



ESTUDO GEOHIDROAMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO TERRITORIAL SUSTENTÁVEL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: O CASO DA MICROBACIA DO CÓRREGO BREJO COMPRIDO EM PALMAS – TO

FERNANDA SILVA RÊGO¹ | DANILO GUALBERTO ZAVARIZE² | IRACY COELHO DE MENEZES³

RESUMO

A microbacia do córrego Brejo Comprido tem grande importância para a cidade de Palmas – TO pela multiplicidade de utilização como o abastecimento público, recreação, irrigação de jardins, diluição de efluentes, etc. Faz-se necessário, então, o conhecimento sobre as características geofísicas dessa microbacia, para que se possa gerir o uso e ocupação do solo, bem como conserva-la de forma sustentável para o futuro. A ferramenta SIG – Sistema de Informações Geográficas, juntamente com o software ArcGIS, cartas topográficas da SEPLAN – Secretaria de Planejamento e Orçamento do Tocantins (escala 1:250.000) e imagens SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*, possibilitaram o levantamento e processamento dos dados fisiográficos para o cálculo de parâmetros físicos que constituem a dinâmica geológica e geomorfológica presente nesta microbacia. Assim, por meio do geoprocessamento realizado, concluiu-se que a microbacia é de 2ª ordem, possui tendência à forma alongada (coeficiente de compactidade = 1.311; fator de forma = 0.32 e índice de sinuosidade = 0.931), pouca susceptibilidade a enchentes, padrão de drenagem dendrítico e pouca sinuosidade.

Palavras-Chave: Uso e Ocupação do Solo; Geoprocessamento; SIG.

GEOHYDROENVIRONMENTAL STUDY AS TOOL FOR SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT OF HYDROGRAPHIC BASINS: THE CASE OF BREJO COMPRIDO'S MICROBASIN IN PALMAS, TOCANTINS, BRAZIL

ABSTRACT

Brejo Comprido's micro basin has a great matter to the city of Palmas, in the state of Tocantins, Brazil because of its multiple utilizations as public water supply, recreation, garden irrigation, wastewater dilution, etc. Therefore, it turns to be necessary to know about its geophysics characteristics in order to help manage the use and occupation of the land, as well as sustainable conserving it for the future generations. The GIS – Geographic Information System tool, jointed with ArcGIS software, "SEPLAN" – Tocantins' Budget and Planning Secretary topographic letters (scale 1:250.000) and SRTM – Shuttle Radar Topography Mission images, enabled the raising and processing of the physiographic data for the calculation of physic parameters that constitute this micro basin's geologic and geomorphologic characteristics. As conclusive results were found that the Brejo Comprido' micro basin is classified as 2nd order, having a tendency to an elongated shape (compactness coefficient of 1.311, shape factor of 0.32 and sinuosity index of 0.931), as well as low susceptibility for flooding, dendritic draining standard and low sinuosity.

Keywords: Land Use and Occupation; Geoprocessing; GIS.

¹ Mestre em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins – UFT. E-mail: fernandarego@mail.uft.edu.br

² Mestrando em Agroenergia pela Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. E-mail: profzavarize@outlook.com

³ Doutora em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa – UFV. E-mail: ds.imartins@hotmail.com

1. Introdução

A cidade de Palmas – TO, capital do estado do Tocantins, possui atualmente uma população de 223.817 habitantes, em uma área de 2.219 km², sendo assim a maior cidade do estado (IBGE, 2012). A microbacia do córrego Brejo Comprido está parcialmente inserida no plano diretor da cidade, no qual se pode perceber o uso incorreto da água para irrigação de canteiros públicos, barragens e represas pequenas, captação ou drenagem de águas pluviais, recepção de efluentes, além dos aspectos físicos degradados por assoreamento, queimadas e desmatamento da mata ciliar, tornando a área da microbacia desprotegida e vulnerável a impactos antrópicos (ARRAIS, 2009).

Dezenove nascentes formam o microbacia do córrego Brejo Comprido, todas localizadas na área rural da cidade de Palmas, fazendo-se assim necessária a averiguação do uso inadequado das terras que as compõe, visto que boa parte da dessa área rural possui conflitos quanto à correta finalidade do ambiente e como ele é gerenciado, podendo ser solucionado por meio de um mapeamento dos solos em um estudo ambiental de evolução e potencial de utilização dessas áreas (INTERTINS, 1990; ALVES, 1993; COSTA *et al.*, 1996; MOREIRA, 1999; GUIMARÃES, 2000; MOREIRA *et al.*, 2003).

O principal curso d'água da microbacia caracterizada, o córrego Brejo Comprido, apresenta percentual de comprimento de vazão (Q90) de 112,5%, sendo que destes são utilizados cerca de 49.8% para abastecimento público e 48.72% para irrigação de parques e jardins, não havendo intervenção ou planejamento para tal uso, podendo desencadear consequências que diminuirão a durabilidade da microbacia com perdas ao ecossistema local (SEPLAN, 2004).

As características morfométricas dos cursos d'água são imprescindíveis para a gestão adequada de uma bacia ou microbacia hidrográfica, as quais consistem em uma caracterização de parâmetros fisiográficos, podendo ser indicadores de aspectos como grau de vulnerabilidade, susceptibilidade a enchentes, inundações e erodibilidade, além das tendências ao aporte de sedimentos (CARVALHO, 2008; FEITOSA, 2011).

O estudo das interações e do uso do solo nas bacias hidrográficas pode ser realizado por meio de geoprocessamento, possibilitando assim o armazenamento e gerenciamento de dados com rapidez e precisão, além de ainda permitir a identificação das áreas propícias à degradação ambiental e a avaliação das estratégias de manejo possíveis de serem adotadas (CÂMARA e DAVIS, 2002).

A importância da microbacia para a cidade de Palmas – TO retrata a necessidade de se conhecer as características que as constitui, dando suporte para o correto gerenciamento de uso e preservação deste recurso. Desta forma, este trabalho buscou contribuir na geração de dados sobre a microbacia do córrego Brejo Comprido por meio da caracterização de aspectos fisiográficos e morfológicos.

2. Materiais e Métodos

2.1. Delimitação da Área de Estudo

A área da microbacia do córrego Brejo Comprido está incluída na sub-bacia 22, descrita como sendo área de drenagem do rio Tocantins, inserida na cidade de Palmas – TO (SEPLAN, 2004). A localização geográfica da microbacia compreende-se entre as coordenadas UTM (X: 800086, Y: 787670) ao Sul (nascentes), (X: 8869121, Y: 8874527) à Oeste (foz) (Figura 1) (SEMATUR, 2005). Anteriormente o córrego Brejo Comprido era afluente do Ribeirão Água Fria, sendo desmembrado de uma bacia maior devido a formação do reservatório da usina hidroelétrica de Lajeado, conhecido como lago de Palmas, e que hoje deságua diretamente neste (GUARDA, 2006).

2.2. Caracterização do Método

Calculou-se, inicialmente, os parâmetros fisiográficos e morfológicos da microbacia, dentre eles área de drenagem, perímetro, comprimento axial da bacia, comprimento do curso d'água principal, comprimento total dos cursos, número de cursos d'água, altitude máxima e mínima, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, densidade da rede de drenagem, densidade hidrográfica, extensão média do escoamento superficial, índice de sinuosidade, amplitude altimétrica, altitude média e índice de rugosidade, todos por meio do mapeamento da região com o Sistema de Informações Geográficas – SIG.

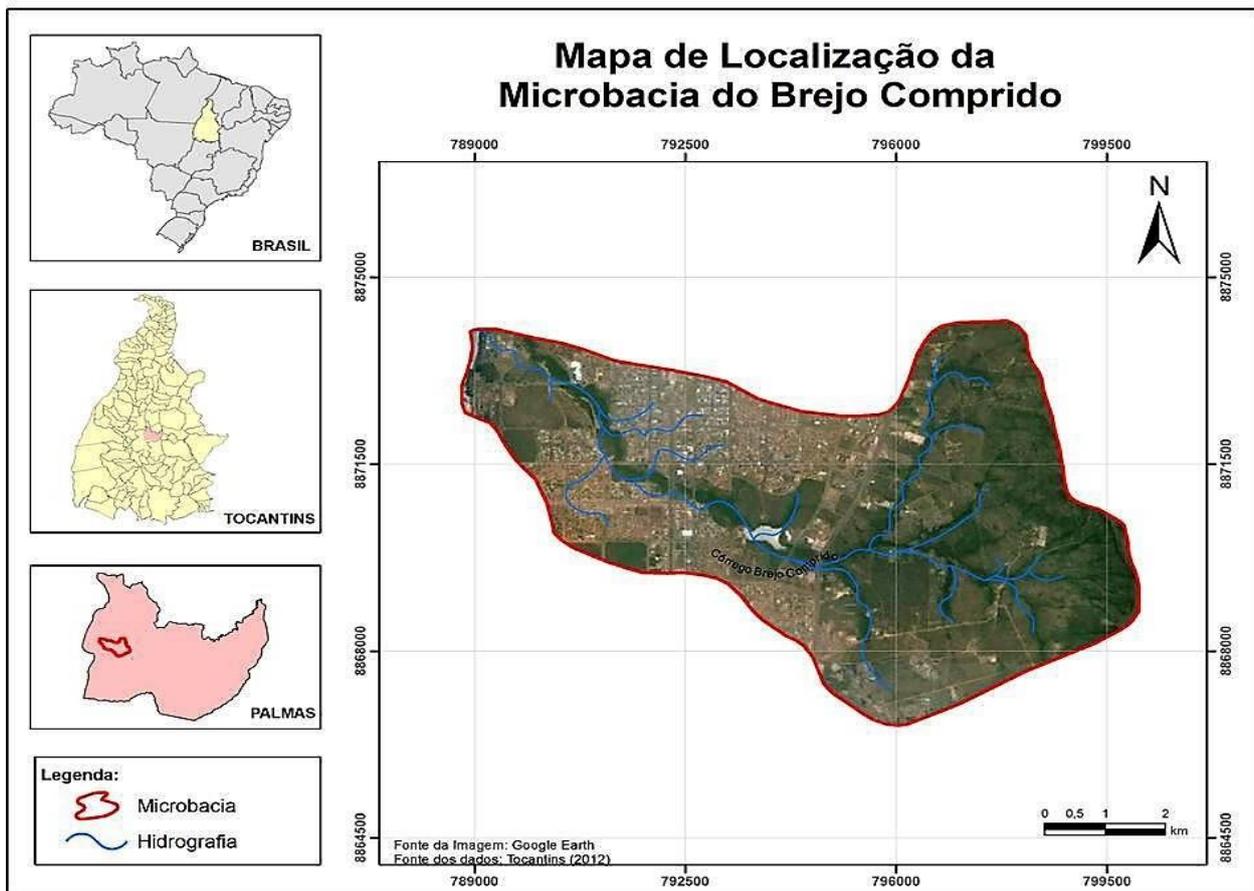


Figura 1. Delimitação da microbacia do córrego Brejo Comprido, Palmas – TO (Os autores, 2018)
Figure 1. Brejo Comprido micro basin's delimitation, Palmas, Tocantins, Brazil (The authors, 2018)

Para a segunda etapa caracterizou-se a região sob aspectos geoambientais com geração de mapas temáticos capazes de fomentar e subsidiar o diagnóstico ambiental em uma perspectiva de gestão integrada da microbacia.

2.2.1. Parâmetros Fisiográficos e Morfológicos

Para a obtenção dos dados relativos à área de estudo – caracterização da microbacia – foram utilizadas bases cartográficas digitais, por meio de *shapes*, obtidas na Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins (SEPLAN). Na determinação da área de drenagem (A), e o perímetro da área (P), utilizou-se como ferramenta o SIG, através do software ArcGIS, a partir do qual delineou-se, através das curvas de níveis, o divisor topográfico da microbacia, obtendo-se, assim, a área juntamente com o perímetro da microbacia.

As curvas de níveis foram geradas a partir da imagem SRTM, Carta SC-22-X-D, com articulação compatível com a escala 1:250.000 (IBGE), disponível

no site da EMBRAPA. A partir da imagem gerada, obteve-se a área, perímetro, comprimento do canal principal, comprimento total dos cursos, número de cursos da respectiva microbacia, por meio da função *Calculate Geometry*, enquanto o comprimento axial foi obtido através da ferramenta *measure*. Os demais parâmetros foram calculados a partir dos dados obtidos anteriormente sob aplicação em fórmulas específicas que seguem na Tabela 1.

2.2.2. Caracterização Geoambiental

Para a geração dos mapas que constituem o trabalho, foi utilizado o software ArcGIS, a base de dados fornecida pela Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública - SEPLAN e as imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), Carta SC-22-X-D, disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Com a manipulação destes dados, foram obtidos os seguintes mapas de caracterização: Pedologia, Geologia, Geomorfologia, Declividade, Drenagem, Cobertura vegetal e Usos e Ocupação do Solo.

Tabela 1. Fórmulas para o cálculo dos parâmetros morfológicos**Table 1.** Formulas for the calculation of the morphologic parameters

Fórmulas	Descrição
Coeficiente de Compacidade $Kc = 0,28 \times (P/\sqrt{A})$	Kc = coeficiente de compacidade, adimensional; P = perímetro da bacia, km; e A = área de drenagem, km ² .
Fator de Forma $Kf = A/Lax^2$	Kf = fator de forma, adimensional; A = área de drenagem, km ² ; e Lax = comp. axial da bacia (km).
Índice de Circularidade $Ic = 12,57 \times (A/P^2)$	Ic = índice de circularidade, adimensional; A = área de drenagem, km ² ; e P = perímetro da bacia, km.
Densidade de Drenagem $Dd = Ltot/A$	Dd = densidade de drenagem, km/km ² ; Ltot = comp. total de todos os cursos d'água, km; e A = área de drenagem, km ² .
Densidade Hidrográfica $Dh = N/A$	Dh = densidade hidrográfica; N = número de cursos d'água; e A = área de drenagem, km ² .
Extensão Média do Escoamento Superficial $L = A/4 \times Ltot$	L = ext. média do escoamento superf. (Km); A = área de drenagem, km ² ; e Ltot = comp. total de todos os cursos d'água, km.
Índice de Sinuosidade $Is = Lp/Lax$	Is = sinuosidade do curso d'água, adimensional; Lp = comprimento do canal principal (km); e Lax = comprimento axial da bacia (km).
Amplitude Altimétrica $Aa = Amáx - Amin$	Aa = amplitude altimétrica (m); Amáx= altitude máxima (m); e Amin = altitude mínima (m).
Altitude Média $Aa = (Amáx - Amin)/2$	Hm = altitude média (m); Amáx= altitude máxima (m); e Amin = altitude mínima (m).
Índice de Rugosidade $HD = Aa \times Dd$	HD = índice de rugosidade, adimensional; Aa = amplitude altimétrica (km); e Dd = densidade de drenagem, km/km ² .

3. Resultados e Discussão

3.1. Fisiografia

A caracterização fisiográfica de uma bacia hidrográfica consiste na descrição sucinta dos fatores topográficos, geológicos, geomorfológicos e de ocupação do solo intervenientes na geração de escoamento e na determinação de coeficientes definidos da forma, drenagem, declividade da bacia, entre outros (FEITOSA, 2011). A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos (CARVALHO, 2008). Com o auxílio das ferramentas (Calculate Geometry e Measure) do aplicativo ArcGIS foi possível, então, o cálculo dos parâmetros fisiográficos da microbacia do Brejo Comprido, com os seguintes resultados para os parâmetros analisados na caracterização física (Tabela 2). A

microbacia do Brejo Comprido foi classificada como uma unidade pequena, pois sua área de drenagem, perímetro e comprimento axial foram de 48.262 km², 32.527 km e 11.44 km, respectivamente (Tabela 2), desse modo, com boas possibilidades de controle dos fatores hidrológicos que interferem na microbacia.

Em estudo sobre a dinâmica de duas sub-bacias foi encontrado as seguintes áreas e perímetros para as respectivas sub-bacias: A (10.157,67 km²) e P (551,21 km); A (2.499,84 km²) e P (248,71 km) (FEITOSA, 2011). Desta forma, comparando com a classificação da microbacia do Brejo Comprido percebe-se que a mesma possui uma menor unidade do ecossistema. Isto posto, Mosca (2003) alega que em microbacias com menor unidade pode ser observada a delicada relação de interdependência entre fatores bióticos e físicos, portanto facilitando a identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais.

Tabela 2. Parâmetros fisiográficos da microbacia do córrego Brejo Comprido, Palmas – TO**Table 2.** Brejo Comprido's micro basin physiographic parameters in Palmas, Tocantins, Brazil

Parâmetros Fisiográficos	
A – Área (km ²)	48,26
P – Perímetro (km)	32,53
Lax – Comprimento Axial da Bacia (km)	12,28
Lp – Comprimento do Canal Principal (km)	11,44
Ltot – Comprimento Total dos Cursos D'água (km)	33,82
N – Número de Cursos D'água	15

3.2. Morfologia

A partir dos dados fisiográficos da microbacia, obteve-se os dados morfológicos (Tabela 3). Segundo Villela e Mattos (1975) pode-se determinar a forma de uma bacia por meio de índices como coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (Kf) e índice de circularidade (Ic), pelos quais correlacionam formas geométricas conhecidas, conhecendo-se também a forma superficial dessas bacias hidrográficas, que se faz importante para a determinação do tempo de concentração, ou seja, o tempo necessário para que toda a bacia contribua para a saída da água após a precipitação, desta forma, quanto maior o tempo de concentração menor será a vazão máxima de enchente, ao manterem-se constantes outras características.

A microbacia do córrego Brejo Comprido apresenta tendências aleatórias, ou seja, poucas, a grandes enchentes, evidenciada pelo Kc na ordem de 1.3110, conforme intervalo proposto por Silva e Melo (2008), que se dá entre 1.25 e 1.5. O estudo feito por Feitosa (2011) em duas sub-bacias revelou um coeficiente de compacidade (Kc) na ordem de 1.53 e 1.39 e índice de circularidade na ordem de 0.42 e 0.51, respectivamente, desta forma a primeira estando indicada como não tendente a grandes enchentes e de morfologia alongada, e, a segunda, tendente tanto a grandes enchentes como para morfologia circular.

Por vez, o fator de forma Kf na ordem de 0.3200 revela um risco mínimo a inundações, tendo-se como referência o valor proposto por Borsato (2005), em torno de 0.5. Para tal proposição, Borsato (2005), fundamentado na teoria de Horton (1945), cita que valores de fator de forma abaixo de 0.5 indicam que a bacia e/ou microbacia apresenta menores tendências para inundações, assoreamento de canais e degradação do ambiente, além de indicar uma

fisiografia mais alongada do que circular, primariamente provada pelo valor do índice de circularidade.

A densidade de drenagem encontrada neste estudo foi na ordem de 0.7007 km/km², classificada como leve conforme proposto por Christofletti (1969), Villela e Mattos (1975), Silva e Mello (2008) e Feitosa (2011), nos quais apresentam um intervalo que varia de 0.5 km/km² (para bacias levemente drenadas) a 7.5 km/km² (para bacias altamente drenadas), que é simplesmente a relação entre o comprimento dos canais e área da microbacia, na qual pode refletir, segundo Silva *et al.* (2010), um eficiente escoamento de fluxo, boa infiltração no terreno, ausência de carreamento intenso de nutrientes e indicativo de solos férteis para a microbacia estudada.

O índice de densidade hidrográfica, conforme Christofletti (1980), representa um dos aspectos fundamentais sobre o comportamento hidrográfico de uma bacia/microbacia estando associado a criação de novos canais, tendo então, por finalidade, comparar a frequência ou a quantidade de cursos de água existentes em uma área de tamanho considerado padrão. Na microbacia do córrego Brejo Comprido foi encontrado um índice hidrográfico de 0.3108 canais/km², considerado baixo frente a classificação de ordenamento de Strahler (1957) e Teodoro *et al.* (2007), ou seja, menos de um canal por km² de área.

Segundo Teodoro *et al.* (2007), a extensão média do escoamento superficial, ou seja, a distância média que a água precipitada teria de escoar em linha reta sobre o terreno, desde o ponto onde precipitou-se até o ponto mais próximo do leito de um canal qualquer, que no caso da microbacia em estudo foi de 0.3567 km, é considerada pequena e deixa a microbacia sujeita a alagamentos por curtos espaços de tempo em dias de precipitação intensa.

Tabela 3. Parâmetros fisiográficos, morfológicos e geométricos da microbacia do córrego Brejo Comprido, Palmas – TO**Table 3.** Brejo Comprido's micro basin physiographic, morphologic and geometric parameters in Palmas, Tocantins, Brazil.

Resultados	
Kc – Coeficiente de Compacidade (adimensional)	1,31
Kf – Fator de Forma (adimensional)	0,32
Ic – Índice de Circularidade (adimensional)	0,57
Dd – Densidade de Drenagem (km/km ²)	0,701
Dh – Densidade Hidrográfica (curso/km ²)	0,311
L – Extensão Média do Escoamento Superficial (km)	0,357
Is – Índice de Sinuosidade (adimensional)	0,932
Aa – Amplitude Altimétrica (m)	386
Amax – Altura Máxima (m)	607
Amin – Altura Mínima (m)	215
Hm - Altitude Média da Microbacia (m)	411
HD - Índice de Rugosidade (adimensional)	270,47

A microbacia do córrego Brejo Comprido apresentou um índice de sinuosidade na ordem de 0.931, sendo este parâmetro um dos fatores controladores da velocidade de escoamento no canal, sofrendo influência de variáveis como carga de sedimentos, compartimentação litológica, estruturação geológica e declividade dos canais, e que, para valores iguais a 1.0 indica-se que o canal segue exatamente a linha do talvegue (ALVES e CASTRO, 2003), o que no caso da microbacia, por estar abaixo de 1, tende a ter canais mais transacionais retilíneos (FEITOSA, 2011).

A amplitude altimétrica na microbacia foi de 386 m, com altitude variando entre 215 a 607 m, e altitude média de 411 m, sendo estes parâmetros diretamente influenciadores na precipitação, evaporação e transpiração, e, conseqüentemente, sobre o deflúvio médio, por interferirem na quantidade de radiação solar recebida pela área da bacia, desequilibrando o balanço de energia e a temperatura (CASTRO e LOPES, 2001).

Sobre o índice de rugosidade, a microbacia do córrego Brejo Comprido apresentou um valor na ordem de 270.4702, o que segundo Campos (2006) é

considerado alto e indica que ambas as variáveis utilizadas no cálculo (amplitude altimétrica e densidade de drenagem) estão com valores elevados, isto é, quando as vertentes do relevo são íngremes e longas.

3.3. Caracterização Geoambiental

3.3.1. Geologia

Na figura 2 observa-se a predominância de bacias sedimentares (82,16%), que, segundo EMBRAPA (1999), são deposições que têm origem na desagregação ou decomposição de outras rochas, podendo apresentar camadas espessas que recobrem áreas de plataformas, no que tange as Coberturas Inconsolidadas, as quais sofrem diretamente o impacto da ocupação antrópica, expondo as suas vulnerabilidades aos processos de degradação decorrentes dessa ocupação, retratando a realidade em que a microbacia está inserida.

Os outros 17,84% correspondem a Embasamentos em Estilos Complexos, que, ainda segundo EMBRAPA (1999), são rochas de composição granítica a tonalítica, textura com cristais de feldspatos bem desenvolvidos; os principais litotipos são granitoides, gnaisse granodiorítica, metabasitos e diatexitos.

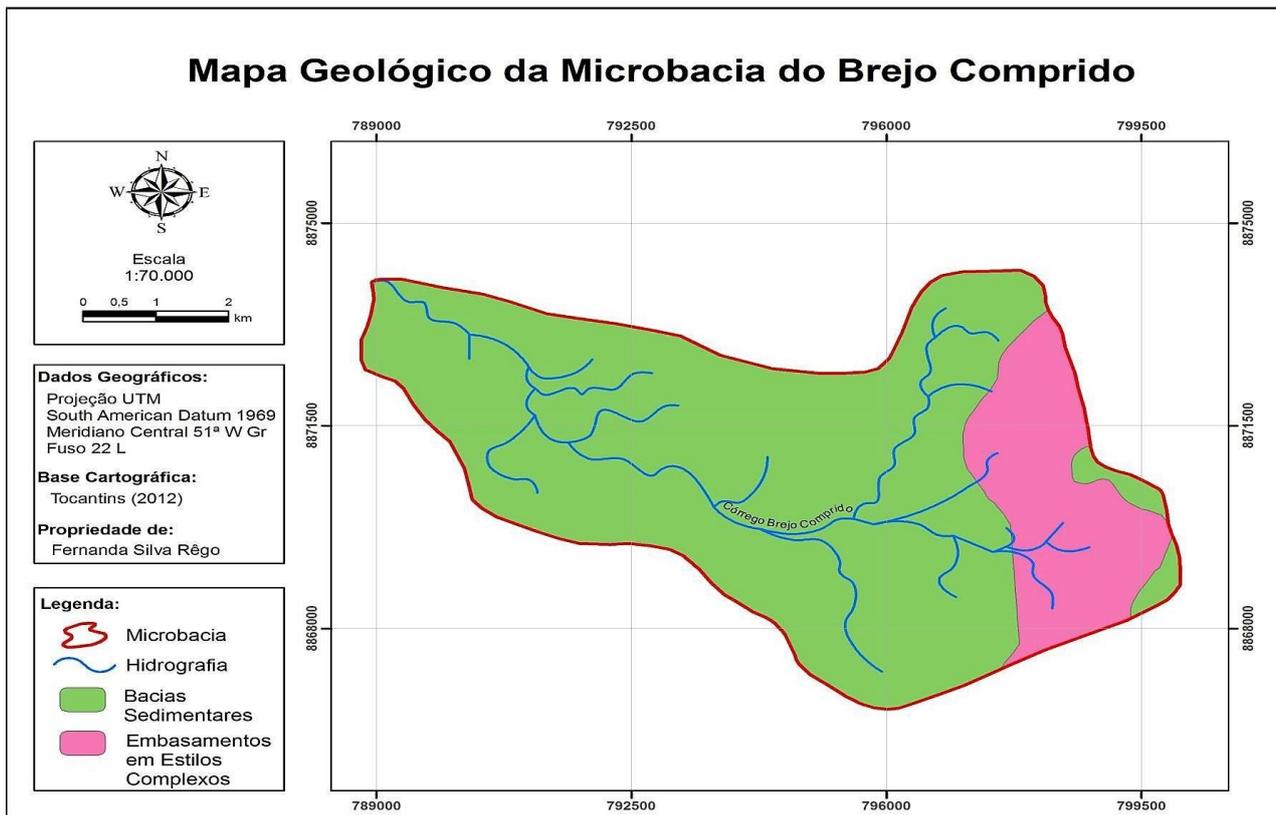


Figura 2. Geologia da microbacia do Córrego Brejo Comprido, Palmas – TO (Os autores, 2018)
Figure 2. Brejo Comprido's micro basin geology, Palmas, Tocantins, Brazil (The authors, 2018)

3.3.2. Geomorfologia

A Figura 3 apresenta como geomorfologia principal a Depressão do Médio Tocantins (90.82%), caracterizada como, segundo Barbosa (2004), relevo plano à suave ondulado, com altitude compreendida entre 200-350 metros, onde predominam-se as formas de dissecação tabulares, compondo relevos de topo aplainado com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem tipicamente dendrítica, podendo estes relevos serem separados por vales de vertentes simétricas ou não, cujos interflúvios são sustentados por camada de carga laterítica acompanhando os cursos d'água.

O Planalto Dissecado do Tocantins, que compõe 9.18% do relevo da microbacia, representa a Serra do Lajeado, que é individualizada pela presença de superfícies estruturadas tabulares, com reverso da "cuesta" caindo para leste e cota de altitude máxima na ordem de 694 m, situando-se a leste da cidade de Palmas, percorrendo-a de norte a sul e tendo como características a dissecação em formas aguçadas, encostas ravinadas e vales profundos (RADAMBRA-SIL, 1981).

3.3.3. Pedologia

A Figura 4 indica os tipos de solo encontrados na microbacia do córrego Brejo Comprido, sendo eles denominados Plintossolos (5.41%), Cambissolos (6.89%) e Latossolos (87.58%). Segundo Ranzani (2002) os plintossolos encontrados na área de estudo caracterizam-se pela restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, caracterizando-se fundamentalmente pela apresentação de expressiva plintização (com ou sem petroplintita ou horizonte petroplintico), atribuindo estabilidade a Serra do Lajeado e reduzindo assim os processos de erosão naturais.

Conforme Borges *et al.* (1981), os cambissolos tem suas características materiais muito variadas devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, assim como a classe que os comporta, partindo desde solos fortemente à imperfeitamente drenados, de rasos à profundos, de alta a baixa saturação por bases e atividade química na fração colonial, ocorrendo em relevos mais acidentados, acima de 40% de declividade.

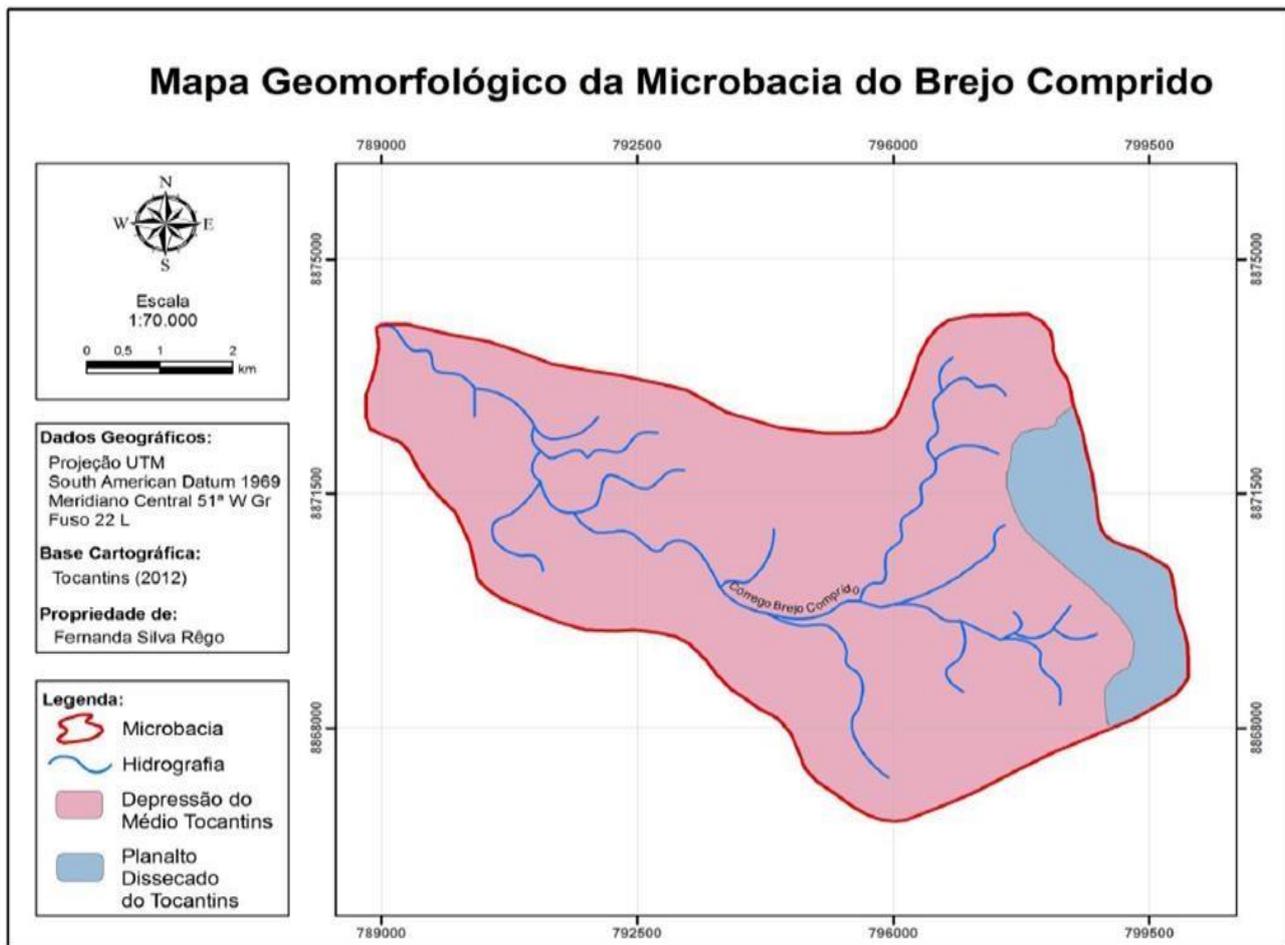


Figura 3. Geomorfologia da microbacia do Córrego Brejo Comprido, Palmas – TO (Os autores, 2018)
Figure 3. Brejo Comprido's micro basin geomorphology, Palmas, Tocantins, Brazil (The authors, 2018)

Segundo Oliveira (2002) e EMBRAPA (1999) os latossolos são profundos, muito permeáveis e porosos, constituídos essencialmente por materiais minerais secundários, além de outras características como o avançado estágio de intemperismo, materiais coloidais com baixa capacidade para troca de cátions, baixos teores de minerais primários, pouca reserva de nutrientes e encontrados principalmente em relevos com declividade menor que 40% acima dos 1000 m de altitude.

3.3.4. Drenagem

A Figura 5 mostra um padrão de drenagem formado por cursos d'água do tipo dendrítico, com baixo grau de ramificação (ordem 2), ocorrendo em função do tipo de rocha e das estruturas geológicas e tectônicas presentes na microbacia, padrão encontrado em altitudes elevadas, nas quais as rochas de origem oferecem resistência relativamente uniforme à erosão (BORGES, 2000). Em relação à geologia, esse padrão ocorre preferencialmente quando a rocha dos

substratos é homogênea, como rochas graníticas ou, ainda, no caso de rochas sedimentares ou metassedimentares com estratos horizontais (RICCOMINI *et al.*, 2001).

Já a rede de drenagem da microbacia demonstrou angularidade baixa, ou seja, há mudança pouco evidente e geralmente suave e gradual em relação à direção dos cursos d'água, sendo que esta característica se encontra intimamente relacionada ao elemento orientação, podendo-se mencionar que o rio principal da microbacia - córrego Brejo Comprido - apresentou-se orientado, ou seja, possui basicamente uma direção, conforme descrito por Campos (2006).

No entanto, segundo Strahler (1952), seus tributários são classificados como levemente não orientados em relação à rede de drenagem principal da microbacia, ressaltando-se que a microbacia apresenta grau de controle pequeno nos tributários, o que significa dizer que há uma direção quase predominante no seu padrão de drenagem.

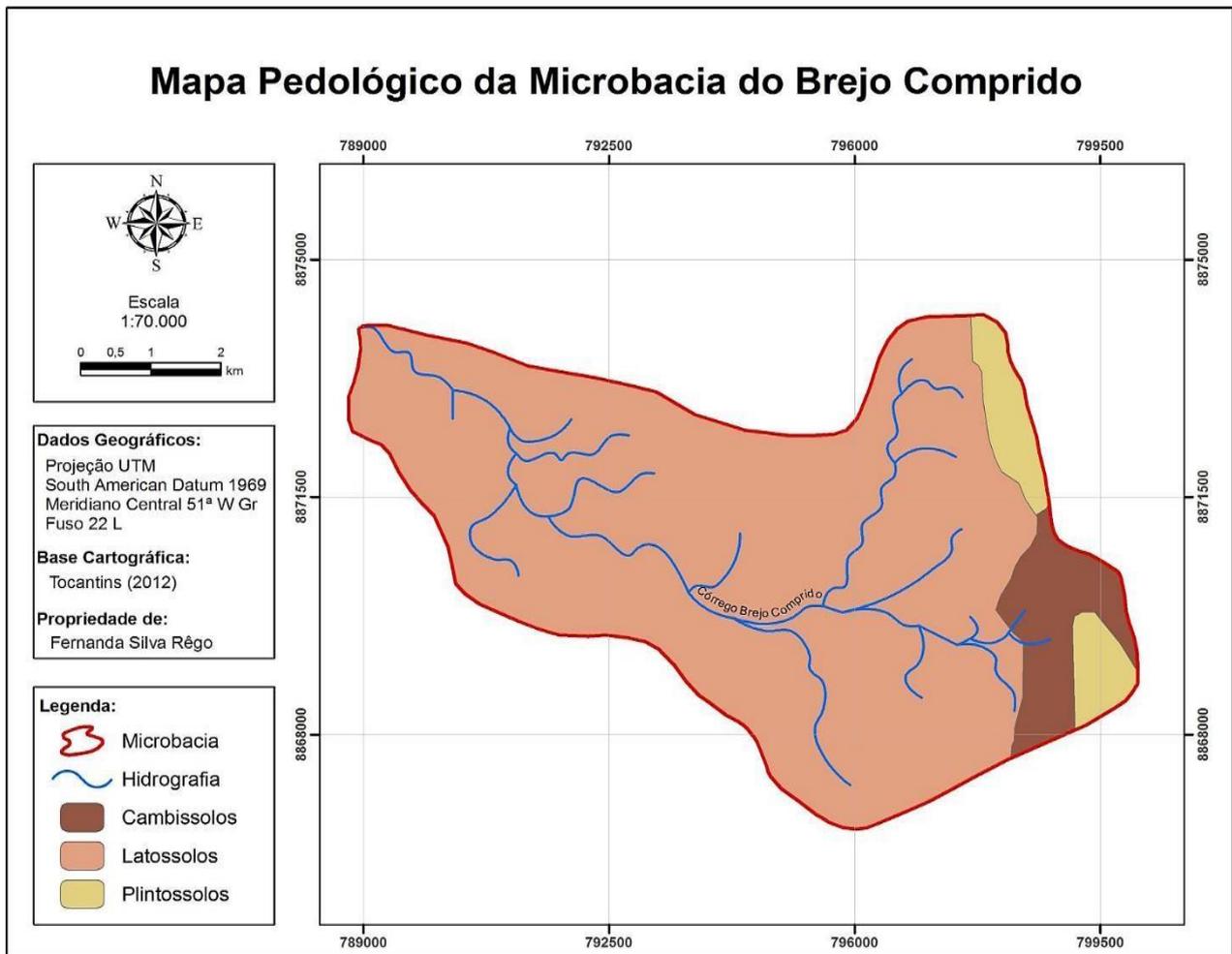


Figura 4. Pedologia da microbacia do Córrego Brejo Comprido, Palmas – TO (Os autores, 2018)

Figure 4. Brejo Comprido's micro basin pedology, Palmas, Tocantins, Brazil (The authors, 2018)

3.3.5. Declividade

Foram constatadas diferentes classes de declividade na microbacia, obtido a partir da extração da base de dados da SEPLAN (2004). A declividade dentro da microbacia varia de 10 a 45%, conforme observado na Figura 6, cuja declividade média é de 6%, sendo esse valor condizente com o relevo suavemente ondulado da região, nos quais o escoamento superficial, para a maior parte dos solos, é médio ou rápido. Fato que pode ser evidenciado conforme a classificação da EMBRAPA (1979) (Tabela 4), onde a bacia se enquadra dentro de “relevo suavemente ondulado”.

3.3.6. Cobertura Vegetal

Regionalmente, a vegetação de cerrado com encravos de matas ripárias junto às drenagens caracteriza muito bem o tipo da vegetação onde se localiza a área de estudo, sobressaindo-se coberturas

vegetais de baixa densidade, gramíneas nativas, com vegetação de maior porte apenas nas margens dos cursos d'água e encostas, como visto na Figura 7.

As matas ripárias variam quanto à largura e composição, mas a vegetação é sempre alta e densa. Na mata ripária da microbacia é comum a presença de palmeiras como o Buriti (*Mauritia* sp.), Inajá-cabeçudo (*Maximiliana* sp.), Macaúba (*Acrocomia* sp.) e Babaçu (*Orbygnia* sp.) (PROJETO OLHO D'ÁGUA, 2005).

O cerrado sentido restrito ralo percorre o curso d'água da microbacia, como pode ser visto na Figura 7, sendo classificado como um tipo de vegetação arbóreo-arbustiva, com a cobertura arbórea de 5% a 20% e altura média de 2 m a 3 m, representando a forma mais baixa e menos densa do Cerrado sentido restrito, no qual o estrato arbustivo-herbáceo é mais destacado que nos outros subtipos de Cerrado em sentido restrito (RIBEIRO e WALTER, 1998).

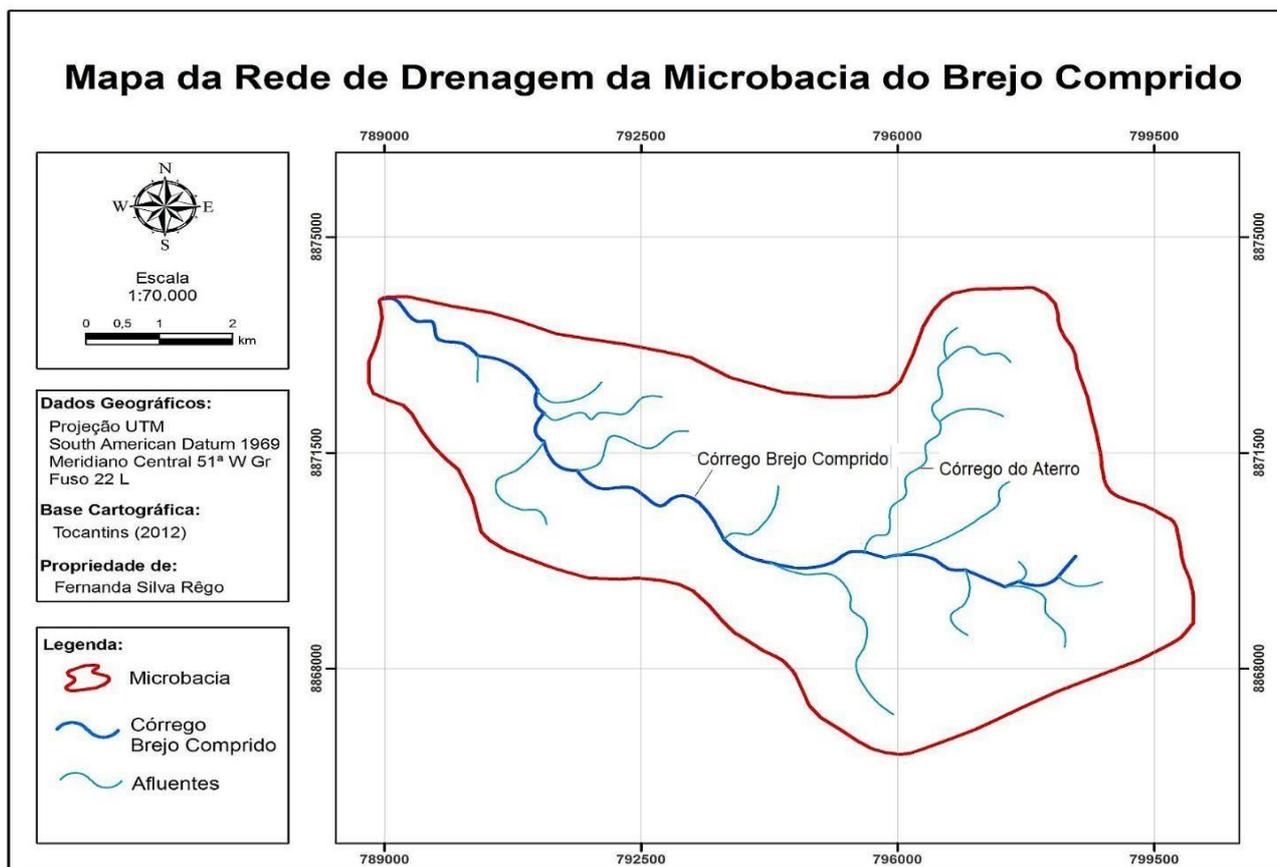


Figura 5. Drenagem da microbacia do Córrego Brejo Comprido e seu principal afluente, em Palmas – TO (Os autores, 2018)

Figure 5. Brejo Comprido's micro basin water drainage and its main affluent in Palmas, Tocantins, Brazil (The authors, 2013)

Tabela 4. Classificação da distribuição da declividade (EMBRAPA, 1979)

Table 4. Declivity distribution classification (EMBRAPA, 1979)

Declividade (%)	Classificação	%
0 - 3	Relevo Plano	3%
3 - 8	Relevo Suavemente Ondulado	8%
8 - 20	Relevo Ondulado	28%
20 - 45	Relevo Fortemente Ondulado	51%
45 - 75	Relevo Montanhoso	10%
> 75	Relevo Fortemente Ondulado	1%

3.3.7. Uso e Ocupação do Solo

O mapa de uso e ocupação do solo (Figura 8) apresenta duas classes principais de uso, sendo elas, a área urbana, com 77,08 %, e os outros 22,92% ocupados por mata preservada, correspondendo à Serra do Lajeado, apresentando habitats úteis à flora e a fauna regional, ao passo que as encostas, nesta região, constituem as áreas com melhores índices de

conservação ambiental, devido à menor interferência antrópica (PROJETO OLHO D'ÁGUA, 2005).

Na área rural da microbacia, de acordo com a SEPLAN, existem 23 propriedades rurais, sendo que nestas há culturas de ciclo curto ou longo e pecuária intensiva, são áreas produtivas sob o ponto de vista agrícola, pastagens e culturas diversas (TOCANTINS, 2011).

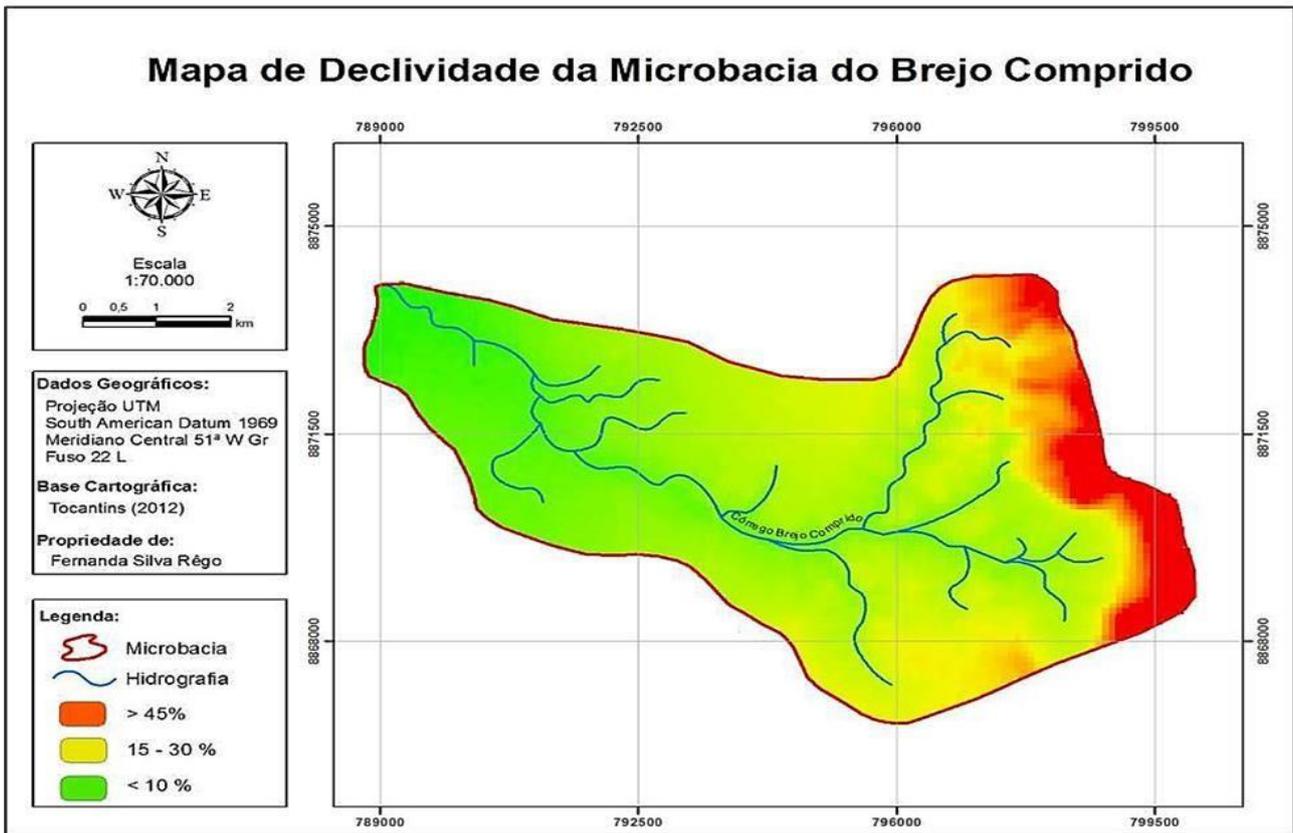


Figura 6. Declividade da microbacia do Córrego Brejo Comprido, Palmas – TO (Os autores, 2018)
Figure 6. Brejo Comprido's micro basin declivity, Palmas, Tocantins, Brazil (The authors, 2018)

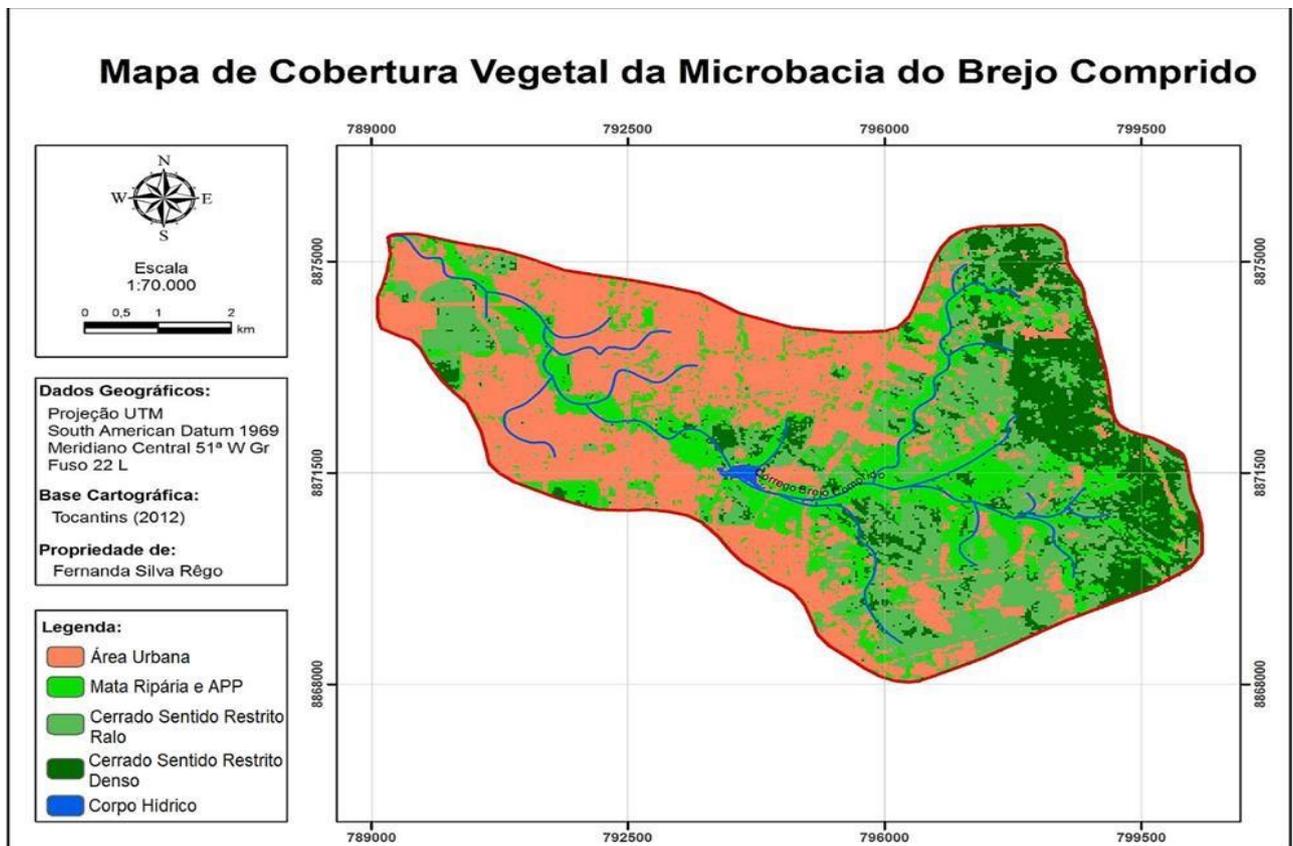


Figura 7. Cobertura vegetal da microbacia do Córrego Brejo Comprido, Palmas – TO (Os autores, 2013)
Figure 7. Brejo Comprido's micro basin vegetal cover, Palmas, Tocantins, Brazil (The authors, 2013)

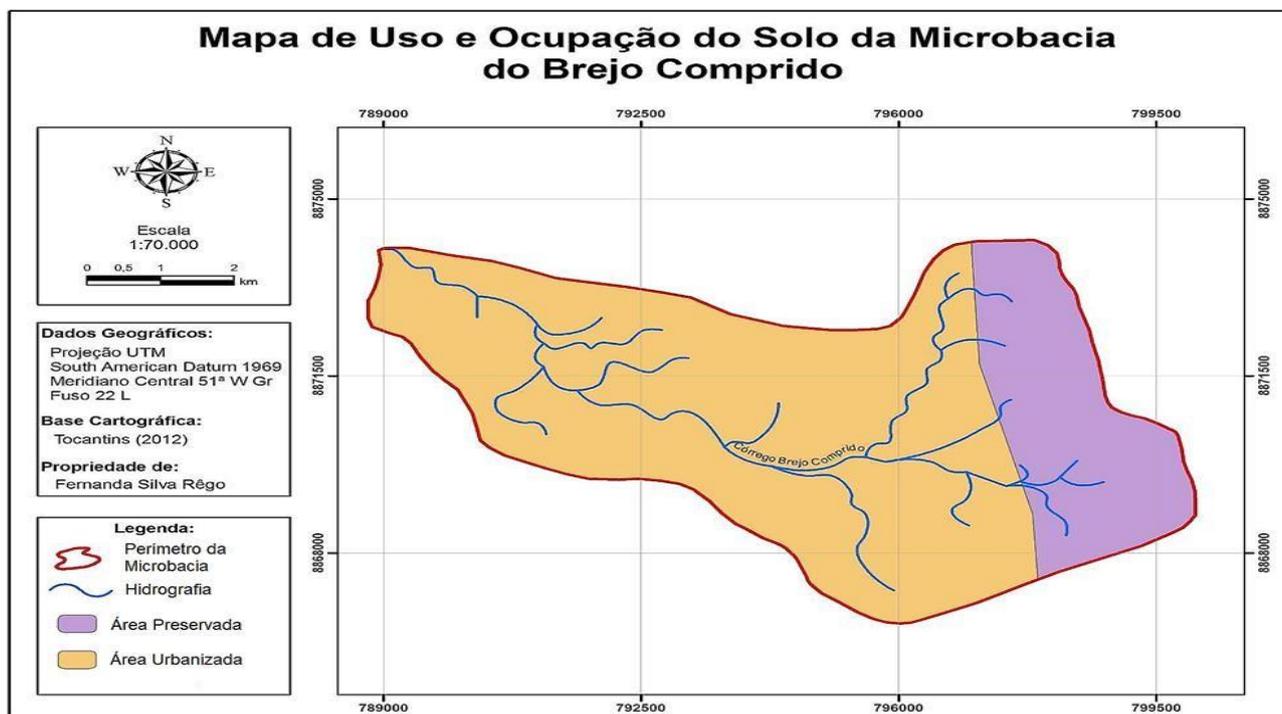


Figura 8. Uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego Brejo Comprido, Palmas – TO (Os autores, 2018)
Figure 8. Brejo Comprido's micro basin land using and occupation, Palmas, Tocantins, Brazil (The authors, 2018)

4. Conclusão

Os mapas temáticos produzidos neste trabalho poderão ajudar no embasamento econômico-político e administrativo de informações, e na tomada de decisão para projetos que visem conhecer e utilizar, de forma sustentável, os recursos naturais da microbacia do Córrego Brejo Comprido. Ferramentas em SIG, para tanto, se fazem fundamentalmente úteis ao controle da exploração do meio ambiente e na estimativa de ações transformadoras futuras. Recomenda-se a execução de estudos futuros que explorem isoladamente cada um dos fatores abordados, a fim de ampliar a gama informacional sobre os ambientes naturais da cidade de Palmas – TO e seu entorno, abrindo vieses para a preservação conjunta dos recursos naturais locais.

5. Referências Bibliográficas

ALVES, L. M. Sistemas de informações geográficas como instrumentos para o planejamento de uso da Terra, em bacias hidrográficas. 1993. 112 p. (**Tese – Doutorado em Ciência Florestal**) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de Feições Geológicas na Morfologia da Bacia do rio

Tanque (MG) baseada no estudo de Parâmetros Morfométricos e Análise de Padrões de Lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.

ARRAIS, M. A. Estudo para a preservação e uso sustentável da área verde urbana do córrego Brejo Comprido em Palmas – TO. **Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo**, Universidade de Brasília, 2009. 243p.

BARBOSA, J. A. Diagnóstico Ambiental e elaboração de uma proposta de plano de uso como subsídio à implantação do parque municipal do Sussuapara, Palmas -TO. **Palmas: UFT**, 2004. 90p.

BORGES, J. D.; MATEUCCI, M. B. A; OLIVEIRA, J. P. J.; TIVERRON, D. F.; GUIMARÃES, N. N. R., Recomposição da vegetação das matas ciliares do rio Meia Ponte e córrego Samambaia na área da Várzea da escola de Agronomia da **UFG**, Goiânia. 1981.

BORGES, J. D.; SILVA, N. F.; XIMENES, P. A.; PINHEIRO, J. B.; CARNEIRO, M. F; SOUZA, E. R. B; SOARES, R. A. B. Estabelecimento e desenvolvimento de espécies arbóreas em recomposição de matas ciliares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.30, n. 5, 2000.

- BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. Estudo da Fisiografia das Bacias Hidrográficas Urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. In: **Rev. Acta Scientiarum**. Human and Social Sciences. v.26, nº2, p.273-285, 2004.
- BRASIL. Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Naturais. Vol. 22, folha SC 22 Tocantins. **MME – Ministério de Minas e Energia**, Rio de Janeiro 1981. 520p.
- CARVALHO, P. E. R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. **Colombo: Embrapa Florestas**. 2000. p. 251 - 268.
- CASTRO, P.; LOPES, J. D. S. Recuperação e conservação de nascentes. Viçosa, MG: **CPT**, 2001. 84p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, n. 18, p. 35-64, 1969.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2ª ed. São Paulo, **SP: Edgard Blücher**, 1980.
- COSTA, T. C. C., SOUZA, M. G., BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). **Revista Árvore**, v.20, n.1, p.129-135, 1996.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C. Capítulo 1: Apresentação. In: CÂMARA, G; DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2002.
- EMBRAPA, Zoneamento Agroecológico do estado do Tocantins, 1999. Disponível em: **<<http://www.zaeto.cnpm.embrapa.br/html>>**
Acesso em: 12 de Out de 2011.
- FEITOSA, T. B. Dinâmica hidrossedimentológica de duas sub-bacias hidrográficas localizadas no Estado do Tocantins. **ABES**, Palmas Tocantins, n., p.121-129, 18 ago. 2011.
- GUARDA, S, D, M. Expansão Urbana do Entorno do Lago do Município de Palmas – TO (1990, 1993, 1999, 2002, 2005): Acompanhamento por dados de sensoriamento remoto. **Dissertação de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente – Universidade Federal do Tocantins**, Palmas – TO. 2006. 129p.
- GUIMARÃES, L. T. Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição de resíduos na bacia do Paquequer, município de Teresópolis – RJ. 2000. 163 p. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro.
- HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydro physical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, v.56, pp. 275-370, 1945.
- IBGE, Disponível em: **<www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=17>**.
- MOREIRA, A. A. Identificação de conflito no uso da Terra em uma microbacia hidrográfica. 1999. 61 p. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, MG.
- MOREIRA, A. A.; SOARES, V. P.; Ribeiro, J. C.; SILVA, E.; RIBEIRO, C. A. A. S. Determinação de áreas de preservação permanente em uma microbacia hidrográfica a partir de fotografias aéreas de pequeno formato. In: **XI SBSR**, 2003, Belo Horizonte, MG. Anais NPE, 2003. p. 1381-1389.
- MOSCA, A. A. O. Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas. 2003. 96p. **Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo**, Piracicaba, 2003.
- OLIVEIRA, M. J. Proposta metodológica para delimitação automática de Áreas de Preservação Permanente em topos de morro e em linha de cumeada. 2002. 53p. **Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2002.
- RANZANI, G. Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Município de Palmas. 2002. 85p. **Rede de Sementes do Cerrado**. Disponível em: **<www.rededesementes-docerrado.com.br>**. Acesso em: 03 de jun. 2013.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de

(Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: **Embrapa-CPAC**, 1998. cap.3, p.89-166.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE (**SEPLAN**). Serviços de consultoria para elaboração do plano das bacias hidrográficas do entorno de Palmas- Tocantins (Estratégias de usos das águas superficiais e subterrâneas). Palmas, 2004. 73p.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E TURISMO (**SEMATUR**). Projeto Olho d'água. Recuperação e proteção ambiental compartilhada da microbacia do córrego Brejo Comprido. SEMATUR, Palmas, 2005.

SILVA, A. M.; MELLO, C. R. Apostila de Hidrologia. **Universidade Federal de Lavras**. 1998. Disponível em: www.deg.ufla.br/Irriga%C3%A7%C3%A3o/Disciplinas/ENG%20170/hidrologia_eng_170.htm. Acesso em: 10 maio 2013.

SILVA, L. *et al.* Caracterização geomorfométrica e mapeamento dos conflitos de uso na bacia de drenagem do Açude Soledade. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 112-122, 2010.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, Washington, v. 38, n.6, p. 913-920, 1957.

TOCANTINS. **Governo do Tocantins**. Disponível em: <http://to.gov.br/palmas/661>>. Acesso em: julho, 2013.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, v.20, p.137-157, 2007.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: **McGraw-Hill do Brasil**, 1975. 245p.