation Models
MDE	Modelo Digital de Elevação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

LISTA DE SÍMBOLOS

ha	Hectare
m	Metro
%	Por cento
Km	Quilômetro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	JUSTIFICATIVA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	BREVE HISTÓRICO	16
2.2	ASSOREAMENTO DO SOLO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS	17
2.2.1	Uso e Ocupação do Solo	19
2.2.2	Suscetibilidade à erosão	20
2.3	BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS	22
2.4	MEDIDAS DE PRESERVAÇÃO DE ÁREAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS	24
3	METODOLOGIA	29
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
3.2	MÉTODOS	30
3.2.1	Qgis	30
3.2.2	Dados da bacia	30
3.2.2.1	<i>Carta geotécnica da região da bacia</i>	30
3.2.2.2	<i>Caracterização Geomorfológica</i>	31
3.2.2.3	<i>Aspectos Geológicos</i>	31
3.2.2.4	<i>Aspectos Pedológicos</i>	31
3.2.3	Dados do meio físico	31
3.2.4	Dados de Atividades Antrópicas	32
3.3	PROGRAMAS DE PREVENÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	32
3.4	DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	33
3.4.1	Tratamento do MDE	33
3.4.2	Processos do TauDEM	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	ANÁLISE DOS MAPAS	37
4.1.1	Mapa de Erosão	37

4.1.2	Mapa de Declividade	38
4.1.3	Mapa Litológico	40
4.1.4	Mapas de Materiais Inconsolidados	41
4.1.4.1	<i>Mapa de Espessura do Solo</i>	42
4.1.4.2	<i>Mapa de Textura do Solo</i>	43
4.1.5	Mapa de Uso e Ocupação do Solo	45
4.2	MEDIDAS DE PRESERVAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	46
4.2.1	Projeto em andamento	46
4.2.2	Medidas sugeridas	46
4.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	47
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

O termo bacia hidrográfica pode ser compreendido como a área de captação natural da água da precipitação, drenando essa água por ravinas, canais e tributários, para um curso d'água principal, tendo a vazão uma única saída, desaguando em um curso d'água maior, lago ou oceano (TONELLO, 2005).

A bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande é a principal fonte de abastecimento da capital do Estado do Tocantins – Palmas, ela abastece cerca de 66% da população e se localiza ao sul da cidade, que é onde está implantada a principal Estação de Tratamento de Água de Palmas (ETA-06), a ETA é operada pela concessionária Odebrecht Ambiental | Saneatins – Companhia de Saneamento do Tocantins (PROJETO... 2013).

Com o crescente aumento populacional da cidade a demanda por recursos naturais também cresceu e principalmente a necessidade por água e solo. E em consequência disso a bacia torna-se um local suscetível às ações antrópicas, ao passo que se aumenta em frequência e intensidade o desmatamento, a ocupação irregular, a erosão e o assoreamento, e outros problemas.

Segundo Dill (2002), o conhecimento do uso da terra de uma bacia hidrográfica torna-se importante na medida em que permite confrontar este uso com diversos outros fatores que medem a real capacidade de uso de suas terras. O mau uso conduz a destruição do meio ambiente, acelerando processos de erosão, contribuindo com o assoreamento de cursos d'água e conseqüentemente inundações.

O Ribeirão Taquarussu Grande nasce dentro da APA (Área de Proteção Ambiental) Serra do Lajeado, tendo seu percurso natural dentro de chácaras e fazendas, na região sul de Palmas. A ação antrópica é percebida pelo assoreamento que ocorre anualmente no período chuvoso, principalmente na época de plantio, pois o preparo do solo da maioria das propriedades é feito sem considerar práticas de conservação do solo (PALMAS, 2014).

De acordo com Pena (2016), assoreamento é o processo em que cursos d'água são afetados pelo acúmulo de sedimentos, o que resulta no excesso de material sobre o seu leito e dificulta a navegabilidade e o seu aproveitamento. Originalmente, esse é

um processo natural, mas que é intensificado pelas ações humanas, sobretudo a partir da remoção da vegetação das margens dos rios.

Neste trabalho será tratado o assoreamento, na bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, suas causas, consequências além de propor alternativas que possam contribuir para solução dos problemas gerados a bacia. As análises da bacia serão realizadas com base em uma imagem de satélite de 2014 com resolução de 5 metros.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O assoreamento dos rios na bacia do Ribeirão Taquarussu Grande pode vir a prejudicar o abastecimento de água em Palmas?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o processo de assoreamento dos rios e sua relação com o uso e ocupação do solo da Bacia do Ribeirão Taquarussu Grande utilizando geotecnologias.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Verificar qual a relação da textura do solo com o assoreamento na bacia do Ribeirão Taquarussu Grande.
- Analisar a influência das atividades antrópicas, os diferentes tipos de uso e ocupação do solo e verificar a sua relação com os casos de assoreamento dos rios.
- Identificar e indicar medidas que possam contribuir para preservação da bacia.

1.3 JUSTIFICATIVA

A implantação da cidade de Palmas e o processo de urbanização que se desenvolveu desde 1990 até os dias atuais proporcionaram interferências antrópicas no meio urbano com grandes impactos na integridade ambiental dos recursos hídricos nas principais bacias de drenagem urbanas (PALMAS, 2014).

Nesta pesquisa o tema que abordado foi o assoreamento dos rios da bacia do Ribeirão Taquarussu Grande, que hoje é a principal fonte de abastecimento da capital.

Por ser uma cidade nova e estar em crescente aumento populacional a análise da bacia é de suma importância, pois com os dados desta análise pode-se indicar medidas de prevenção e recuperação da bacia, de modo que a mesma continue abastecendo a capital sem maiores prejuízos.

A partir deste estudo, foi possível chegar a resultados que comprovaram os problemas causados pelo assoreamento dos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, e ainda possibilitou analisar quanto destes problemas eram gerados pela ação humana e quanto eram decorrentes da ação da própria natureza.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BREVE HISTÓRICO

Durante da história da humanidade, se tornaram cada vez mais diversificadas e exigentes, em quantidade e qualidade, as necessidades de uso da água. Com o desenvolvimento das diversas culturas, as sociedades foram se tornando mais complexas e a garantia de sua sobrevivência passou a exigir, mais segurança no suprimento de água e maiores aportes tecnológicos que, por sua vez, também vieram a demandar maior quantidade de água (HELLER; PÁDUA, 2010).

A água é um dos elementos fundamentais para a existência da vida humana, sendo de grande importância na quantidade suficiente e qualidade apropriada para a manutenção da saúde e do desenvolvimento econômico. Diversos fatores têm afetado os recursos hídricos no país, especialmente no que diz respeito à demanda demográfica e à consequente poluição dos corpos d'água (ECHEVERRIA, 2007).

Segundo o mesmo autor, o crescimento populacional no Brasil nos últimos tempos, aliado ao crescente processo de desenvolvimento urbano e industrial, tem gerado grandes impactos sobre os recursos naturais, principalmente sobre a água e o solo, aumentando o processo erosivo, o assoreamento e a poluição dos mananciais, afetando, dessa maneira, a qualidade e a quantidade da água destinada a populações.

De acordo com Silva (2000, p. 1):

Nos últimos tempos o meio ambiente está sujeito a alterações constantes e significativas, em grande parte devido à interação de atividades humanas com o meio físico, em especial a ocupação e o crescimento desordenado de centros urbanos. Tais atividades levam, muitas vezes, ao comprometimento e até mesmo à inviabilização de uso de recursos do meio físico. Os recursos hídricos caracterizam-se como os mais facilmente afetados pelo processo de crescimento e ocupação desordenada de áreas, seja pelo comprometimento de sua qualidade e/ou quantidade, ou seja pelo comprometimento de outras características, como mudança de cursos de drenagem ou diminuição de canais de drenagem.

Para Menezes (2010), com crescimento populacional há um aumento da demanda por recursos hídricos, o que acarreta, em muitas regiões do Brasil, problemas de escassez de água e o resultado disso é a aceleração da degradação ambiental.

2.2 ASSOREAMENTO DO SOLO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Bacia hidrográfica pode ser compreendida como uma área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus afluentes, e ainda delimitada por linhas divisoras de água que demarcam o seu contorno. Tais linhas são determinadas pela conformação das curvas de nível e ligam os pontos mais altos do terreno em torno da drenagem considerada (BOTELHO, 1999).

As principais características de uma bacia hidrográfica são a área de drenagem, o comprimento do rio principal, a declividade do rio e a declividade da própria bacia hidrográfica. Geralmente os rios possuem um trecho superior, no qual a declividade não é muito grande, e seguido por um trecho de tamanho médio e com grande declividade e em seu trecho inferior a declividade é pequena e o rio tende a ficar com suas formas mais sinuosas (BRASIL, 2006).

A bacia hidrográfica deve ser considerada como uma unidade quando se deseja a preservação dos recursos hídricos, já que as atividades desenvolvidas no seu interior têm influência sobre a quantidade e qualidade da água. Constitui-se na mais adequada unidade de planejamento para o uso e exploração dos recursos naturais, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área. Assim, o disciplinamento do uso e da ocupação dos solos da bacia hidrográfica é o meio mais eficiente de controle dos recursos hídricos que a integram (TONELLO, 2005 p. 1).

De acordo com Dill (2002), a forma inadequada com que tem acontecido a ocupação das bacias hidrográficas tem acarretado muitos desmatamentos de cabeceiras e dos divisores d'água, as lavouras e pastagens em locais inadequados, a ausência de tratos conservacionistas em várias propriedades, a urbanização em áreas declivosas e de preservação permanente, a aplicação de agrotóxicos, lixo e esgotos sem tratamento adequado, todos esses são graves problemas que tem acontecido devido à má ocupação da bacia. E como resultado temos a deterioração do meio ambiente, erosão do solo, compactação, assoreamento de rios, barragens e lagoas, inundações, perda do "habitat" natural, desperdício dos recursos florestais, poluição da água e do ar, destruição da flora e da fauna.

Segundo Estigoni (2012), a definição de assoreamento é muitas vezes equivocadamente confundida com erosão ou sedimentação, mas na verdade todos esses são processos que fazem parte do processo de assoreamento, sendo este um

termo bem mais amplo. Todos os processos correspondentes à geração, transporte e deposição de sedimento é que correspondem a definição de assoreamento.

A ocorrência de assoreamento em corpos d'água encontra-se estreitamente relacionada aos processos erosivos, pois estes fornecem os materiais que darão origem ao processo de assoreamento. Quando não há mais energia suficiente para transportar o material erodido, ele então é depositado, gerando o acúmulo permanente de sedimentos no leito dos cursos d'água (GUERRA, 1995).

O assoreamento e a erosão são processos diretamente proporcionais na dinâmica da bacia hidrográfica. O assoreamento é resultado direto da erosão, e ocorre em regiões rebaixadas como o fundo de vales, rios, mares ou lugares em que o nível de base da drenagem permita um processo deposicional (ZIMBRES, 2016).

Fulgencio, define assoreamento como:

Processo de acumulação de sedimentos e/ou detritos transportados por via hídrica, em locais onde a deposição do material é mais rápida do que a capacidade de remoção natural pelos agentes de seu transporte. É um fator importante na origem das enchentes e inundações, pois o assoreamento diminui a capacidade de escoamento das águas dos rios (FULGENCIO, 2007 p. 63).

Miranda (2011), destaca que o assoreamento dos corpos hídricos é a última etapa do processo de sedimentação, que se inicia com a produção dos sedimentos e seu consequente transporte, e é considerado um dos principais problemas originados pelos processos erosivos em uma bacia hidrográfica.

Como dito anteriormente a erosão dos solos está diretamente ligada ao processo de assoreamento, Guerra (1998, p. 187), descreve de maneira sucinta quais os principais problemas gerados pela erosão dos solos.

A erosão dos solos não causa problemas apenas nas áreas onde ocorre, podendo reduzir a fertilidade dos solos e criar ravinas e voçorocas, o que torna, às vezes, impossível sua utilização agrícola. A erosão causa, quase sempre, uma série de problemas ambientais, em nível local ou até mesmo em grandes áreas. Por exemplo, o material que é erodido de uma bacia hidrográfica pode causar o assoreamento de rios e reservatórios. Além disso, as partículas transportadas pela água, em uma área agrícola, podem estar impregnadas de defensivos agrícolas e contaminar as águas dos rios. O desmatamento e a erosão dos solos podem provocar o desaparecimento de mananciais, bem como acentuar os efeitos das inundações. Enfim, a erosão dos solos causa uma grande gama de impactos ambientais, desde a sua própria degradação, passando por problemas ambientais de uma forma geral.

2.2.1 Uso e Ocupação do Solo

O entendimento do uso da terra de uma bacia hidrográfica torna-se fundamental na medida em que possibilita confrontar este uso com inúmeros outros fatores que mensuram a real capacidade de uso de suas terras. A má utilização do solo conduz a destruição do meio ambiente, acelerando ainda mais os processos de erosão do solo, e dessa forma, contribuindo com o assoreamento de cursos d'água e conseqüentemente inundações (DILL, 2002).

O mesmo autor explica que o homem não tem usado sua real capacidade para manipular a terra com toda sabedoria e prudência necessárias. A consequência desta falha humana tem sido a degradação do meio ambiente, erosão do solo, compactação, falta de escoamento da água, ou inundações frequentes, poluição da água e do ar, perda do "habitat" natural, desperdício dos recursos florestais, e a destruição das belezas naturais. Estas são as principais consequências da falta de aptidão e de entendimento humano sobre como usar apropriadamente a terra e seus recursos.

A ampliação das áreas urbanizadas, devido à construção de áreas impermeabilizadas, repercute na capacidade de infiltração das águas no solo, favorecendo o escoamento superficial, a concentração das enxurradas e a ocorrência de ondas de cheia. A urbanização afeta o funcionamento do ciclo hidrológico, pois interfere no rearranjo dos armazenamentos e na trajetória das águas. Introduzindo novas maneiras para a transferência das águas, na área urbanizada e em torno das cidades, provoca alterações na estocagem hídrica nas áreas circunvizinhas e ocasiona possíveis efeitos adversos e imprevistos, no tocante ao uso do solo (GUERRA, 1998, p. 424).

Segundo Menezes (2010), as variações nos padrões de uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica podem originar uma série de consequências no ciclo hidrológico da bacia, e dentro deste ciclo, uma das fases que é mais afetada por essas alterações é o escoamento superficial. E o aumento do escoamento superficial, acarreta uma maior ocorrência de processos erosivos, transporte de sedimentos, nutrientes e poluentes para os córregos, rios e reservatórios.

Souza (2006), explica que, as diferentes maneiras de usos da terra em bacias hidrográficas podem provocar processos de degradação dos solos, especialmente quando somados com o tipo de rocha predominante, com o tipo de solo, grau de declividade e fatores climáticos, como a chuva que, conforme a quantidade e

intensidade, podem ocasionar a erosão e conseqüentemente o assoreamento dos mananciais.

Zanata et al., destaca alguns dos principais problemas ambientais causados pela interferência antrópica:

As ocupações inadequadas, desmatamentos, erosões, escorregamentos, assoreamento de corpos hídricos, frutos do aumento da população e da industrialização crescente, são alguns dos principais problemas ambientais que ocorrem atualmente devido aos impactos da interferência antrópica (ZANATA et al., 2012, p. 1265).

Para Minella e Merten (2011), o desenvolvimento agrícola e urbano e a conseqüente ocupação das bacias hidrográficas, com a mudança do uso do solo, ocasionam grande impacto ambiental e socioeconômico à humanidade, que é a erosão e a existência de sedimentos nos rios. A geração de sedimentos é função dos processos erosivos que acontecem nessa bacia, ou seja, das taxas de desagregação do solo por ação da precipitação e do escoamento laminar.

Com o crescimento populacional vertiginoso, assim como a necessidade de produzir alimentos e matérias primas para o consumo dessa população, os recursos naturais foram explorados sem a menor preocupação de preservá-los, as florestas, principalmente as que se encontram nas margens dos cursos hídricos, denominadas de mata ciliares podem ser consideradas um dos recursos mais ameaçado e sujeito a degradação (ZANATA et al., 2012).

2.2.2 Suscetibilidade à erosão

A erosão dos solos é há a muito tempo um dos maiores problemas socioambientais da humanidade. A cada ano perdem-se cerca de 24 bilhões de toneladas de terras aráveis em todo o mundo. Essas perdas causadas pela erosão representam significativas perdas de fertilidade dos solos, diminuindo assim a capacidade de produção de alimentos, bem como impactos negativos sobre os cursos d'água, pela enorme quantidade de sedimentos ocasionados pela erosão, provocando o assoreamento do leito dos rios (RIO DE JANEIRO, 1996).

De acordo com Bonna (2011), a maior ou menor suscetibilidade de uma área à erosão depende de uma série de fatores, dentre eles destacam-se:

a. Clima

Relacionado especialmente a distribuição, quantidade e intensidade das chuvas. Quanto mais intensas forem as chuvas, menos tempo terá o solo para que a água infiltre, conseqüentemente, formam-se enxurradas que intensificam o processo de erosão laminar e com o passar do tempo, podem originar sulcos, evoluir para ravinas e até voçorocas.

A quantidade total de chuva distribuída também é de fundamental importância, pois mesmo que uma chuva não seja intensa, se ela durar um período de tempo muito longo, pode tornar o solo saturado e provocar processos erosivos e movimentos de massa, como colapsos e escorregamentos (BONNA 2011, p.19).

b. Cobertura vegetal

A cobertura vegetal tem relação direta com a infiltração de água no solo. E à vista disso, tem como principal função proteger o solo dos efeitos da chuva, uma vez que, o solo sem cobertura vegetal ou com cobertura insuficiente, estará sujeito à erosão. Por esse motivo a cobertura vegetal tem tanta importância para a prevenção do processo de erosão, porque quando as gotas de chuva se deparam com essa barreira, elas perdem velocidade e demoram mais para infiltrar no solo, diminuindo o escoamento superficial da água.

c. Características topográficas

Uma das principais características topográficas que influenciam na suscetibilidade do solo à erosão é a declividade. A declividade é quem determina a inclinação do terreno, e exerce influência direta na velocidade de escoamento das águas das chuvas, e conseqüentemente, no maior ou menor grau de transporte de partículas de solo.

d. Manejo do solo

A maneira como o solo é manejado também é um dos fatores condicionantes de uma maior ou menor propensão à erosão do solo, uma vez que a desagregação e o transporte das partículas de solo podem mudar de acordo com o sistema de cultivo utilizado no solo.

e. Natureza do solo

A natureza do solo está diretamente relacionada às características pedológicas, pois dependendo das características físicas e propriedades decorrentes, pode-se afirmar que alguns solos são mais suscetíveis aos processos erosivos. As características pedológicas mais importantes para os estudos erosivos são aquelas relacionadas à capacidade de infiltração, capacidade de resistir ao destacamento e arraste de partículas pelo escoamento. Assim, as principais características do solo que afetam a suscetibilidade erosiva, são: a textura, estrutura, permeabilidade e a profundidade.

2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS

Por muito tempo pensou-se na água como um recurso inesgotável. Possivelmente por este motivo não se tenha dado a devida importância que o assunto requer. Atualmente, no entanto, o uso intensivo da água em diversas atividades faz com que sua escassez seja motivo de grande preocupação para a humanidade. (IANNARELLA, 2011, p. 18).

Segundo Mesquita (2013), a água é recurso indispensável à sobrevivência não só a vida humana, mas também à todas as formas de vida e processos abióticos. O homem depende da água para sobreviver, a qual, dentre outras finalidades, é insumo básico à produção de alimentos. Sem a água é impossível ofertar alimentos necessários para se garantir a energia vital. A água está presente em diversos contextos. A água é quem serve à sociedade e não nós que à servimos, e isso é suficiente para demonstrar a importância da adoção de medidas que tenham como objetivo a preservação desse recurso natural. A pouca consideração que é dada para a água, em face de sua grande importância nada menos que essencial, vem, ao longo do tempo, alcançando proporções que apontam para o comprometimento da própria vida.

O crescimento populacional fez com que aumentasse a pressão da sociedade por novas áreas para moradia, em especial aquelas nas proximidades dos centros urbanos. Isso levou a uma super exploração do ambiente urbano, resultando em danos ao ambiente, como a retirada indiscriminada da cobertura vegetal, poluição da água e do solo por esgotos domésticos e resíduos sólidos, processos erosivos, etc. (DIAS, 2011, p. 7).

Ao passo que a cidade aumenta e a necessidade por espaços cresce, as populações mais pobres, têm que lutar cada vez mais para obter um lugar nas áreas urbanas. Isso faz com que várias comunidades se formem por meio de invasões de lotes em áreas periféricas, proibidas ou inapropriados para ocupação, sem o planejamento adequado dos espaços e da infraestrutura urbana. Em consequência disso, o ambiente urbano e em especial os recursos naturais das cidades foram muito impactados (DIAS, 2011).

De acordo com Fellipe e Magalhães (2009), a ocupação urbana origina inúmeras modificações espaciais e ambientais e, conseqüentemente, na dinâmica dos recursos hídricos. Assim, entender como o meio é transformado, interpretando os processos que provocam os impactos, é primordial para a gestão atual e futura dos referidos, recursos ambientais. As nascentes são elementos de fundamental importância na dinâmica hidrológica.

A visão de Dias, sobre a cidade, o crescimento populacional, urbanização e os prejuízos que ele pode trazer:

A cidade é um lugar onde as pessoas podem ter acesso às diversas vantagens que a sociedade moderna oferece, tais como: serviços, produtos, segurança, educação, entretenimento, e infraestrutura, além de oportunidades de trabalho. Isso tudo faz das cidades pólos de atração e concentração de pessoas, que ao se moverem para elas aumentam a demanda por espaços. Quando o processo de crescimento ocorre de maneira inadequada, sem o acompanhamento e planejamento necessários, este fica sujeito a problemas que podem vir a comprometer a qualidade de vida e todos os benefícios que a cidade pode oferecer a seus habitantes, além de causar impactos negativos ao ambiente. A urbanização traz consigo mudanças nos cenários que são necessárias e até certo ponto inevitáveis para proporcionar qualidade de vida às pessoas (DIAS, 2011, p. 23).

De acordo com o mesmo autor, a água é um recurso fundamental a vida e indispensável nas atividades humanas. Contudo, a utilização cada vez maior dos recursos hídricos, por conta do acréscimo da demanda para atividades como agricultura e indústria, tem sido objeto de conflitos e tem levado muita preocupação aos governos e especialistas.

Dias, ao referir-se ao crescimento das cidades, destaca que:

O crescimento desordenado das cidades penaliza seriamente o meio ambiente, em especial os recursos hídricos. Isso ocorre devido a uma série de fatores como o aterramento de nascentes, ocupação de áreas de proteção

de mananciais, e disposição de esgotos domésticos e industriais sem tratamento algum (DIAS, 2011, p. 25).

Para os autores Jesus e Santos (2015), além dos danos causados ao ciclo hidrológico e mudanças nos padrões de disponibilidade hídrica de uma bacia, a urbanização também caracteriza riscos a qualidade das águas, por meio da poluição gerada por esgotos domésticos, industriais e demais serviços desenvolvidos nas cidades, que atingem diretamente toda a sociedade, de maneira mais direta.

O crescimento urbano modifica a cobertura vegetal ocasionando vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a impermeabilização dos solos por meio dos telhados, calçadas, ruas e pátios, a água que antes infiltrava, passa a escoar, gerando ainda mais escoamento superficial. Antes o volume escoava lentamente pelo solo e ficava retido pelas plantas, com o advento da urbanização a água passa a escoar pelo canal, demandando maior capacidade de escoamento das seções. Devido à impermeabilização do solo e à construção de condutos pluviais, as enchentes aumentam tanto em frequência como em magnitude (TUCCI, 2005).

De acordo com Aprígio (2012), a relação entre a chuva e a vazão é grandemente influenciada pelo grau de urbanização. O crescimento da urbanização aumenta a impermeabilização dos solos, que por sua vez tende a fazer com que o volume de escoamento superficial cresça e além disso causa o aumento das velocidades para a água de drenagem, e conseqüentemente gera nas bacias hidrográficas urbanas uma diminuição do tempo de concentração. As águas pluviais que antes infiltravam no solo, agora escoam mais rapidamente pelos pavimentos impermeáveis e deste modo conseguem atingir os canais em menor tempo. Mas isso acarreta em grandes cheias, causando enchentes e inundações. Contudo não são apenas estes os problemas causados pelo crescimento populacional, uma vez que este tem grande influência sobre a qualidade dos recursos hídricos. E afetando a qualidade da água, gera diretamente impactos a saúde pública.

2.4 MEDIDAS DE PRESERVAÇÃO DE ÁREAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

O desenvolvimento urbano ganhou força na segunda metade do século XX com a concentração da população em um pequeno espaço, ocasionando intensa competição pelos recursos naturais, como água e solo, e com isso provocam a destruição de grande parte da biodiversidade natural. A interação entre o meio

ambiente e a população gera um conjunto de efeitos interligados, e sem o devido controle podem levar uma cidade ao verdadeiro caos (TUCCI, 2008).

Ainda de acordo com o mesmo autor, a ideia de desenvolvimento urbano sustentável objetiva melhorar a qualidade de vida da população, bem como o controle e conservação do meio ambiente. E é também de fundamental importância a harmonia entre o homem e a natureza, à medida que a qualidade de vida da população só é possível com um ambiente conservado.

Para Minella e Merten (2011), a inteira compreensão dos efeitos que o uso do solo pode causar a uma bacia hidrográfica, é uma das mais importantes estratégias para elaboração de práticas que venham a conservá-la, visto que os agricultores, pela grande influência que tem sobre o uso do solo, definem a organização temporal e espacial de sua propriedade.

Para o uso de forma sustentável dos recursos naturais, como água, solo e vegetação é preciso que o desenvolvimento urbano aconteça sem afetar a capacidade produtiva desses recursos. A sua má utilização prejudica a produtividade da agricultura, o que ocasiona a diminuição do sustento das populações, aumenta o processo de desertificação, os recursos hídricos tornam-se mais fragilizados e crescem a pobreza e o número de pessoas que mudam para as grandes cidades em busca de melhorias de vida. Para que as cidades não sofram com esse crescimento populacional é necessário que sejam adotadas políticas públicas adequadas para geração de novos empregos e que a renda aconteça simultaneamente com outras medidas que assegurem a devida racionalidade dos usos da água assim como dos recursos naturais (CIRILO, 2008).

Segundo Tucci (2008), os principais problemas relacionados com a urbanização e a infraestrutura, são: A imensa concentração populacional em pequenas áreas, com carência no sistema de transporte, ausência de abastecimento e saneamento, ar e água poluída e inundações. Essas condições ambientais inapropriadas reduzem as condições de saúde e a qualidade de vida da população. O crescimento da periferia das cidades de forma descontrolada pela migração rural em busca de emprego e melhoria de vida. Esses bairros normalmente estão carentes de segurança, de infraestrutura como, água, esgoto, drenagem, transporte e coleta de

resíduos sólidos. O planejamento urbano é realizado nas cidades para as populações de renda média e alta, e para as áreas públicas e ilegais, existe apenas a invasão e a ocupação geralmente acontecem em áreas de risco como de escorregamentos e inundações.

O primeiro passo para a solução dos problemas socioambientais causados pelo manejo inadequado dos recursos hídricos é a criação de metodologias eficientes de gestão. Sendo que prioritariamente a utilização da água deve atender as necessidades básicas da população e a preservação do meio ambiente. E para uma boa gestão, é necessário a utilização de técnicas de monitoramento da qualidade ambiental, por meio de estudos de qualidade da água, análise de fauna e flora, análise de imagens de satélite, assim como o contato direto com a população para compreender suas necessidades quanto à água e participação de todos os envolvidos no processo de gestão (LIMA, 2013).

Dessa maneira, para que a sustentabilidade ocorra, é essencial que a base dos recursos naturais e do meio ambiente seja utilizada de forma que a produtividade da terra possa pelo menos se manter e preferencialmente crescer com o passar do tempo. Sendo assim, as diversas formas de uso de terra e de água devem respeitar ao princípio de que a utilização desses recursos não deve ultrapassar sua capacidade de renovação (CIRILO, 2008).

Novo (1992), destaca que o sensoriamento remoto e os SIG's (Sistema de Informação Geográfica) são eficientes ferramentas para gestão territorial, principalmente no que diz respeito à caracterização das paisagens e na análise de escalas, padrões e processos relacionados com os fenômenos ambientais. Os recursos para processamento da informação têm se desenvolvido rapidamente, ficando cada vez mais acessíveis e baratos, tendo mesmo um grande número de "*softwares*", imagens de satélite e bases cartográficas digitais, que são distribuídos livremente.

O Sensoriamento Remoto pode ser compreendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que fazem parte da superfície terrestre sem a que haja contato direto de qualquer espécie entre o objeto e o sensor. Tais atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e

extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos (MORAES, 2008).

O SIG pode ser entendido como um conjunto de ferramentas computacionais, usados para o conhecimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico, e ainda permite fazer análises complexas, ao integrar uma grande quantidade de dados de diversas fontes, além de criar banco de dados georreferenciados. E em um país de grandes dimensões como o Brasil, com uma enorme carência de informações apropriadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o SIG mostra-se como uma saída estratégica para a coleta de informações de grande potencial. Além disso, o SIG propicia aos planejadores e administradores em geral, subsídios para a tomada de decisões. A escolha por esta tecnologia busca melhorar a eficiência operacional e permitir uma melhor administração das informações estratégicas, tanto para minimizar os custos operacionais bem como para acelerar o processo decisório (SANTOS JUNIOR, 2012).

Para Isaias (2008), o monitoramento e a aquisição de dados contínuos permitem um controle sobre o comportamento das bacias hidrográficas e viabiliza o estabelecimento de instrumentos, como índices e indicadores, de medição da efetividade da gestão dessas áreas. Através do conjunto de dados adquiridos com o monitoramento de determinada região necessita de ajustes frequentes, e por esse motivo os SIG's e os produtos de Sensoriamento Remoto são indispensáveis ferramentas nas análises e no auxílio do armazenamento, utilização e atualização de dados espaciais.

O uso da ferramenta SIG contribui para a construção do desenvolvimento sustentável, pois:

- Facilita e agiliza o gerenciamento preciso das informações, auxiliando a tomada de decisões;
- Permite a elaboração de prognósticos mais eficientes, facilitando a análise de impactos ambientais;
- Favorece a gestão territorial democrática e participativa, por meio da disponibilização de informações à sociedade; e

- Se adapta ao planejamento interdisciplinar, ao passo que profissionais de diversas áreas podem trabalhar ao mesmo tempo sobre uma mesma base de dados, trocando as informações assim que elas vão sendo geradas.

A utilização de técnicas de geoprocessamento, em que se incluem o sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica (SIG), constitui-se numa ferramenta de grande potencial para integração e análise de diferentes componentes de um sistema ambiental, permitindo a elaboração de zoneamentos e propostas de manejos específicos, com base no cruzamento de diferentes planos de informação espacial. A associação da tecnologia SIG com modelos matemáticos de estimativa de perdas de solo por erosão vem sendo aplicada com eficiência no planejamento agroambiental de microbacias hidrográficas, principalmente no diagnóstico do risco de erosão (CASTRO e VALÉRIO-FILHO, 1994; MORAES et al., 2000 apud ISAIAS, 2008).

A utilização das imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) tem sido cada vez mais presente em estudos geológicos, hidrológicos, geomorfológicos, dentre vários outros, especialmente para as análises quantitativas e qualitativas do relevo e seus agentes modificadores, principalmente na elaboração de mapas hipsométricos (CARVALHO; LATRUBESSE, 2004).

As imagens adquiridas pelos satélites de observação da Terra SPOT (*Satellite pour l'Observation de la Terre*), são uma fonte de informação fundamental para uma diversidade de aplicações desde o planejamento Urbano e Regional, Ambiente, Agricultura, Floresta, Cartografia de Base e Temática, Geologia, Militares, e outras áreas que necessitem de Informação Geográfica atualizada sobre a superfície da Terra (EVOLUÇÃO... 2002).

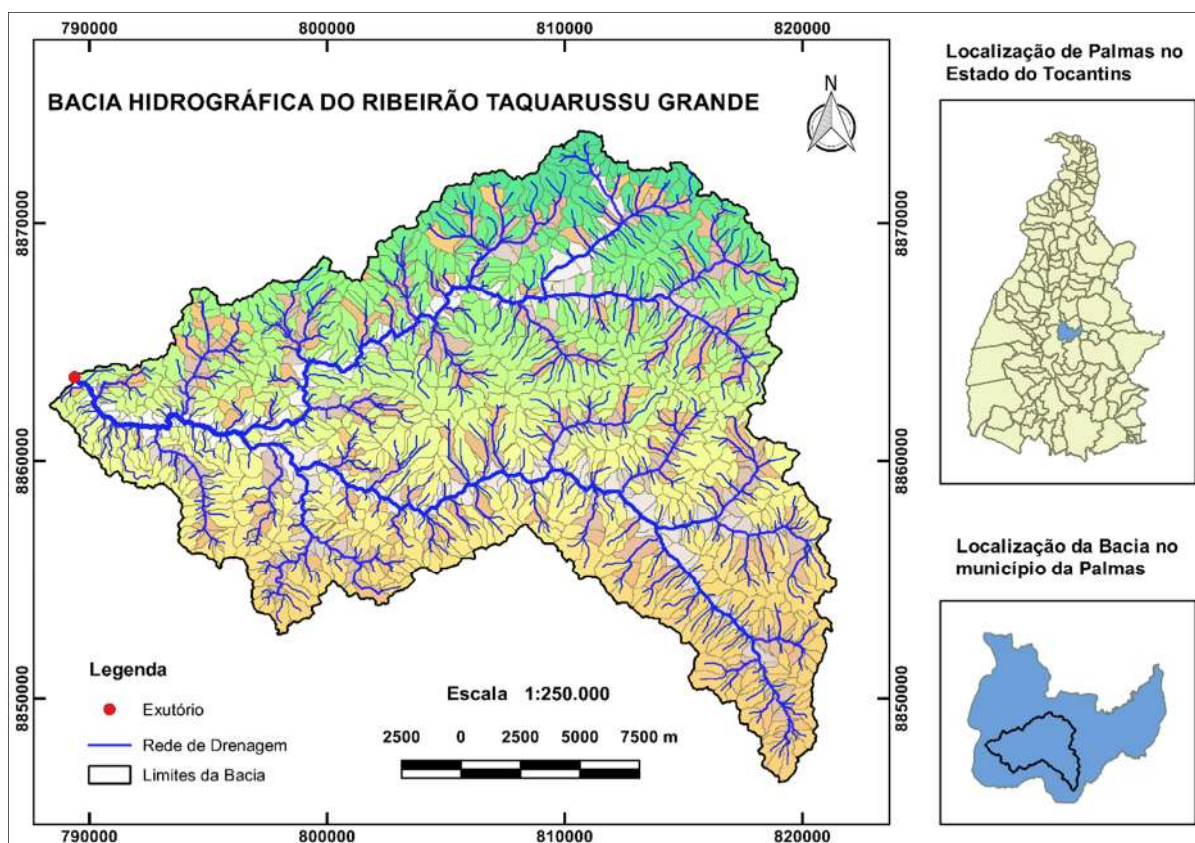
3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Ribeirão Taquarussu Grande, está localizada na capital do estado do Tocantins, Palmas, com população para o ano de 2015 estimada em 272.726 habitantes (IBGE, 2015). A bacia se encontra entre os paralelos 10° 10' 10" e 10° 25' 18" de Latitude Sul e os meridianos 48° 03' 57" e 48° 23' 03" de Longitude Oeste de Greenwich, estendendo-se por cerca de 36 Km no sentido Leste-Oeste (FIGHERA, 2005).

A bacia em estudo possui uma área total de 46.307,31 ha, e 73,67% dessa área está inserida na Área Proteção Ambiental - APA Serra do Lajeado, Zona de Amortecimento do Parque Estadual do Lajeado (SANEATINS, 2007).

Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande.



Fonte: O autor.

3.2 MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho para a realização do estudo da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, foi adotada a proposta metodológica de COLLARES *apud* SILVA (2000), com algumas adequações, esta metodologia tem como objetivo avaliar e determinar as transformações ocorridas em bacias hidrográficas, através de dados do meio físico, da caracterização da bacia e ainda dados de atividades antrópicas.

E para a análise dos dados, foi utilizado o QGIS, *software* onde foram manipulados e processados os dados da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande.

3.2.1 Qgis

Anteriormente conhecido como "Quantum GIS". O QGIS é um *Software* Livre licenciado sob a "GNU *General Public License*". Este SIG é um projeto oficial da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo). O QGIS é uma multiplataforma que suporta vários formatos vetoriais, raster, de banco de dados e outras funcionalidades. Nele pode-se visualizar, gerenciar, editar, analisar os dados e compor mapas impressos, obter uma primeira impressão com algumas *screenshots* e uma lista de recursos mais detalhada (QGIS BRASIL, 2016).

3.2.2 Dados da bacia

Os dados referentes ao uso e ocupação da bacia foram obtidos, predominantemente, por meio da interpretação imagens de satélite SPOT do ano de 2014, com resolução de 5 metros. Essa etapa possibilitou o levantamento e o processamento de informações referentes a caracterização do uso da bacia.

3.2.2.1 *Carta geotécnica da região da bacia*

Foram analisadas as informações sobre os tipos de solos e a susceptibilidade ao processo erosivo (mapa de materiais inconsolidados).

3.2.2.2 Caracterização Geomorfológica

Realizou-se o estudo quanto a forma do relevo e sua declividade sendo estes essenciais para a caracterização geomorfológica, para isso foi realizada análise morfométrica da bacia.

- Análise morfométrica

Foi elaborado o modelo digital de terreno da região de Palmas, utilizando as imagens de radar SRTM de 30 metros, para que possamos obter o mapa de declividade com a legenda de classificação, assim teremos melhor visualização do relevo e conseqüentemente os aspectos morfométricos da bacia.

3.2.2.3 Aspectos Geológicos

Quanto aos aspectos geológicos da Bacia do Ribeirão Taquarussu foi realizada a classificação geológica segundo o seu domínio. Esta classificação está diretamente relacionada com aspectos topográficos do terreno.

3.2.2.4 Aspectos Pedológicos

O estudo dos solos na bacia do ribeirão Taquarussu Grande teve como objetivo principal a determinação de áreas críticas em termos de potencial erosivo e de produção de sedimentos, de acordo com as características intrínsecas (material de origem, textura, estrutura, permeabilidade e profundidade efetiva) e extrínsecas (relevo, posição topográfica, declividade e comprimento do pendente) dos grandes grupos de solos dominantes.

3.2.3 Dados do meio físico

Para o desenvolvimento dessa etapa buscou-se informações sobre o meio físico existentes da área, tais como: mapas, relatórios, teses e demais trabalhos realizados na região. A partir dos dados encontrados foram elaborados documentos cartográficos compilados, tais como: mapa de declividade, mapa de materiais inconsolidados, mapa de substrato rochoso e mapa de uso e ocupação do solo.

- Aspectos físicos e ambientais da Bacia do Ribeirão Taquarussu.

Nesta etapa foram caracterizados os aspectos físicos da bacia, tais como unidades de relevo e cobertura vegetal, etc.

3.2.4 Dados de Atividades Antrópicas

Os dados referentes as atividades antrópicas, foram obtidos principalmente, a partir, da análise de imagens de satélite e em conjunto, utilizou-se o processo de fotointerpretação para obter mais dados sobre, textura, forma e tamanho, tonalidade e cor, padrão e sombras da imagem. Essas informações foram usadas para elaboração do mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande e para a realização da avaliação temporal das características de ocupação do terreno. Foram analisadas e interpretadas as imagens do satélite SPOT com resolução de 5 m dos anos de 2011 e de 2014.

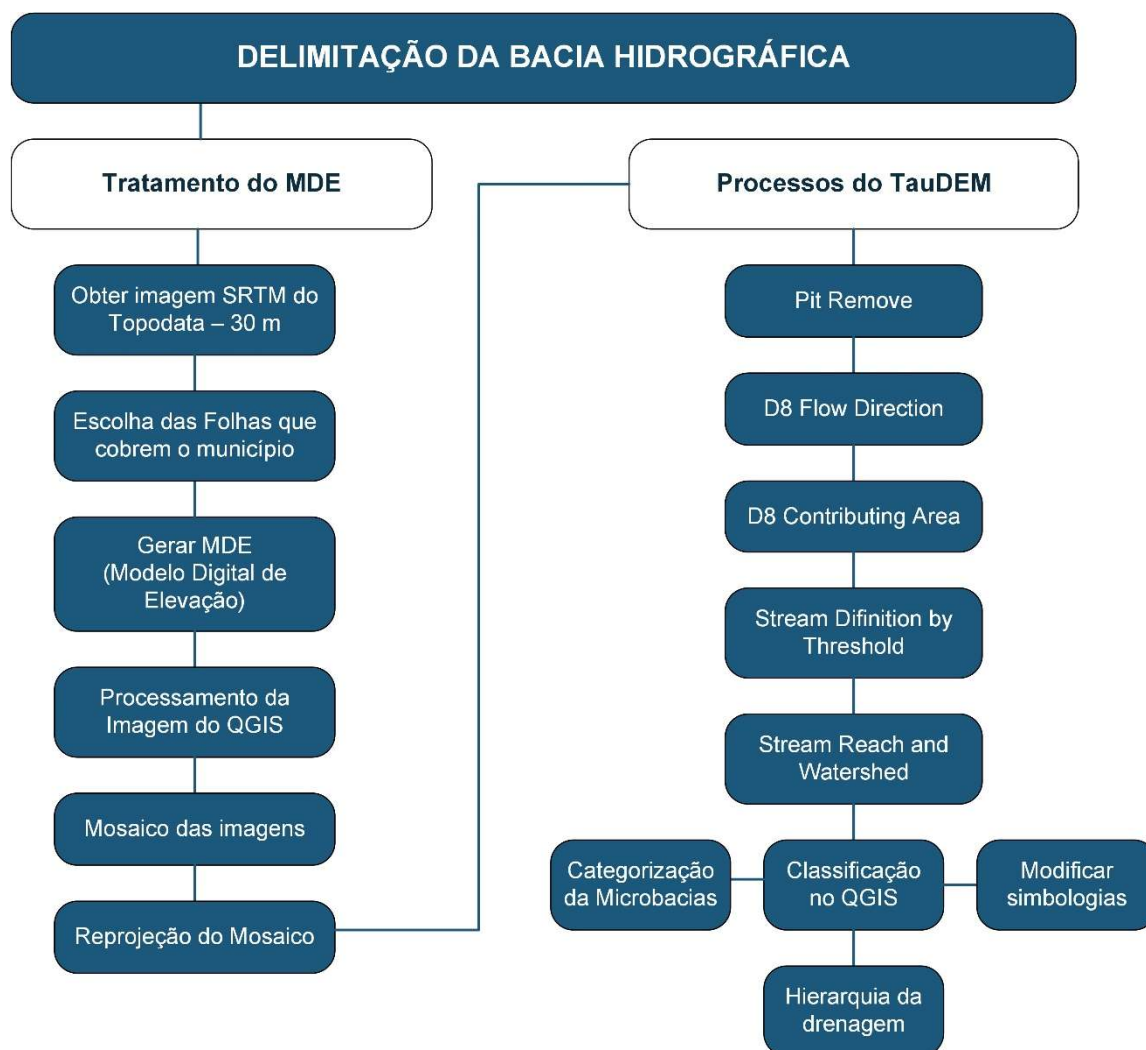
3.3 PROGRAMAS DE PREVENÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Levantou-se os programas de preservação ambiental e as medidas de prevenção da área da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande.

3.4 DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Para a delimitação da bacia do Ribeirão Taquarussu Grande foram seguidos vários passos, como pode ser observado por meio do fluxograma abaixo.

Figura 2 - Fluxograma de delimitação da Bacia Hidrográfica.



Fonte: O autor.

3.4.1 Tratamento do MDE

Para delimitação da bacia hidrográfica o primeiro passo foi gerar o MDE (Modelo Digital de Elevação), derivado da imagem SRTM com resolução espacial de 30 metros, obtida no site Topodata (www.dsr.inpe.br/topodata), as imagens do site foram processadas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Para gerar o MDE, foi verificado quais as cenas que cobriam o município de Palmas, local onde se encontra a bacia em estudo. Para criar o MDE de Palmas foram necessárias 4 (quatro) cenas do topodata, que foram as seguintes: 09S48, 09S495, 10S48 e 10S495. As cenas obtidas foram processadas utilizando o *software* QGIS versão 2.8.3, inicialmente foi gerado o mosaico das imagens, resultando em apenas uma imagem com a combinação das quatro cenas que cobrem a cidade de Palmas. Na sequência foi realizada a reprojeção do mosaico, passando do sistema de coordenadas geográficas para o sistema de coordenadas planas, reprojeção UTM.

Feito isso, o passo seguinte foi delimitar a bacia hidrográfica no QGIS com o apoio do Provedor, TauDEM. O TauDEM (*Terrain Analysis Using Digital Elevation Models*) é um conjunto de ferramentas para construção de análises hidrológicas com base nos Modelos Digitais de Elevação (MDEs).

3.4.2 Processos do TauDEM

Delimitação da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu com a utilização do provedor TauDEM.

1º Passo: foi feito a correção do recorte MDE do Topodata, que é a remoção das depressões que poderiam comprometer a continuidade do fluxo da água, para isso foi utilizado o algoritmo “*Pit Remove*”.

2º Passo: Mapear o escoamento da água através do método D8, que faz uma estimativa para cada pixel da imagem oito direções possíveis para o fluxo hídrico. Este passo foi realizado com o algoritmo “*D8 Flow Directions*” que cria dois arquivos raster, sendo eles a direção do fluxo e a declividade.

3º Passo: delimitar a área de contribuição correspondente aos limites da bacia hidrográfica, sendo determinado pelo ponto de escoamento. Para tanto foi utilizado o algoritmo “*D8 Contributing Area*”, sendo executado em três etapas: a primeira foi criar o mapa raster da área de contribuição, após a criação foi preciso apontar o ponto de exutório da bacia e marcar o ponto. Por fim, foi novamente criado o raster “*D8 Contributing Area*” indicando o ponto de escoamento.

4º Passo: Geração do raster contendo a rede de drenagem da bacia, para realizar esta etapa foi utilizado o algoritmo “*Stream Definition by Threshold*”, que gera

um raster contendo a rede de drenagem, com esse raster, tornou-se bem mais fácil identificar as nascentes.

5º Passo: criação um novo arquivo *shapefile* (ponto, linha ou polígono) para definir o ponto de exutório da bacia mapeada.

6º Passo: neste último passo, foi utilizado o algoritmo “*Stream Reach and Watershed*” onde foram definidos os parâmetros para a geração das microbacias e da rede drenagem.

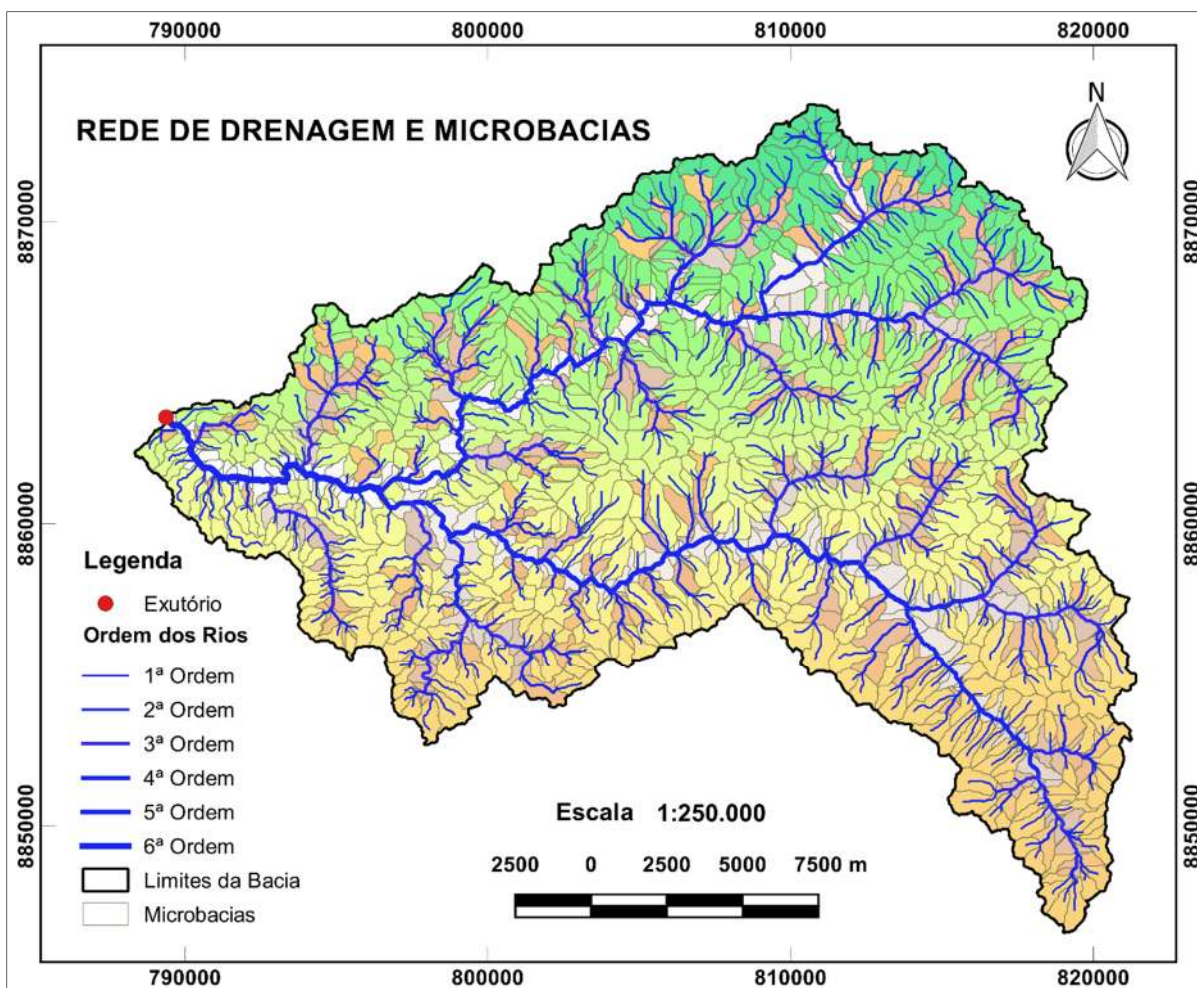
Depois de pronto, o raster gerado pelo provedor TauDEM passou por uma classificação no próprio QGIS, para a melhor visualização das características da bacia do Ribeirão Taquarussu Grande.

A primeira etapa foi modificar as opções de simbologia para visualizar a classificação hierárquica da drenagem, também foi necessário modificar as cores da distribuição das microbacias, que antes se encontravam em escala de cinza e foi modificada para o tema *Topografy*, que fornece uma visualização mais agradável às microbacias.

O próximo passo foi fazer a vetorização das microbacias, o TauDEM não possui um algoritmo próprio para transformação das microbacias em *shapefile*, portanto, foi utilizado o módulo padrão do QGIS para transformação de raster para vetor. Feito isso, a conversão das microbacias de raster para polígono foi concluída, e assim foi possível calcular a área geográfica. O *shapefile* da rede de drenagem foi organizado de acordo com as cores e espessuras, sendo que os rios que desaguam no exutório possuem maior espessura com relação aos outros.

A rede de drenagem, as microbacias e os limites da bacia hidrográficas são as camadas mais importantes para o mapeamento das bacias hidrográficas. Na figura 3 está o resultado final da delimitação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, com a rede de drenagem e as microbacias.

Figura 3 - Mapa da Rede de Drenagem e Microbacias.



Fonte: O autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

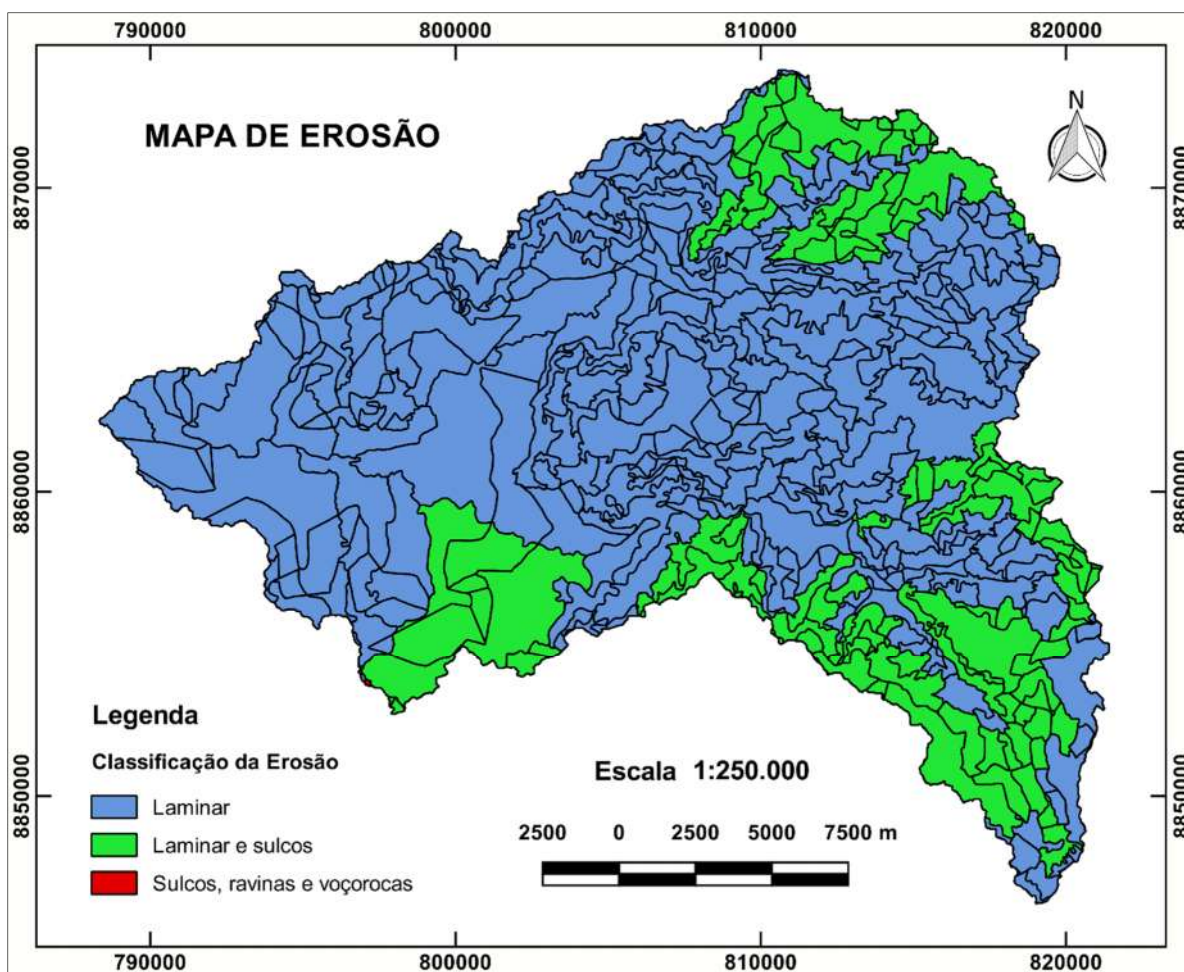
4.1 ANÁLISE DOS MAPAS

A partir da delimitação da bacia hidrográfica, dos dados do meio físico, das atividades antrópicas e do uso e ocupação do solo, foi possível gerar alguns mapas que auxiliaram na análise do processo de assoreamento da bacia.

4.1.1 Mapa de Erosão

Os tipos de erosões encontrados na bacia do Ribeirão Taquarussu Grande, foram predominantemente erosão Laminar e Sulcos, e uma pequena parcela de Sulcos, ravinas e voçorocas, como pode ser observado na figura abaixo.

Figura 4 - Mapa de Erosão.



Fonte: O autor.

A partir do mapa gerado no *software* Qgis, podemos verificar a predominância de erosão laminar e sulcos. A erosão laminar é um tipo de erosão que se caracteriza pelo escoamento difuso da água, ocorre quando o escoamento da água lava a superfície do terreno de forma praticamente uniforme, fazendo o transporte das partículas sólidas em suspensão, ou seja, retira sua cobertura superficial, desgastando-o, mas sem a formação de canais preferenciais.

A erosão em sulcos é caracterizada a partir da concentração do escoamento superficial nas depressões da superfície do terreno, levando a formação de canais ou ravinas. Deste modo aumenta-se a degradação dos solos pela erosão hídrica e reduz a capacidade de drenagem e agrava as situações de inundações, que tem como principal consequência o assoreamento dos rios e, por conseguinte da bacia hidrográfica.

4.1.2 Mapa de Declividade

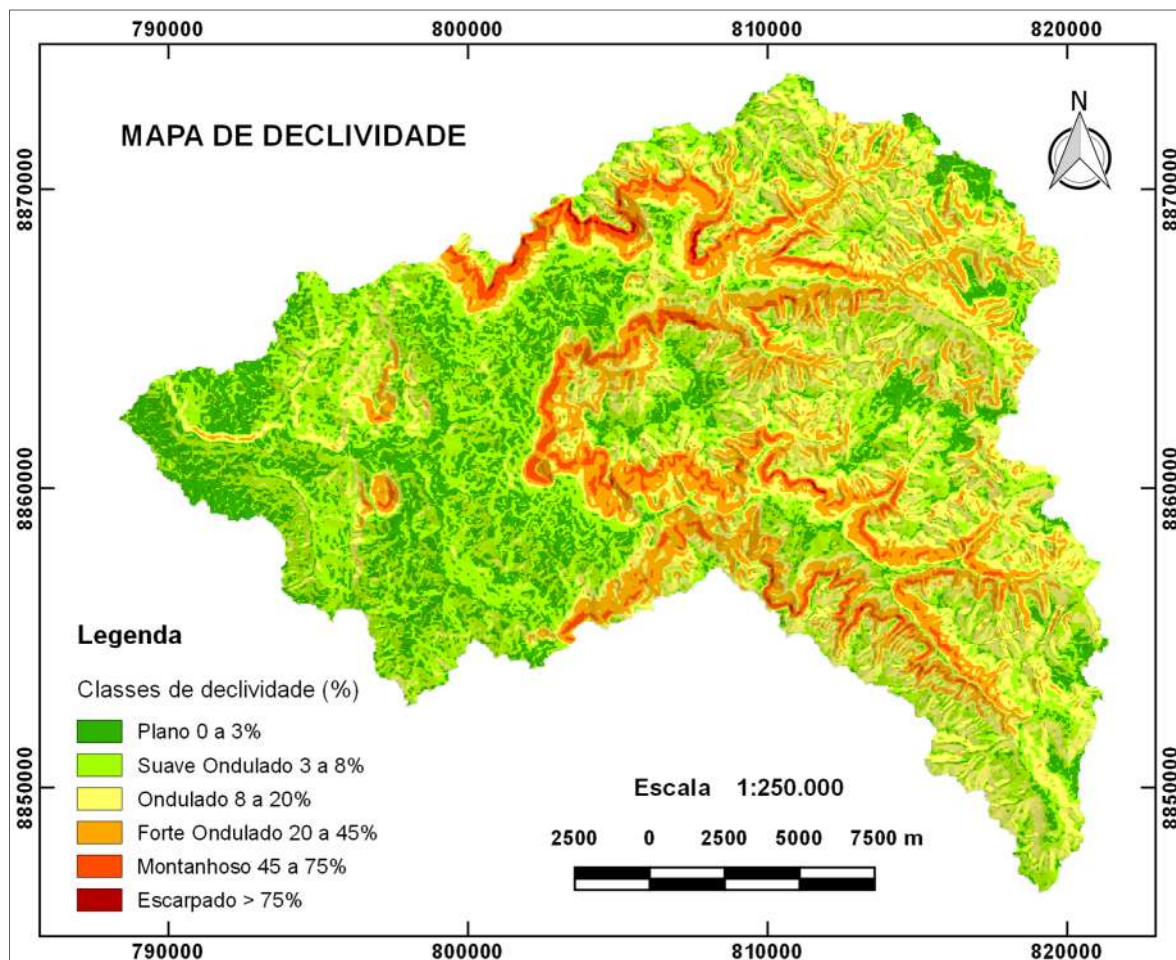
A declividade é uma das características topográficas de maior relevância para o processo erosivo, sobretudo por estar diretamente relacionada ao maior ou menor grau de infiltração das águas das chuvas. Nos locais onde a declividade é baixa, ou seja, relevo plano, não há o deslocamento nem o transporte das partículas de solo, assim o nível de declividade do terreno exerce influência direta sobre a perda de solo causada pela erosão, pois quanto maior for a inclinação do terreno maior será a velocidade do escoamento superficial.

O mapa de declividade foi gerado a partir dos dados SRTM e para facilitar a compreensão do relevo da região, foi adotado o sistema de classificação feito pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias), conforme tabela abaixo.

Tabela 1 – Classificação da declividade segundo Embrapa (1979).

Declividade (%)	Discriminação
0 - 3	Relevo plano
3 - 8	Relevo suave ondulado
8 - 20	Relevo ondulado
20 - 45	Relevo forte ondulado
45 - 75	Relevo montanhoso
> 75	Relevo escarpado

Figura 5 - Mapa de Declividade.



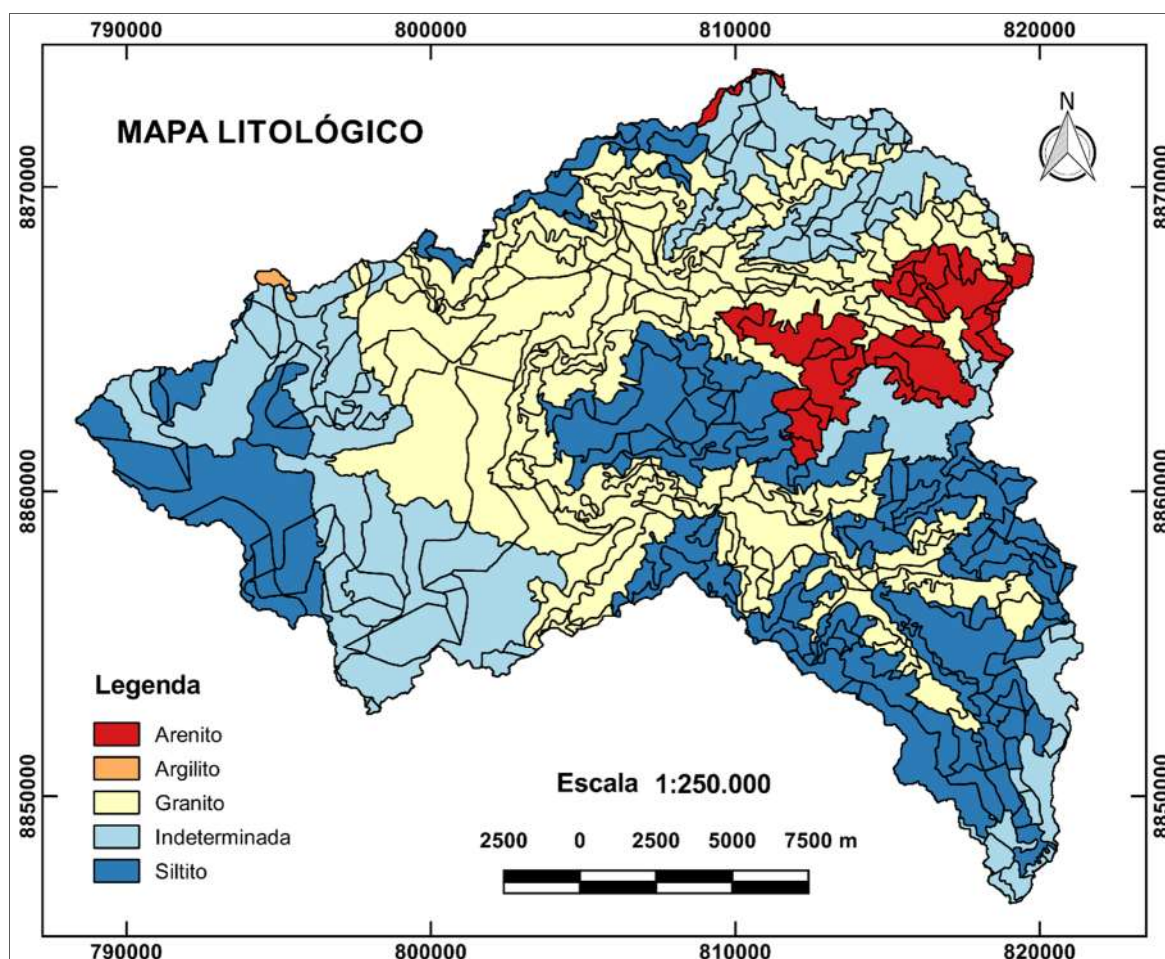
Fonte: O autor.

A partir deste mapa podemos então verificar a predominância das três primeiras classes de declividade, onde o relevo plano de 0 a 3% se encontra principalmente nas áreas urbanizadas e nas áreas onde há atividades agropecuárias, e se caracteriza por pelo escoamento superficial lento, o relevo suave a ondulado de 3 a 8% está bem distribuído dentro da bacia, e se configura pelo escoamento superficial lento ou médio, já o relevo ondulado de 8 a 20% se encontra basicamente ao leste da bacia, onde predomina o escoamento superficial médio ou rápido, que é um dos fatores de grande influência para os processos erosivos.

4.1.3 Mapa Litológico

O mapa litológico da bacia, apresenta na maioria das áreas, o siltito, granito e em outras partes encontram-se indeterminadas, deve-se considerar que a escala 1:250.000 não apresenta detalhes da área.

Figura 6 - Mapa Litológico.



Fonte: O autor.

A figura 6 mostra a classificação das rochas da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, e como pode ser observado ela apresenta grande área formada pelo siltito, que é uma rocha com características argilo-arenosas, que tem o potencial erosivo significativo, esse tipo de material tende a se soltar nas primeiras erosões laminares, que contribui processo de assoreamento dos rios.

Pode-se verificar também, que a formação geológica da bacia é em grande parte formada por rochas graníticas. As rochas graníticas são altamente fraturadas, que por sua vez, são mais intemperizadas, pois nela há um processo erosivo de maior

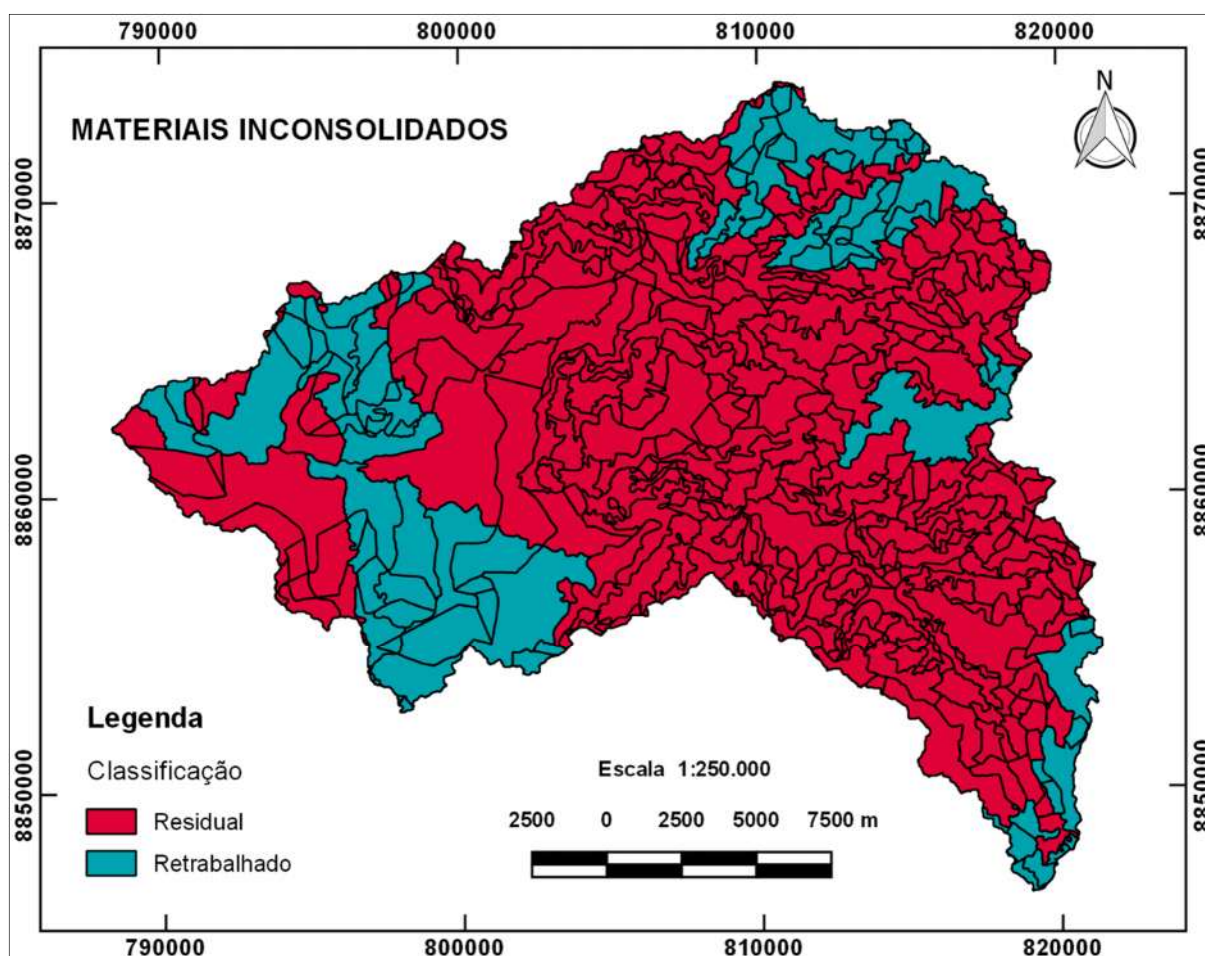
intensidade. A constituição mineral dessa rocha e a sua forma tem predisposição para o processo erosivo, embora sejam rochas mais resistentes, essa constituição granítica resulta em solos mais finos, mais argilosos.

A bacia ainda apresenta uma parte significativa do arenito, sendo este uma rocha basicamente formada por areia, e a areia tem como característica uma boa drenagem, porém solos mais soltos, que facilmente podem ser carregados para o leito dos rios, favorecendo o assoreamento dos mesmos.

4.1.4 Mapas de Materiais Inconsolidados

A bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande conta a presença de materiais inconsolidados, e estes por sua vez são divididos basicamente em dois grandes grupos, sendo eles materiais residuais e materiais retrabalhados, a figura abaixo mostra a classificação da bacia, quanto aos tipos de materiais.

Figura 7 - Mapa de classificação dos Materiais Inconsolidados.



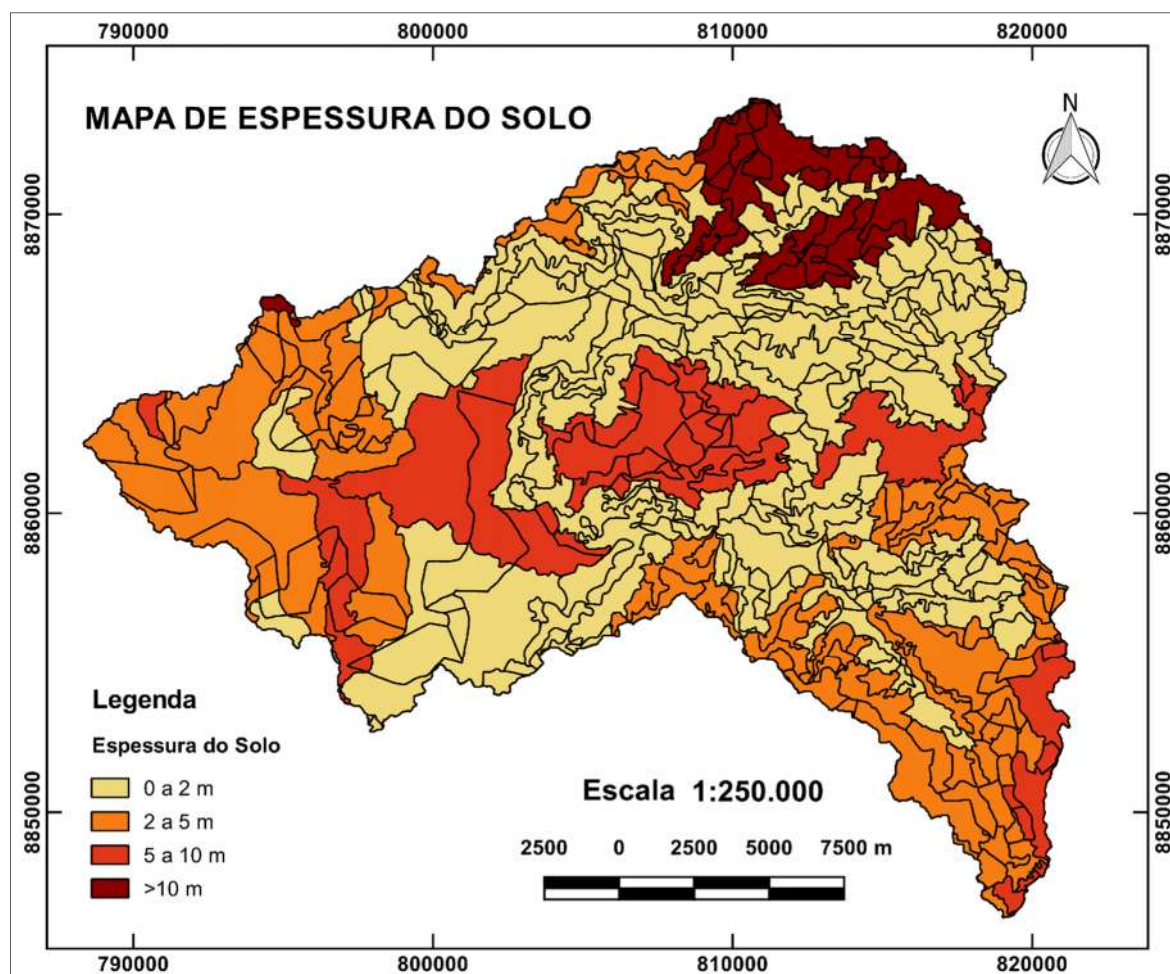
Fonte: O autor.

A partir da figura 7, verificou-se que a bacia, tem predominância de materiais residuais, que são aqueles que não sofreram nenhum tipo de transporte significativo, sendo provenientes da decomposição das rochas. E nas outras partes apresenta materiais retrabalhados, que são aqueles que sofreram algum tipo de transporte significativo e podendo ser subdivididos em função do agente de transporte. Como pode ser visto na figura 7, esses solos retrabalhados ocorrem principalmente nas áreas urbanizadas, o que torna essa área mais suscetível ao processo erosivo.

4.1.4.1 Mapa de Espessura do Solo

Os materiais inconsolidados são efeitos da ação do intemperismo nas rochas e constituem todos os materiais que estão sobre o substrato rochoso, podendo ser classificados quanto a rocha de origem, textura, espessura e outros. O mapa de espessura do solo, foi classificado em quatro classes, conforme figura 8.

Figura 8 - Mapa de Espessura do Solo.



Fonte: O autor.

Os materiais da primeira classe (0 a 2 m) ocupam a maior parte da bacia, sendo localizada na parte superior e inferior da área estudada. A segunda classe (2 a 5 m) também ocupa grande área da bacia, podendo ser notada principalmente no exutório da bacia e na parte final da mesma. A terceira classe (5 a 10 m), abrange basicamente a parte central da bacia, tendo ainda uma pequena parte próximo ao ponto de exutório e outra na parte sudeste da bacia. A quarta e última classe (>10 m), pode ser facilmente identificada no canto superior da área estudada.

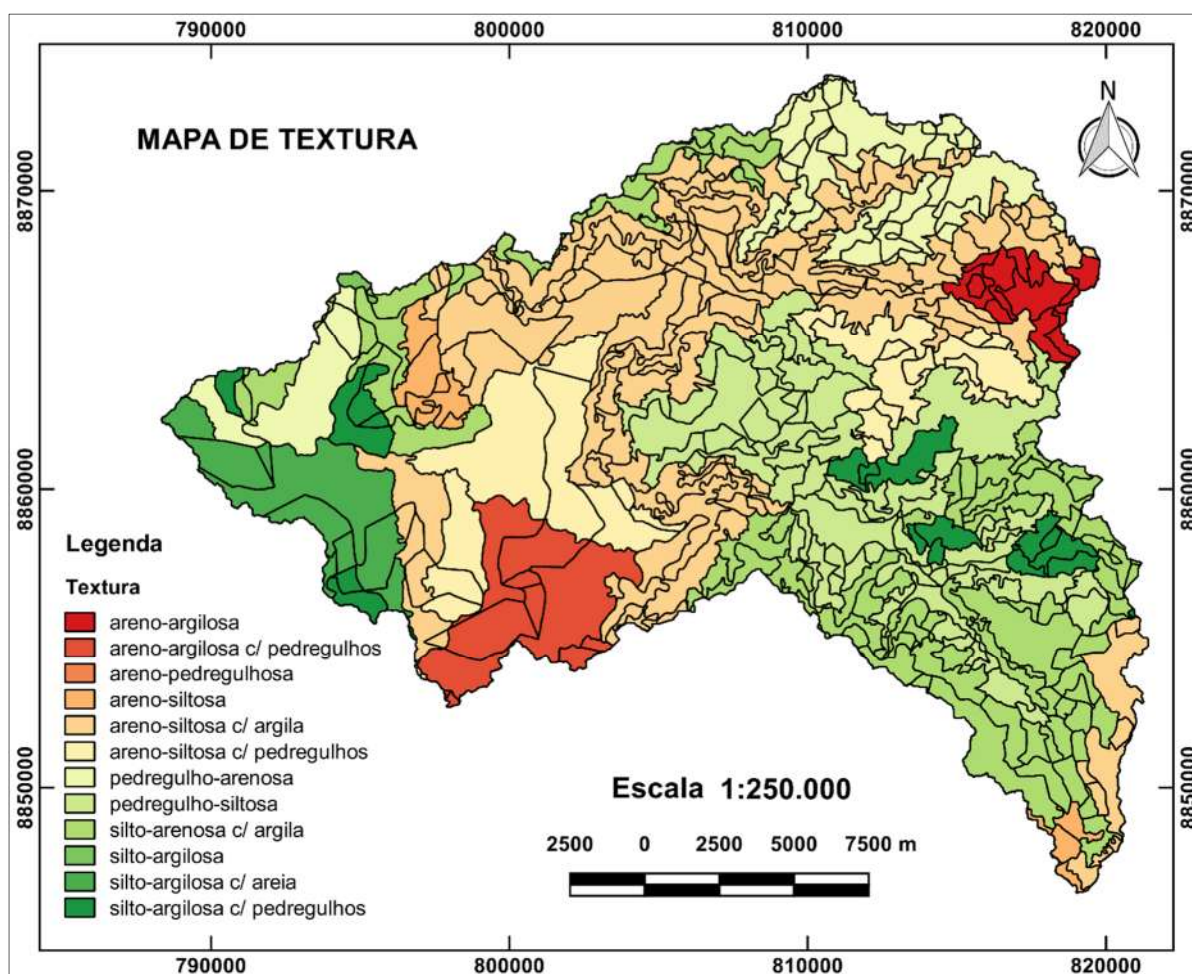
A espessura é uma característica do solo que está diretamente relacionada a sua capacidade de armazenar água, e conseqüentemente a sua estabilidade em face a ocorrência de precipitação. Quanto menor for a espessura do solo mais sujeito estará à eventos de deslizamentos, e assim mais suscetível aos processos erosivos.

4.1.4.2 Mapa de Textura do Solo

Outra classificação dos materiais inconsolidados é quanto a textura do solo. A textura é uma das características mais estáveis do solo, e depende basicamente do material de origem e dos agentes de formação do solo, sendo pouco modificada pelas práticas agrícolas. A textura descreve o tamanho das partículas do solo, estando diretamente relacionada as frações granulométricas existentes, ou seja, o quanto se tem de areia, silte e argila. É a propriedade física do solo que ao longo do tempo sofre menos alteração.

A dinâmica da água no solo é influenciada pela textura do mesmo, por esse motivo, é importante estudar esta característica para os estudos hidrológicos. Conforme a textura do solo, a infiltração varia, podendo afetar diretamente o escoamento superficial, a evapotranspiração e, desse modo, a disponibilidade hídrica da bacia. Ainda por meio das informações da textura é possível identificar as fontes de sedimentos no solo.

Figura 9 - Mapa de Textura.



Fonte: O autor.

Os tipos de solos identificados na bacia, foram principalmente arenosos e siltosos, como podem ser observados na figura 9. Esses dois tipos de solos são os que possuem as características que mais favorecem a ocorrência de erosão na bacia, e conseqüentemente o assoreamento dos rios.

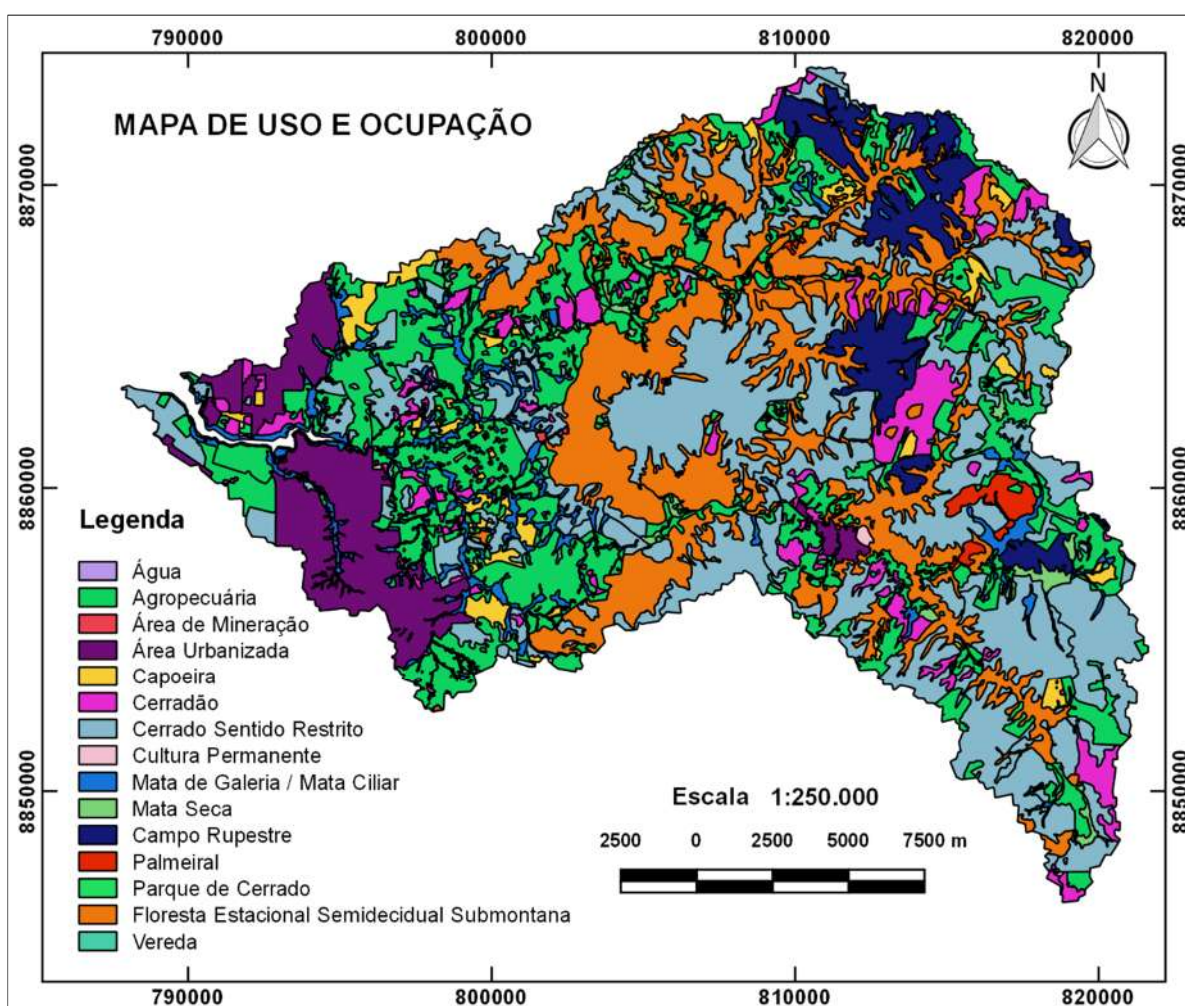
Os solos arenosos se caracterizam como solos mais leves, com menor capacidade de retenção de água e são bem drenados, além de apresentarem elevada suscetibilidade à erosão. Os Solos argilosos são mais pesados, tem alta retenção de água e menor suscetibilidade à erosão. O solo de silte possui partículas pequenas e leves e possui grande facilidade de erosão.

4.1.5 Mapa de Uso e Ocupação do Solo

Através dos dados de uso e ocupação do solo, fornecidos pela Prefeitura de Palmas, foram analisados o uso e ocupação da área da bacia, referente ao ano de 2011 juntamente com a fotointerpretação da imagem de satélite de 2014. Sendo assim, possível identificar as ocupações urbanas na área da bacia. Esses dados possibilitaram avaliar e identificar a forma de ocupação da bacia, onde predominam áreas antropizadas (urbana e agropecuária), conforme figura 10.

As áreas antropizadas favorecem também os processos erosivos por causa dos impactos gerados pelas atividades humanas, pois estas interferem de maneira significativa no equilíbrio das vertentes.

Figura 10 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo.



Fonte: O autor.

4.2 MEDIDAS DE PRESERVAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

4.2.1 Projeto em andamento

Atualmente existe um projeto em andamento no sentido de prevenção Bacia da Hidrográfica do Ribeirão Taquarussu, que é o “**Projeto Taquarussu: uma fonte de vida**”, o projeto é uma iniciativa da Odebrecht Ambiental | Saneatins em parceria com instituições públicas e privadas (PROJETO... 2013).

Os objetivos do projeto são restaurar e conservar a bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, garantindo, entre outros, o serviço ambiental de fornecimento de água para abastecimento humano. Áreas de Preservação Permanentes e Reservas Legais serão recuperadas por meio de técnicas de restauração e regeneração florestal com espécies de vegetação nativa e preservadas com ações como a mudança de instalações irregulares (PROJETO... 2013).

O Projeto Taquarussu é cadastrado no Programa Produtor de Água, da Agência Nacional de Águas, que incentiva financeiramente aqueles participantes cujas ações resultam na melhoria de qualidade e quantidade de água nas bacias hidrográficas (PROJETO... 2013).

4.2.2 Medidas sugeridas

Com base nos resultados obtidos, elaborou-se um conjunto de sugestões que visam contribuir para a redução do assoreamento da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, além de melhorar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos da bacia. Tais medidas permitiriam maior grau de infiltração de água no solo, causando a redução da erosão e assoreamento dos rios.

- Preservação das matas nativas;
- Elaboração de projetos que considerem as práticas de conservação do solo;
- Incentivo a agricultura familiar;
- Intensificação de políticas de controle dos processos erosivos;
- Retirada de parte dos sedimentos;
- Conscientização da população e proprietários de terras no entorno da bacia;

- Conservação dos recursos hídricos;
- Reflorestamento das margens dos rios.

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em posse dos dados e mapas elaborados nesta pesquisa, foi possível analisar a atual situação da bacia, as suas características e as transformações nela ocorridas, sejam elas pela ação natural ou por ações antrópicas.

A partir da observação do mapa de erosão, verificou-se que a bacia estudada apresenta majoritariamente a erosão do tipo laminar, que é o tipo de erosão mais sujeita à processos erosivos. A erosão em sulcos também aparece com área significativa na bacia, suas características possibilitam o aumento da degradação dos solos pela erosão hídrica e reduz a capacidade de drenagem, e tendo em vista esses resultados da classificação dos tipos de erosão, pode-se dizer esse aspecto favorece o processo de assoreamento dos rios.

Com base nos resultados obtidos por meio da classificação litológica realizada na bacia, notou-se a presença de rochas com significativo potencial de erosão, pois na sua formação apresentam características de rocha com predisposição para o processo erosivo, e assim contribuindo ainda mais para a ocorrência do assoreamento no leito dos rios.

Em relação aos mapas de materiais inconsolidados, foi possível analisar as características intrínsecas da bacia. Onde observou-se que a espessura do solo é pequena, variando de 0 a 2 m e de 2 a 5 m de espessura. Os solos com essa característica, tem maior capacidade de armazenar água, o que torna o solo mais suscetível a erosão, gerando maior suscetibilidade do solo aos processos de assoreamento.

Quanto a textura do solo pode-se afirmar que, ela possui grande influência nos casos de assoreamento da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, pois nela foram encontrados solos com texturas arenosas e siltosas, que são os tipos que mais favorecem a ocorrência de erosão, já que possuem baixa capacidade de retenção e alta taxa de infiltração de água no solo, e com isso elevadas perdas por percolação, acarretando o assoreamento dos rios.

Analisando os dados obtidos e o mapa de uso e ocupação, nota-se que com a ocupação indevida das zonas de risco da bacia e com a remoção da vegetação, implica diretamente nos casos de erosão, assoreamento e poluição das águas da bacia. O aumento da erosão nas áreas urbanas provoca o aumento dos níveis d'água e a medida que o processo de urbanização da bacia é intensificado a ocupação das áreas de risco aumentam, e com isso o desmatamento e uso inadequado do solo.

Com base no mapa de declividade, percebe-se que quanto maior for a inclinação do relevo maior é a perda de solo por erosão e conseqüentemente o transporte de materiais do solo. Assim, pode-se dizer que a declividade notada na bacia colabora ainda mais para a geração de sedimentos e, por conseguinte do assoreamento do leito dos rios.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível observar que a bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, apresenta alguns pontos de risco, quanto a ocorrência de assoreamento.

Quanto a análise da textura do solo, pode-se concluir que há forte relação, com o assoreamento da bacia, uma vez que, as regiões com presença de textura arenosas e siltosas apresentam grande potencial erosivo, sendo um dos principais fatores que contribuem para o assoreamento dos rios.

Os resultados também afirmam a grande influência das ações antrópicas com o assoreamento na bacia, muito disso em função das ocupações urbanas muito próximas ao curso dos rios.

A partir do presente trabalho, foi possível detectar e diferenciar os tipos de uso e ocupação da bacia e relacionar com os casos de assoreamento na bacia. Nas áreas antropizadas (área de ocupação humana e ocupação agropecuária), notou-se que a grande vulnerabilidade ao processo de assoreamento, e muito disso devido a ocupação indevida da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, remoção da vegetação, manejo inadequado do solo, e tantas outras, e tudo isso contribui para o aparecimento do assoreamento, pois essas ações causam, o aumento da produção de sedimentos, a poluição das águas, aumento do nível d'água, alagamentos e enchentes.

Diante das análises dos mapas, observou-se a necessidade de uma ação de preservação da bacia, devido ao seu potencial erosivo, aos tipos, textura, espessura, relevo e uso e manejo do solo. As medidas de preservação devem ser voltadas para o manejo do solo, de modo que, diminua os impactos da ação antrópica, e preserve o solo, conseqüentemente protegendo a bacia contra o assoreamento.

Sugere-se para trabalhos futuros a elaboração de mapa de suscetibilidade à erosão, em função da sua importância para o estudo da bacia, pois esse mapa caracteriza cada ponto da bacia quanto ao seu potencial erosivo. Outra sugestão é que seja feito um levantamento de dados sobre a vazão da bacia, fatos que quantifiquem e caracterizem os problemas gerados pelo assoreamento.

Além dessas sugestões, pode ser realizado o mesmo estudo de assoreamento da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquarussu Grande, mas utilizando outras ferramentas de geotecnologias, pois hoje há uma grande variedade de *softwares* que possibilitam esse tipo de estudo, e com isso comparar os resultados obtidos pelos diferentes *softwares*.

REFERÊNCIAS

- APRÍGIO, Patrik de Oliveira. **Avaliação de Modelos de Simulação de Cargas Difusas em Bacias Urbanas**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- BOTELHO, R.G.M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. IN: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. e BOTELHO, R.G.M. (Orgs.) **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- BRASIL. Carlos E. M. Tucci. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006. 302 p.
- CABRAL, João Batista Pereira. ESTUDO DO PROCESSO DE ASSOREAMENTO EM RESERVATÓRIOS. **Caminhos de Geografia: Revista on line**, Jataí, v. 6, n. 14, p.62-69, fev. 2005. Departamento de Geografia da Fundação Educacional de Jataí.
- CARVALHO, T.M.; LATRUBESSE, E.M. (2004) **O uso de modelos digitais do terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o caso da bacia hidrográfica do Araguaia**. Revista Brasileira de Geomorfologia, 5(1):85-93p.
- CIRILO, José Almir. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 61-82, jan. 2008.
- COSTA. C.A.M, **Análise Espacial e temporal dos usos da água: O caso da bacia hidrografia do Ribeirão Taquaruçu Grande**. Palmas-TO. ABRH, Brasília, 2015.
- DIAS, F. A. **Caracterização e análise da qualidade ambiental urbana da bacia hidrográfica do Ribeirão do Lipa, Cuiabá/MT**. Cuiabá, 2011. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso.
- DILL, Paulo Roberto Jaques. **ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO DO VACACAÍ-MIRIM E SUA RELAÇÃO COM A DETERIORAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA CONTRIBUINTE**. 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- ECHEVERRIA, Rosângela Martines. **AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NOS TRIBUTÁRIOS DO LAGO PARANOÁ, BRASÍLIA – DF**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 2006. 306 p.
- ESTIGONI, Marcus Vinícius. **Influência da quantidade e disposição de dados na modelação de terrenos aplicada a batimetria de reservatórios. Estudos de caso: UHE Três Irmãos – SP e UHE Chavantes – SP**. 2012. 124 f. Dissertação (Mestrado)

- Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

EVOLUÇÃO E CARACTERÍSTICAS DAS IMAGENS. 2002. INFORGEO - Sistema de Informação Geográfica, Lda. Disponível em: <<http://www.inforgeo.pt/spot1.html>>. Acesso em: 09 mar. 2016.

FELIPPE, M. F.; MAGALHAES JR., A. P. Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte - MG. In: VI Encontro Nacional sobre Migrações, 2009, Belo Horizonte. **Anais....** Belo Horizonte: ABEP, 2009.

FIGHERA, Daniela da Rocha. **A Efetividade do Projeto de Cidade Ecológica de Palmas - TO Pelos Seus Espaços Verdes**. 2005. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2005.

FULGENCIO, Paulo Cesar. **GLOSSARIO VADE MECUM**: administração pública, ciências contábeis, direito, economia, meio ambiente: 14.000 termos e definições. Rio de Janeiro: Mauad X, 2007. 680 p.

GUERRA, A. J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. 472p.

GUERRA, A. J.T. Aplicabilidade da Geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 472p.

GUIMARÃES, Amanda Emily Negre et al. **ANÁLISE PARA RECUPERAÇÃO DE UMA AREA DEGRADADA, NA MICRO BACIA DO RIBEIRÃO TAQUARUSSU – PALMAS - TO**. Faculdade Católica do Tocantins, Tecnologia em Gestão Ambiental. Palmas, 2009. 14 p.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 418 p.

IANNARELLA, Irani Pereira Montiel. **EROSÃO DO SOLO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE PELOTAS – RS: SUBSÍDIOS PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL**. 2011. 51 f. Monografia (Especialização) - Curso de Educação Ambiental, Centro Universitário Barão de Mauá, Pelotas, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tocantins**: Palmas. 2015. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=172100&search=tocantins|palmas|infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em: 09 abr. 2016.f

JESUZ, Cleberson Ribeiro de; SANTOS, Antônio Jaeder Costa dos. Problemática Socioambiental Urbana da Nascente do Córrego Vassoral em Cuiabá-MT. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 2, n. 1, p.93-113, jan./jul. 2015.

LIMA, A. B. (2013). **Avaliação da integridade ripária da bacia do Ribeirão Pípiripau (DF/GO) utilizando o Protocolo de Avaliação Visual Rápida de Rios – SVAP**. Dissertação de Mestrado, Publicação PPG EFL DM-203/2013, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 110p.

MARTINS, Denise Domingos dos Santos; MARTINS, Iracy Coelho de Menezes. QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS POR ATORES SOCIAIS DO RIBEIRÃO TAQUARUSSU GRANDE, PALMAS – TO. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 2, n. 2, p.25-42, 2008.

MENEZES, Paulo Henrique Bretanha Junker. **AVALIAÇÃO DO EFEITO DAS AÇÕES ANTRÓPICAS NO PROCESSO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL E ASSOREAMENTO NA BACIA DO LAGO PARANOÁ**. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

MESQUITA, Irene Custódia Magalhães. **Evolução do uso da terra na bacia hidrográfica do córrego Olhos d'Água - Asa Norte - Brasília/DF (1954-2013)**. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Territorial) – Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

MINELLA, Jean Paolo Gomes; MERTEN, Gustavo Henrique. Monitoramento de bacias hidrográficas para identificar fontes de sedimentos em suspensão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 3, p.424-432, mar. 2011.

MIRANDA, Renato Billia de. **A INFLUÊNCIA DO ASSOREAMENTO NA GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRELÉTRICA: ESTUDO DE CASO NA USINA HIDRELÉTRICA DE TRÊS IRMÃOS - SP**. 2011. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Engenharia Ambiental, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

NOVO, E. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992. 308p.

PALMAS. Secretaria Municipal de Assuntos Jurídicos. Prefeitura Municipal de Palmas. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas - TO: ANEXO III AO DECRETO Nº 700, DE 15 DE JANEIRO DE 2014**. Palmas, 2014. 137 p. (Volume III: Drenagem Urbana).

PENA, Rodolfo F. Alves. **Assoreamento de rios; Brasil Escola**. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/assoreamento-rios.htm>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2016.

PROJETO Taquarussu: uma fonte de vida. 2013. Disponível em: <<http://projetotaquarussu.com.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2016. TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

RIO DE JANEIRO. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Iguaçu - Sarapuí: Ênfase: Controle de Inundações.** Rio de Janeiro, 1996. 269 p. (Volume 1 - Plano Diretor).

SANEATINS - Companhia de Saneamento do estado do Tocantins. **Relatório Final. Diagnostico Socioeconômico e Ambiental da Sub-bacia do Ribeirão do Taquarussu Grande: Perspectivas para Tomadas de Decisões.** Gerência de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos. Palmas, 2007.

SANTOS JUNIOR, Wilson Messias dos. **Mapeamento Digital de Uso da Terra e Cobertura Vegetal no Parque Estadual da Serra da Tiririca (PESET) a partir de imagens de alta resolução e dados GNSS.** 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Computação, Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, Lindomar Ferreira dos. **Cartografia Geotécnica Regional do Município de Palmas/TO: Área a Oeste do Meridiano 48° W.** Gr.. 2000. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

SILVA, S.F. **Avaliação das Alterações Ambientais na Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão do Piçarrão, Campinas-SP.** São Carlos, 2000.2v. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

TUCCI, Carlos E. M.. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p.97-112, jun. 2008.

TUCCI, Carlos E. M. **GESTÃO DAS INUNDAÇÕES URBANAS.** Porto Alegre, 2005. 197 p.

ZANATA, Juliana Marina et al. Análise do uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente da microbacia Ribeirão Bonito, apoiada em técnicas de geoprocessamento. **Revista GeoNorte**, v. 2, n. 4, p.1262-1272, 2012.

ZIMBRES, E. **Assoreamento.** Disponível em:<<http://www.meioambiente.pro.br/baia/assor.htm>>. Acesso em: 21 de março de 2016.

CARVALHO, João Paulo de; PRADO, Hélio do. **Textura do solo.** Disponível em: <<http://www.pedologiafacil.com.br/textura.php>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

VINICIUS, Rafael. **Estudo dos solos.** 2013. Disponível em: <<http://revisandoconteudo.blogspot.com.br/2013/03/estudo-dos-solos.html>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

LIMA, Valmiqui Costa; LIMA, Marcelo Ricardo de; MELO, Vander de Freitas (Eds.) **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. 130 p.

BONNA, Joyce Luiza. **Mapeamento pedológico e de suscetibilidade erosiva no Alto Córrego Prata (Ouro Preto/MG)**.2011. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MAGALHÃES, Ricardo Aguiar. **Erosão: Definições, Tipos e Formas de Controle**. In: VII SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 2011. Goiânia, 2011. 11p.