



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS COM
GEOPROCESSAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO
DA ONÇA EM TRÊS LAGOAS/MS**

ANDRE LUIZ DA SILVA MELO

**TRÊS LAGOAS/MS
2015**

ANDRE LUIZ DA SILVA MELO

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS COM
GEOPROCESSAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO
DA ONÇA EM TRÊS LAGOAS/MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
– Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de
Concentração Análise Geoambiental e Produção do
Território, como exigência final para obtenção do Título de
Mestre em Geografia, sobre orientação do Prof. Dr.
Arnaldo Yoso Sakamoto.

**TRÊS LAGOAS/MS
2015**

Ficha catalográfica

Melo, Andre Luiz da Silva.
Análise das Características Ambientais com
Geoprocessamento na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça
em Três Lagoas/MS. Andre Luiz da Silva Melo. – UFMS, Três
Lagoas, 2015.
94 f. : il. color.

Orientador: Sakamoto, Arnaldo Yoso.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, 2015. Área de Concentração: Análise Geoambiental e
Produção do Território. Três Lagoas, 2015.

Análise Ambiental. 2. Análise Sistêmica. 3. Bacia
Hidrográfica. 4. Geoprocessamento.

TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS COM GEOPROCESSAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA EM TRÊS LAGOAS/MS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do Território, como exigência final para obtenção do Título de Mestre em Geografia, sobre orientação do Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Orientador: PROF. DR. ARNALDO YOSO SAKAMOTO
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/CPTL

PROF. DR. WALLACE DE OLIVEIRA
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/CPTL

PROF. DR. FREDERICO DOS SANTOS GRADELLA
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/CPTL

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus, por ter me dado vida, saúde e a oportunidade de realizar mais um sonho, mesmo com tantos obstáculos e desafios, ele foi mais uma vez meu socorro presente.

À Instituição que abriu suas portas para mim, a Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, através do Programa de Pós-Graduação em Geografia, que teve no papel dos professores Arnaldo Yoso Sakamoto e Wallace de Oliveira, quem acreditasse em uma ideia e projeto de pesquisa e me dessem a oportunidade de trabalhar neste projeto.

Ao meu grande amor Beatriz Melo, pelo apoio, críticas e torcida para que eu concluísse este mestrado, que ficou com o coração na mão todas as vezes que tinha um problema sério, agradeço pelos lanchinhos quando as horas já avançavam, a ela devo agradecer de forma muito especial.

Aos meus queridos pais, Luíza e Donizete, pelo amor inexorável que sempre demonstraram das mais variadas formas, pelas muitas orações durante as minha caminhada, pela compreensão nos momentos de impaciência, ausência e cansaço ao longo deste ano de estudo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto, pela paciência e também pelas críticas que propiciaram uma nova abordagem sobre o assunto, pelo acompanhamento e pela revisão do estudo sem, contudo, interferir de forma a descaracterizar meu texto, sabendo respeitar a minha individualidade e forma de pensar.

Aos membros titulares e suplentes da banca de qualificação, o Dr. Wallace de Oliveira e Dr. Frederico do Santos Gradella titulares e Dr. André Luiz Pinto, por suas valiosas contribuições que enriqueceram o meu trabalho.

Aos alunos, docentes e funcionários do Programa de Pós graduação em Geografia, em especial ao Cesar Ferreira, pela crítica construtiva, pela competência e momentos compartilhados nesta jornada.

Aos meus colegas de trabalho na Prefeitura Municipal de Três Lagoas/MS, em especial ao Otony Ávila Ornellas, que sempre me pergunta quando vai ser a dissertação, me forneceu valiosas informações e tenho certeza que fica na torcida.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

O meu muito obrigado!!!!

*“O mundo é formado não apenas pelo que já existe,
mas pelo que pode efetivamente existir.”*
Milton Santos

RESUMO

Com o avanço econômico e tecnológico, os ecossistemas naturais são substituídos pelos agroecossistemas e pela paisagem urbana. Esse processo tem início com a substituição parcial da cobertura vegetal nativa por áreas de culturas ou pastagem necessárias para a expansão urbana, produção de alimentos, criação de gados, celulose e de outros produtos agrícolas. A Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, localizada na área urbana de Três Lagoas/MS, possui perímetro de aproximadamente 86.200 metros e área aproximadamente 13.246,00 hectares, sendo o principal destino do esgoto e drenagem urbana. A partir da caracterização ambiental, o trabalho tem como objetivo utilizar o geoprocessamento para análise ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça em Três Lagoas/MS. A caracterização do uso e ocupação do solo apresentou alterações significativas relacionadas à expansão urbana, pastagens e silvicultura, e redução das áreas de vegetação natural ou arbustivas, mudança detectada entre 2009 e 2014. Quanto à análise morfométrica obteve-se informações quanto às características de área, forma e de drenagem da bacia Hidrográfica. Informações obtidas com apoio de geoprocessamento indicaram a baixa suscetibilidade, de acordo com estes parâmetros a inundações, a bacia não seria suscetível a inundações, no entanto a forma de ocupação e obstrução das drenagens naturais tornam vários pontos suscetíveis à inundação. Na análise das zonas ripárias, realizada através de buffers, a partir dos canais e lagoas, e recorte do uso e ocupação do solo para estes locais, foi possível constatar a pressão que as atividades antrópicas estão exercendo sobre as zonas ripárias, comprometendo as funções de proteção, com impactos confirmados através de análise foto descritivos, inclusive com lançamento do esgoto no corpo hídrico, de forma que os resultados indicam que os recursos ambientais estão sendo usados de forma inadequada, com alterações na qualidade ambiental, de água, vegetação e processos erosivos resultantes do manejo inadequado do solo e ausência de matas ciliares. A análise sistêmica, aplicada à análise ambiental da Bacia Hidrográfica com uso de geoprocessamento possibilitou avaliação espacial do ambiente, como subsídio para propor intervenções na gestão da Bacia Hidrográfica e subsídios técnicos para os gestores municipais.

Palavras-chave: Análise ambiental. Análise Sistêmica. Bacia Hidrográfica. Geoprocessamento.

ABSTRACT

With economic and technological advancement, natural ecosystems are replaced by agroecosystems and urban landscape. This process begins with the partial replacement of native vegetation for crops or grazing areas needed for urban expansion, food production, and creation of cattle, pulp and other agricultural products. The Watershed "Córrego da Onça", located in the urban area of Três Lagoas / MS, has perimeter of approximately 86,200 meters and area approximately 13,246.00 hectares, the main destination of wastewater and urban drainage. From the environmental characterization, the study aims to use GIS for environmental analysis Integrated in Hydrographic Basin. The characterization of land use and occupation showed significant changes related to urban sprawl, grazing and forestry, and reduction of areas of natural or shrub vegetation changes detected between 2009 and 2014. As for the morphometric analysis we obtained information on the area characteristics, shape and drainage of the hydrographic basin. Information obtained with GIS support indicated the low susceptibility, according to these parameters to flooding; the basin would not be susceptible to flooding, though the form of occupation and obstruction of natural drainage make several points susceptible to flooding. In the analysis of riparian zones held by buffers from the canals and lagoons, and cropping land use and occupation for these sites, it determined the pressure that human activities are having on the riparian areas, compromising the functions of protection, with confirmed impacts through descriptive photo analysis, including release of sewage into the water body, so that the results indicate that environmental resources are being used inappropriately, with changes in environmental quality, water, vegetation and erosion resulting from inadequate soil management and lack of riparian forests. The systemic analysis applied to environmental analysis of the river basin with use of GIS has enabled spatial assessment of the environment, as a subsidy to propose interventions in the management of the Basin and technical support for municipal managers

Keywords: Environmental analysis. Systemic analysis. Hydrographic Basin. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA E DAS FASES DE TRABALHOS.	20
FIGURA 2: ARQUITETURA DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.	36
FIGURA 3: LAYOUT DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS SAGA-GIS.	37
FIGURA 4: COMBINAÇÃO ENTRE AS FAIXAS RECOMENDADAS PELA CRJC E OS RESULTADOS OBTIDOS PELOS ESTUDOS PESQUISADOS.	44
FIGURA 5 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO REFERENTE À DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS	47
FIGURA 6: FASES ALTERNATIVAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.	49
FIGURA 7: MAPA COM A DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA. ...	52
FIGURA 8: MAPA DE ASSOCIAÇÕES PEDOLÓGICAS.	54
FIGURA 9: MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO CÓRREGO DA ONÇA.	57
FIGURA 10: MAPA DE DOMÍNIOS DE VEGETAÇÃO CONFORME CLASSIFICAÇÃO IBGE.	59
FIGURA 11: MAPA HIPSOMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA.	62
FIGURA 12: CURVA HIPSOMÉTRICA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA.	63
FIGURA 13: PERFIL LONGITUDINAL DO CANAL PRINCIPAL DO CÓRREGO DA ONÇA - TRÊS LAGOAS/MS, 2014.	64
FIGURA 14: PERFIS TRANSVERSAIS (A) LAGOA MAIOR E (B) CÓRREGO ONÇA E BRASÍLIA. ...	64
FIGURA 15: MAPA DE DECLIVIDADE E DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA - TRÊS LAGOAS/MS, 2014.	65
FIGURA 16: MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL DA BACIA DO CÓRREGO DA ONÇA.	66
FIGURA 17: MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL.	67
FIGURA 18: USO DO SOLO NAS ZONAS RIPÁRIAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA.	69
FIGURA 19: LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO.	72
FIGURA 20: ZONA RIPÁRIA, ÁREA URBANA NOS PONTOS 4 E 5.	73
FIGURA 21: ZONA RIPÁRIA NO PONTO 4 COM EROÇÃO PELA DRENAGEM URBANA.	73
FIGURA 22: VISÃO GERAL NO PONTO 6 DA ZONA RIPÁRIA EM ÁREA RURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA.	74

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DE MEANDROS.	26
TABELA 2: CLASSE DE FRAGILIDADE ADOTADO NO ESTUDO EM FUNÇÃO DA DECLIVIDADE.	41
TABELA 3: CLASSE DE FRAGILIDADE E TIPOS DE SOLOS.	41
TABELA 4: GRAUS DE PROTEÇÃO E TIPOS DE COBERTURA VEGETAL.	42
TABELA 5: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS TIPOS DE SOLO.	53
TABELA 6: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.	56
TABELA 7: CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA (TRÊS LAGOAS-2014).	61
TABELA 8: CLASSE DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA, TRÊS LAGOAS/MS, 2015.	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGIT	-	<i>Conference and Exhibition on Applied Geoinformatics</i>
APP	-	Área de Preservação Permanente
BHRP	-	Bacia Hidrográfica do Rio Paraná
CRJC	-	<i>Connecticut River Joint Commissions</i>
GIS	-	<i>Geographic Information System</i>
GNU	-	<i>General Public License</i>
GUI	-	<i>Graphical User Interface</i>
IBAMA	-	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	-	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INPE	-	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IMASUL	-	Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul
MDT	-	Modelo Digital do Terreno
MNT	-	Modelo Numérico do Terreno
PNRH	-	Política Nacional de Recursos Hídricos
SAGA	-	<i>System for Automated Geoscientific Analyses</i>
SANESUL	-	Saneamento do Estado de Mato Grosso do Sul
SER	-	<i>Society for Ecological Restoration</i>
SIG	-	Sistema de informações geográficas
SOBRADE	-	Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas
SRTM	-	<i>Shuttle Radar Terrain Mission</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	Objetivo Geral	17
2.1	Objetivos Específicos	17
3	PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.....	19
3.1	Procedimentos de Geoprocessamento	20
3.2	Características Morfométricas da Bacia Hidrográfica.....	22
4	REFERENCIAL TEÓRICO	29
4.1	A Bacia Hidrográfica.....	29
4.2	Geossistema e a Visão Sistêmica na Geografia Física.....	32
4.3	Geoprocessamento	33
4.4	Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica por Geoprocessamento	38
4.5	Análise da Fragilidade Ambiental	39
4.6	Zoneamento e Diagnóstico de Zonas Ripárias	42
4.7	Degradação Ambiental X Contaminação Ambiental	46
4.8	Urbanização e seus Impactos ao Meio Ambiente	47
4.9	Recuperação de Áreas Urbanas Degradadas.....	48
4.10	Delimitação da Área de Estudo.....	51
4.11	Pedologia	53
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1	Caracterização do Uso do Solo.....	56
5.2	Vegetação	58
5.3	Características Físicas e Morfométricas da Bacia Hidrográfica	59
5.4	Classificação da Fragilidade Potencial no Córrego da Onça	65
5.5	Classificação da Fragilidade Ambiental no Córrego da Onça...	67
5.6	Condições encontradas nas zonas ripárias.....	69
5.7	Análise Foto Descritiva da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça	71
6	PROPOSIÇÕES.....	76
7	CONCLUSÕES	79
8	REFERÊNCIAS.....	83

1 INTRODUÇÃO

A análise ambiental integrada ou análise sistêmica utiliza-se de ferramentas de geoprocessamento para mapeamento das características ambientais e da fragilidade ambiental de Bacias Hidrográficas (CRHISTOLETTI, 1981).

O município de Três Lagoas no Mato Grosso do Sul, é um local em plena expansão, onde todos os anos há a implantação de novas indústrias e novos loteamentos, aumentando a demanda por espaço e recursos naturais, que tem causado impactos na qualidade ambiental e sérios problemas na destinação do esgoto e drenagem de águas pluviais, tendo como bacia de sacrifício a Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, que é um afluente da margem esquerda da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná.

O conceito de bacia hidrográfica difundiu-se e consolidou-se no mundo na década de 1970, em consequência da necessidade de promover a recuperação ambiental e a manutenção de recursos naturais escassos como a água (GONZAGA, 2008). São unidades de estudo e planejamento (ASSAD; SANO, 1993).

A escolha desta delimitação espacial, está fundamentada na Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política de Recursos Hídricos e na qual se adota a Bacia Hidrográfica como unidade de estudo da interação entre a rede de drenagem e as populações locais, o que envolve o uso desses recursos e os impactos das atividades humanas para os usos múltiplos atuais e futuros da água (GONZAGA, 2008).

Neste contexto, a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial utilizada em estudos de gestão para o planejamento territorial, parte fundamental dos estudos relacionados à rede de drenagem, com função relevante para compreensão do espaço geográfico e no desenvolvimento de projetos e ações para a melhoria das condições ambientais (BRIGUENTI, 2005).

A bacia hidrográfica estudada é o Córrego da Onça, que é afluente à margem direita do Rio Paraná, Bacia Hidrográfica localizada no município de Três Lagoas, no Estado de Mato Grosso do Sul.

A análise foi realizada no ano de 2014, momento em que o município passa por um processo de expansão urbana e que o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica sofre profundas e irreversíveis mudanças causadas pela

urbanização, que representa um retrato deste momento, observada com utilização de imagens de satélite.

A escolha da área se deu devido os problemas socioambientais presentes na Bacia hidrográfica do Córrego da Onça, oriundo de processo de uso, ocupação e manejo da terra de forma degradante, tais como: urbanização, pecuária extensiva e silvicultura, sem que se preservasse as matas ciliares ou zonas ripárias a elas relacionadas para atender a expansão urbana e a demanda de papel e celulose.

Esses processos influenciaram no desmatamento desordenado, alterando o sistema natural, removendo a vegetação ripária, causando graves danos à qualidade da água e solo da bacia hidrográfica, como sendo os aspectos ambientais degradados significativos para intervenção (CARVALHO, 2010).

Assim como devido à peculiaridade da bacia hidrográfica em questão demanda-se um estudo para compreensão de suas características físicas e de ocupação de forma a mapear sua fragilidade ambiental frente ao grau de degradação ambiental a que está submetido esse recurso hídrico tão importante para a qualidade de vida dos mais de 101.791 habitantes conforme CENSO 2010 do IBGE (2010).

2 OBJETIVO GERAL

- Utilizar o geoprocessamento para análise ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça em Três Lagoas/MS.

2.1 Objetivos Específicos

- Mapear as características físicas da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça;
- Analisar as características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça;
- Entender a suscetibilidade natural dessa bacia às inundações, conforme suas características morfométricas;
- Gerar Mapa Diagnóstico da Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Para análise da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, primeiramente utilizou-se de SIG para geoprocessamento, analisando diferentes fatores de forma Sistemica e Integrada, pela qual realizou delimitação da bacia hidrográfica; obtenção do mapa hipsométrico; declividade e uso e ocupação do solo; delimitação de zonas ripárias e fragilidade ambiental.

Como confronto dos resultados, foi realizada análise foto descritiva em campo de seis pontos da Bacia hidrográfica, utilizando-se os critérios de maior fragilidade ambiental e pressão antrópica, diversidade de uso da terra, sistema de drenagem e canalização da bacia em estudo.

O levantamento fotográfico e visita de campo foi executado no período da tarde, entre 15:00 e 18:00 horas, no dia 22 de julho de 2014.

O trabalho foi realizado em várias fases, conforme indicado na Figura 1 e citadas a seguir:

Inventário: Imagem de Satélite (Landsat 8, órbita 223, 224); Imagem de Radar SRTM (imagem SF-22-V-B); Mapa Pedológico e Estudos Anteriores sobre a Bacia Hidrográfica (CARVALHO, 2010).

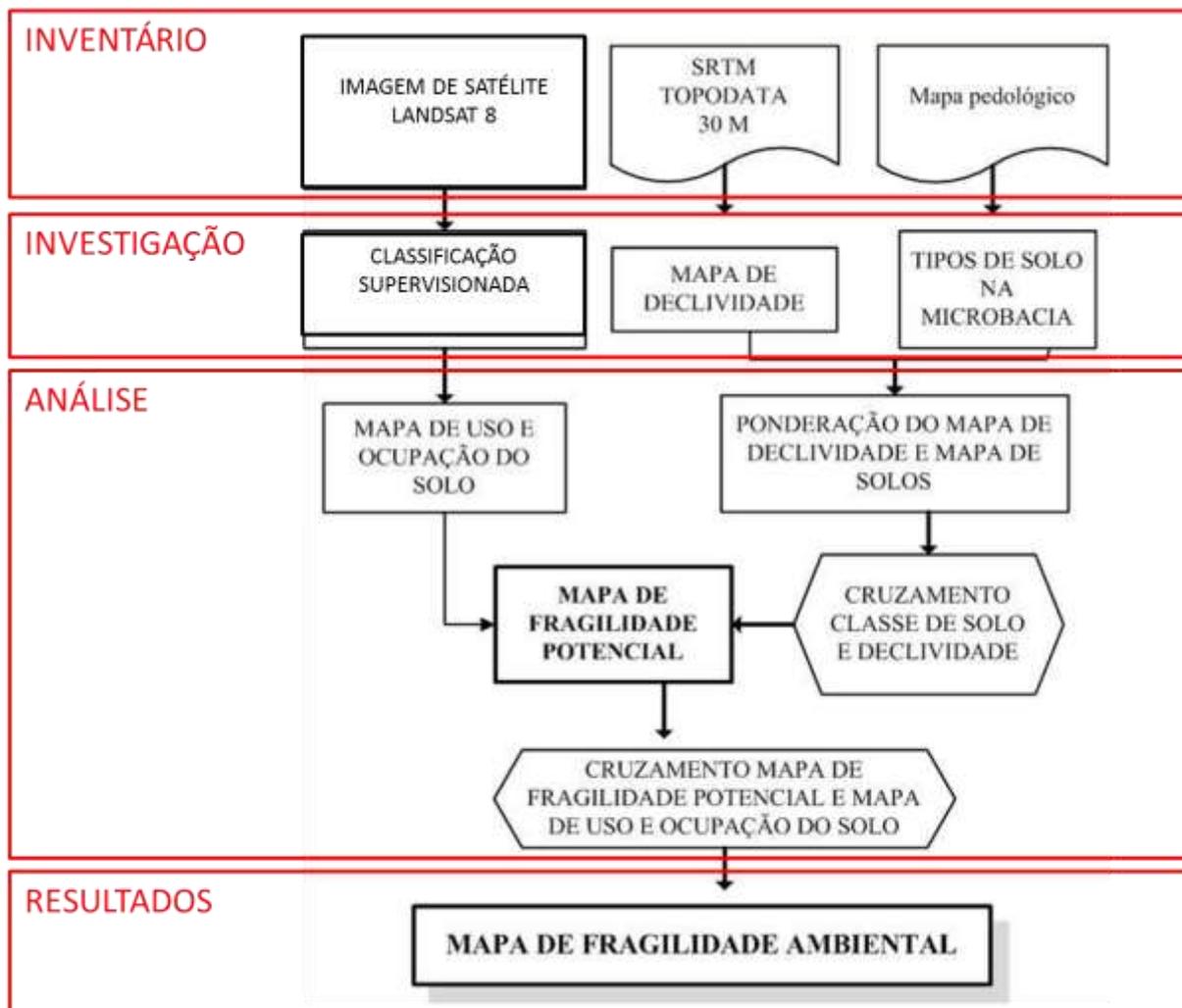
Investigação: Geoprocessamento para Classificação do Uso do Solo (SAGA GIS), Processamento do SRTM para obtenção das Declividades e informações Morfométricas (quantitativas) da Bacia e do Canal (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Análise: Ponderações e álgebra de mapas (ROSS, 1994).

Resultados: Planilha da Análise Morfométrica; Mapas Temáticos, Zonas Ripárias; Uso do Solo e Mapa de Fragilidade Ambiental.

3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Figura 1: Fluxograma da metodologia e das fases de trabalhos.



Fonte: Adaptado de Franco et al.(2010).

Como ferramenta utilizada na integração dos dados e informações, foi utilizado ferramenta de geoprocessamento, conforme citadas a seguir.

3.1 Procedimentos de Geoprocessamento

Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento na estruturação de um banco de dados em um Sistema de Informações Geográficas, onde foram concentradas informações do ambiente antrópico, físico, de fauna e flora da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, assim como as áreas de degradação ambiental na mesma, e elaborados os mapas utilizado no trabalho, com apoio do Software SAGA-System for Automated Geoscientific Analyses, versão 2.2.0.

3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Diante do exposto, e com o desenvolvimento tecnológico atual elaboram-se estudos através das Geotecnologias (sensoriamento remoto, cartografia automatizada, SIG, geoprocessamento), que geram informações sobre a superfície da Terra, além de terem se tornado fundamental nos estudos ambientais.

O processamento das informações espaciais foi desenvolvido com auxílio ferramentas de geotecnologia e geoprocessamento, utilizando-se de dados obtidos de Planta Topográfica do Exército, imagens SRTM e Landsat 8 e realizado para elaborar mapas que identificam aspectos relativos a características físicas da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

O tema e local foram escolhidos devido à relevância e influência dessa Bacia Hidrográfica para o município de Três Lagoas. Foi realizada a delimitação da bacia hidrográfica com uso de um Sistema de Informação Geográfica e metodologias de geoprocessamento a partir de um Modelo Digital do Terreno (MDT) obtido a partir da *Shutter Radar TerrainMission* (SRTM), seguindo-se as seguintes etapas:

- Escolha da Carta e Delimitação de área abrangendo uma Bacia Hidrográfica.
- A classificação morfológica da drenagem, seguindo-se padrões de forma, tipo de drenagem e classificação de rios, genética e geométrica, e a sua dinâmica fluvial, erosão fluvial, transporte e deposição de sedimentos, leito dos rios através de levantamentos foto descritivos.
- Curvas de Nível, extraída a partir do Modelo Digital do Terreno da imagem SRTM 30m.
- Uso e Ocupação do Solo: Obtida a partir de imagem LANDSAT 8.
- Imagens de Satélite – Geoprocessamento para análise e gestão ambiental a partir das imagens LANDSAT8 e SRTM.
- Softwares de geoprocessamento e edição de texto: Microsoft Word 2010, Power Point 2010 e SAGA-GIS Versão 2.2.0.

Foi realizado o levantamento bibliográfico da temática abordada a fim de se obter conceitos e metodologias para a posterior elaboração da pesquisa. Posteriormente, foi utilizada a carta topográfica de Três Lagoas, Folha SF-22-V-B-V MI 2593, e com os dados desta etapa foi delimitada a área e localização da Bacia Hidrográfica. Utilizou-se dos dados SRTM obtidos a partir do IBGE, especificamente

da malha SF 22 B, de onde foi extraído por geoprocessamento no SAGA-GIS, informações do contorno da bacia, curvas de nível, hipsometria e declividade.

3.2 Características Morfométricas da Bacia Hidrográfica

Elaborou-se também um estudo das características morfométricas da bacia a partir do software SAGA-GIS que provém dados relativos aos eixos da bacia, comprimento total das drenagens, área e perímetro da bacia. A partir dessa base foram obtidos dados de diferentes características físicas, como: área da bacia, perímetro, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade, altitude, densidade de drenagem, Índice de sinuosidade e ordem dos cursos d'água.

A metodologia proposta para análise das características morfométricas da bacia hidrográfica em estudo foram as propostas Christofolletti (1981), onde se quantifica as características físicas da bacia hidrográfica, indicando a suscetibilidade por exemplo a inundações, como descritas a seguir:

- **Perímetro:** O perímetro de uma bacia é determinado a partir da delimitação topográfica, ou seja, das cotas mais altas, da área de drenagem. O divisor topográfico é o meio de representar o divisor de águas de uma bacia. Este divisor é uma linha imaginária que une os pontos de maior cota ao redor da bacia dividindo assim as águas da precipitação que escoam para essa bacia ou contribuem para as bacias vizinhas.

- **Área de drenagem total:** A área de drenagem total de uma bacia é representada pela área plana compreendida dentro dos limites dos divisores topográficos. Em áreas urbanas as águas das bacias vizinhas são transpostas através de tubos e galerias para a área de drenagem da outra bacia.

- **Comprimento axial:** O comprimento axial é a distância medida em linha reta entre a foz do rio e o ponto, do perímetro, mais distante.

- **Coeficiente de compacidade ou Índice de Gravelius:** O índice de Gravelius (K_c) relaciona o perímetro da bacia com um círculo de área igual à mesma. Quanto mais irregular for a forma da bacia, maior deverá ser este índice. Um coeficiente pequeno, ou mínimo, corresponderia a uma bacia de forma circular. Se os outros fatores forem iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais

3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente. Sua contagem inicia em 1 (um).

$$Kc = 0,282 (P/ A^{0,5}) \quad (1)$$

Onde:

Kc = Coeficiente de compacidade (adimensional)

P = Perímetro da bacia (km)

A = Área de drenagem total da bacia (km²)

- **Fator de forma:** O fator de forma constitui outro indicador da maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia. Um fator de forma baixo indica que a bacia está menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma. Este índice é dado pela razão entre a área e o comprimento axial da bacia. Quando o Fator de Forma é baixo, a tendência de enchentes será pequena. Isto se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa, com Fator de Forma baixo, haja menor probabilidade de ocorrências de cheias intensas cobrindo simultaneamente toda a extensão da mesma. Além disso, a contribuição dos tributários atinge o curso da água em vários pontos ao longo da extensão do rio principal, afastando-se da condição anterior da forma circular na qual o deflúvio está mais propenso a se concentrar em um único ponto. Varia de 0 (zero) a 1 (um)

$$Kf = A / (L^2) \quad (2)$$

Onde:

Kf = Coeficiente de forma (adimensional)

A = Área de drenagem da Bacia Hidrográfica (km²)

L = Comprimento da bacia medido pelo curso da água mais longo desde a foz até a nascente mais distante (km)

Deve-se ser considerados como propriedades morfométricas as características do Relevo, onde são abordados os seguintes itens:

- **Declividade média da Bacia Hidrográfica:** A declividade dos terrenos de uma Bacia Hidrográfica tem grande influência na velocidade de escoamento superficial, acelerando ou diminuindo o tempo que a água da chuva leva para atingir o curso de água principal. Isso afeta o tempo de concentração, a magnitude dos picos de enchente, as tendências de infiltração (maiores ou menores) e a suscetibilidade à erosão dos solos. Um dos métodos utilizados para obter a

declividade média da Bacia Hidrográfica é o método das quadrículas associado a um vetor (VILLELA e MATTOS, 1980). Esta metodologia consiste em determinar a distribuição percentual das declividades do terreno por meio de uma amostragem estatística de declividades normais às curvas de nível em um grande número de pontos na bacia. Estes pontos podem ser locados num mapa topográfico da bacia por meio de um quadriculado que se traça sobre o mesmo. A declividade pode ser expressa em porcentagem (%) ou em metro por metro (m/m).

- **Declividade mediana da Bacia Hidrográfica:** Após obter os valores da declividade média da Bacia Hidrográfica, uma curva com o perfil do terreno foi traçada. A declividade mediana pode ser analisada sendo definida como a declividade para a qual 50% dos valores situam-se acima, e, 50% situam-se abaixo desse valor.

Como itens que compõem as características da Rede de Drenagem, descreve-se os elementos a abaixo:

- **Comprimento total dos cursos de água:** O comprimento total dos cursos da água é a soma do comprimento de todos os rios, existentes na Bacia Hidrográfica.

- **Ordem dos cursos de água:** A ordem dos cursos da água é uma classificação que reflete o grau de ramificações ou bifurcações do curso da água principal da bacia. Para tal, adotou-se os critérios da classificação de Strahler(1952), que considera de primeira ordem os canais que não possuem tributários, mesmo sendo nascentes dos rios principais e afluentes. Os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem; os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem sucessivamente.

- **Densidade de drenagem:**A densidade de drenagem é um indicador expresso pela relação entre o comprimento total dos cursos da água da bacia e a sua área total. A densidade de drenagem está numa relação inversa à extensão do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia.

$$Dd = Lt / A \quad (3)$$

Onde:

Dd = Densidade de drenagem (km/km²)

3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

L_t = Comprimento total dos cursos de água (km)

A = Área de drenagem da Bacia Hidrográfica (km²)

O índice varia de 0,5 Km/Km² para bacias com drenagem pobre e 3,5km/km² ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas.

- **Extensão média do escoamento superficial:** A extensão média do escoamento superficial representa a distância média que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma determinada bacia, caso o escoamento fosse em linha reta, desde onde a chuva caiu até o ponto mais próximo no leito de um curso de água qualquer da bacia. Considerando que uma bacia de área A tem um curso de água de extensão L_t passando pelo seu centro, e ela possa ser representada por uma área de drenagem retangular, a extensão do escoamento superficial deu-se pela expressão:

$$E_s = A / 4(L_t) \quad (4)$$

Onde:

E_s = Extensão média do escoamento superficial (km);

A = Área de drenagem da Bacia Hidrográfica (km²);

L_t = Extensão total dos cursos da água (km).

Esta expressão indica que a Extensão Média do Escoamento Superficial é igual à quarta parte do recíproco da Densidade de Drenagem. Embora a extensão do escoamento superficial que efetivamente ocorre sobre os terrenos possa ser bastante diferente dos valores determinados pela equação, devido a diversos fatores de influência, este índice constitui uma indicação da distância média do escoamento superficial.

- **Sinuosidade do canal:** A sinuosidade é definida como a relação entre o comprimento do canal principal da nascente até a foz e a distância mais curta, em linha reta, entre estes mesmos pontos. Este é um dos fatores que controlam a velocidade do escoamento superficial. É dada por:

$$S = L_p / L_v \quad (5)$$

Onde:

S = Sinuosidade (adimensional)

L_p = Comprimento do curso de água principal (km)

L_v = Comprimento do talvegue do rio principal (km)

Conforme classificação proposta por Schumm (CHRISTOFOLLETI, 1981) temos:

Tabela 1: Classificação de meandros.

Classe	Índice de Sinuosidade
Meandros tortuosos	2,3
Meandros irregulares	1,8
Meandros regulares	1,7
Transicional	1,3
Retos	1,1

Fonte: Christofolleti (1981).

- **Declividade de álveo:** A declividade de álveo representa a diferença de altitude entre a foz e a nascente, dividida pelo comprimento do curso de água principal.

$$S1 = (An - Af) / Lp \quad (6)$$

Onde:

S1 = Declividade de álveo (m/m)

An = Altitude na nascente do curso de água principal (m)

Af = Altitude na foz do curso de água principal (m)

Lp = Comprimento do curso de água principal (m)

- **Altitude:** A altitude é definida como a elevação de um ponto geográfico em relação ao nível médio dos mares, e neste trabalho foi obtida através de geoprocessamento em análise a partir de SRTM.

As metodologias adotadas para análise ambiental integrada da Bacia do Córrego da Onça, foram ferramentas de geoprocessamento, seleção de dados temáticos e imagens orbitais, e organização em uma sistema de informações geográficas (SIG), na qual também foram processados os dados, e gerados subprodutos de análise, a exemplo da delimitação da bacia hidrográfica, hidrologia,

3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

hipsometria, declividade, mapa de uso e ocupação do solo, zonas ripárias, fragilidade potencial, fragilidade ambiental (ROSS, 1994).

Além das atividades de gabinete representadas pela redação de relatórios, análise ambiental e geoprocessamento foram realizados trabalhos em campo, com levantamento fotográfico, e amostragem de algumas características da qualidade da água, na forma de um retrato do momento analisado, período seco, apenas com objetivo de confirmar sobre a pressão ambiental e impactos nas zonas ripárias e corpo hídrico principal.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica é considerada a unidade de planejamento, gerenciamento e integração econômica e social (TUNDISI; TUNDISI, 2011). Conforme definido na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, reconhece-se a bacia hidrográfica como sendo a unidade de gerenciamento de recursos hídricos (BRASIL, 1997).

A bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica composta por uma rede de drenagem e uma superfície moldada pelo relevo, de forma variada e distribuída pela superfície terrestre. Observando a partir do perfil topográfico é possível determinar a região de interflúvios, considerada a região mais elevada e também chamada de divisores de água. A água precipitada nesta superfície infiltra-se no solo e incorpora-se à água subterrânea, uma parte é evaporada pelas condições climáticas e a outra parcela escoada da região mais alta para a região mais baixa através da rede de drenagem em direção ao leito fluvial; e, em seguida, toda a água escoada pela superfície sai pelo exutório da bacia hidrográfica. A bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto, que recebe matéria e energia através de agentes climáticos e perde energia através da vazão de deflúvio por seu exutório (LIMA; ZAKIA, 2000).

De acordo com Strahler (1952), a rede de drenagem tem início com as nascentes, formando os rios de primeira ordem e ainda com volume de água reduzido. Em seguida, o rio de segunda ordem recebe dois rios de primeira ordem, e assim sucessivamente formando uma hierarquia fluvial. Em estudos de sub-bacia observa-se a hierarquia dos cursos d'água até a terceira ordem e em bacias hidrográficas maiores chegam até a décima ordem. Através de técnica de geoprocessamento é possível identificar as características fisiográficas da bacia, como área, densidade de drenagem, forma, declividade, comprimento do leito e outras características relevantes do sistema.

A bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica fundamental, que expressa por meio de suas formas e a mesma define a área de captação do escoamento superficial que alimenta um sistema aquático (CALIJURI; BUBEL,

2006). Segundo Tonello et al. (2006), a área da bacia hidrográfica tem influência sobre a quantidade de água produzida como deflúvio. Outras características, como a forma e o relevo atuam sobre a taxa ou sobre o regime dessa produção de água.

A bacia hidrográfica pode ser subdividida em sub-bacias, muitas vezes denominadaserrôneamente de microbacias, com área de captação menor e mais sensível às chuvas do que as bacias maiores. Segundo Goldenfum (2003) e Lima e Zakia (2000) o conceito de microbacia é um tanto vago e/ou subjetivo, pois não há um limite de tamanho para a sua caracterização e não existe um valor único aplicável a todas as situações. Lima e Zakia (2000) definem “microbacia” como sendo aquela cuja área de drenagem é tão pequena que a sensibilidade à chuva de alta intensidade e às diferenças de uso do solo não seja suprimida pelas características da rede de drenagem. Isso significa dizer que essas pequenas bacias convertem a precipitação em vazões nos córregos, com variação no volume (chuvas de alta intensidade e de curta duração). Outro fator são o uso e a ocupação do solo que também tem influência no deflúvio da microbacia onde nas grandes bacias o deflúvio é lento.

Além das características fisiográficas da bacia, os rios, afluentes e nascentes são envolvidos por matas ciliares que tem a função de proteção dos corpos d’água. A presença da vegetação ciliar diminui a velocidade de escoamento das águas da chuva, facilitando a infiltração da água no solo e incorporado ao lençol freático. Com o uso e ocupação de pequenas e grandes bacias hidrográficas, ocorreu a fragmentação da paisagem em outras unidades, como pastagem, culturas agrícolas diversas, manchas urbanas e florestas.

O uso e ocupação e as características socioeconômicas podem modificar o funcionamento hidrológico e ecológico de uma bacia hidrográfica, alterando a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos. Os rios são ecossistemas abertos em constante interação com o sistema terrestre e integram todos os fenômenos que ocorrem em uma bacia, e através do monitoramento da qualidade e disponibilidade da água podem informar sobre as alterações ocorridas no sistema (FRANCO, 2008).

Os reflexos são diversos, como assoreamento dos cursos d’água e redução do leito principal ocasionada pela deposição de sedimentos, situação típica observada nos córregos do noroeste paulista. A falta de práticas agrícolas

conservacionistas e cobertura florestal contribuem para a sedimentação e instabilidade dos leitos dos rios.

As condições climáticas e o ciclo hidrológico determinam as entradas e saídas de água do sistema. As saídas através da evapotranspiração, evaporação, retirada superficial e subterrânea de água (irrigação, abastecimento humano e dessedentação animal), vazão no talvegue (efluentes) e percolação. As entradas ocasionadas pela precipitação e vazões (afluentes) proporcionam disponibilidade de água periódica ao sistema hidrológico. Vários estudos e métodos quantificam as entradas e saídas de água do sistema, através de modelos matemáticos e equipamentos de medição que demandam mão-de-obra capacitada e custos operacionais de estações hidrometeorológicas. Entretanto, existe a possibilidade de se obterem dados através de órgãos estaduais e federais que disponibilizam informações hidrológicas de determinadas regiões.

A necessidade constante de monitorar e conhecer as condições climatológicas e biofísicas do sistema traz subsídios para a compreensão ambiental e possíveis soluções aplicadas ao manejo dos agroecossistemas de forma integrada.

O uso inadequado dos recursos ambientais traz a redução da disponibilidade e qualidade da água dos mananciais e podem-se refletir na economia local, comprometendo o desenvolvimento dos agroecossistemas, pois a água é um fator limitante para o desenvolvimento econômico sustentável.

A bacia hidrográfica tem se consagrado como unidade de planejamento quando o assunto abordado são os recursos hídricos e os serviços ambientais que o protegem (TUCCI, 2004).

As bacias hidrográficas são sistemas complexos caracterizados como escoadouros naturais das áreas de drenagens adjacentes e que a complexidade do estado destes sistemas deve-se às condições naturais (solos, rochas e vegetação existentes), à geometria da bacia de drenagem (dimensões e formas de seus componentes), e ao uso do solo, além das condições climáticas locais (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Enquanto unidade espacial de gestão, calcada na questão dos recursos hídricos em um contexto amplo de planejamento ambiental, uma bacia hidrográfica deve ser estudada com uma metodologia sistêmica e holística, baseada

na interdisciplinaridade, que permita a investigação de suas paisagens, identificando os impactos ambientais resultantes das ações sócio-espaciais (FERREIRA, 2008).

Vale salientar, que esta visão permite que se estabeleça uma relação causa-efeito entre seus elementos e processos, e suas interações condiciona, de forma local, conseqüências que, na prática, são responsáveis por muitas das adversidades observadas atualmente nas cidades (BRIGUENTI, 2005).

A degradação dos recursos de uma bacia hidrográfica está relacionada aos padrões de ocupação da mesma. Desta forma, ao caracterizarmos o estado dos elementos que compõem a bacia, assim como os diferentes padrões de ocupação e pressão, facilita-se a compreensão de processos que ocasionam impactos além de permitir a análise do equilíbrio da bacia e avaliar sua qualidade ambiental (BRIGUENTI, 2005).

Sendo assim, a utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo permite o planejamento dos recursos hídricos, pois se podem levantar nela dados ambientais relevantes, como, clima, relevo, geologia, hidrologia, uso e ocupação do solo, qualidade da água, possibilitando assim a caracterização, classificação, os diagnósticos, prognósticos e o zoneamento ambiental do sistema (MORAES, 2001).

Portanto, as bacias hidrográficas são completas unidades de estudo, sendo assim, fica viável desenvolver mapas que orientem o uso equilibrado do solo, pois na bacia a integração e modificação dos sistemas geo-ecológicos são impactadas por todos os ocupantes desta (FERREIRA, 2008).

4.2 Geossistema e a Visão Sistêmica na Geografia Física

A Geografia Física é o ramo da Geografia que focaliza os atributos espaciais dos sistemas naturais, particularmente na medida em que se relacionam com a sociedade (humana). Dessa forma, os estudos de geografia física não podem acontecer de forma isolada, sem deixar de analisar atributos abióticos, bióticos, sociais, econômicos e culturais em todo seu conjunto (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2005).

A visão sistêmica nos estudos das diversas áreas da Geografia Física foi proposta por Sotchava nos anos 60, que conceitua como uma ciência de grande

complexidade, e, portanto, não pode focar os atributos isoladamente, devendo prevalecer uma visão Sistêmica e Integrada nos estudos que tenham por objetivo caracterizar e analisar a estrutura e a dinâmica da paisagem. Este autor, preocupado com a perspectiva de conjunto de componentes, processos e relações dos sistemas que compõem o meio ambiente, propôs a utilização do conceito de Geossistema (SOTCHAVA, 1973).

No Brasil, quem se preocupou em estudar e difundir a visão sistêmica, bem como o modelo teórico e conceitual do Geossistema na Geografia Física, foi o Professor Antônio Christofolletti, que, entre seus inúmeros trabalhos destaca-se o livro *Análise de Sistemas em Geografia* (1981).

De acordo com Troppmair (2004) pode-se dizer que “O geossistema compreende um espaço que se caracteriza pela homogeneidade de seus componentes, suas estruturas, fluxos e relações que integrados, formam o sistema do ambiente físico onde há exploração biológica”. O autor ainda destaca que “embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores sociais e econômicos que influenciam este sistema espacial são levados em consideração”.

Quanto às características do Geossistema, Troppmair (2004) apresenta quatro aspectos principais: Morfologia como a expressão física do arranjo da disposição dos elementos e da conseqüente estrutura espacial; a Dinâmica como o fluxo de energia e matéria que passa pelo sistema e que varia no espaço e no tempo; as interrelações: entre os elementos e a Exploração Biológica: da fauna, flora e do próprio homem.

Com os atuais problemas sócio-ambientais enfrentados pela sociedade capitalista, os estudos de Geografia Física são de extrema importância, e estes devem contemplar a visão sistêmica e toda a conceituação teórica e metodológica do geossistema (CHRISTOFOLLETTI, 1981).

4.3 Geoprocessamento

O termo geoprocessamento possui grande abrangência nas geociências, podendo ser classificada como qualquer atividade ligada ao mapeamento da superfície (geo = Terra), ou mesmo da análise de suas características, como processamento de informação espaciais, já que o termo

processamento está ligado a manipulação de dados para geração de informações ligadas à Terra, incluindo até mesmo o monitoramento de atividades sísmicas e topografia (BIELENKI; BARBASSA, 2012).

Ainda dentro desta perspectiva tem sido comum o uso do termo geoprocessamento como sinônimo de Sistema de Informação Geográfica (SIG), que são um conjunto de ferramentas organizadas para o tratamento de dados referentes ao espaço e para geração de informações que auxiliem a tomada de decisões e conhecimento das características de determinado território.

Segundo Xavier-Da-Silva e Zaidan (2007), geoprocessamento pode ser definido como uma tecnologia, ou seja, uma reunião de conceitos, técnicas e métodos, desenvolvidos em torno recursos desenvolvidos pelo homem, aplicados a um determinado objetivo. Desenvolvido com a finalidade inicial para monitoramento em associação do sensoriamento remoto para análise espacial das características do terreno para uso bélico, posteriormente aplicado a diversos fins não militares.

Com o avanço das capacidades de processamento dos microcomputadores, esta tecnologia vem se tornando cada vez mais acessível aos profissionais das mais diversas áreas, ampliando a possibilidade de aplicações e processamento de grande diversidade de informações, em quantidade e qualidade para melhor representação e localização da realidade ambiental (INPE, 2006).

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2006), o geoprocessamento é um conceito bastante abrangente que representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, com ou sem o uso de softwares denominados Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Segundo Xavier-Da-Silva e Zaidan (2011), o geoprocessamento possibilita o aproveitamento racional dos recursos dentro do município, analisando as potencialidades e limitações contidas em seu território pelas informações contidas em uma base de dados digitais previamente montados de forma a facilitar a busca, análises e recuperação de dados.

Os SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) podem ser utilizados para as mais diversas finalidades, como: planejamento do uso do solo; monitoramento ambiental e de safras agrícolas; tomada de decisões; gerenciamento de equipamentos distribuídos geograficamente (RAMIREZ; SOUZA, 2007). O desenvolvimento do SIG foi impulsionado pela evolução do computador e de

programas desenvolvidos para resolver e quantificar as informações de maneira rápida e eficiente. As definições de SIG são amplas e diversas, com várias definições. Para Fitz (2008) o sistema de informação seria compreendido como um sistema utilizado para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados e informações a ele vinculadas.

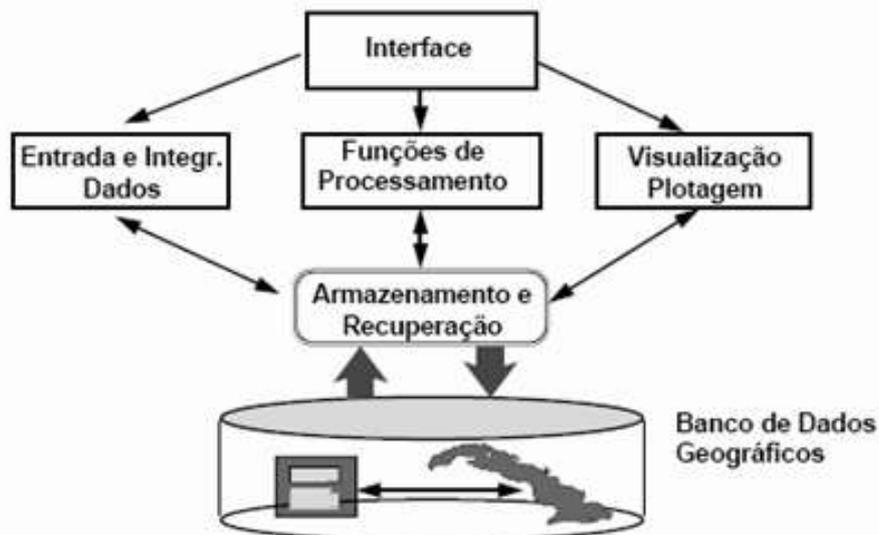
Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos vários termos surgiram para as várias especialidades. O nome Sistemas de Informação Geográfica ou *Geographic Information System* (GIS) é muito utilizado para integração de tecnologia de análise geo-espacial e de softwares gráficos e em muitos casos é confundido com geoprocessamento. O SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies (INPE, 2006).

Segundo Veiga e Silva (2007) os SIGs podem ser utilizados para organizar informação espacial, sistematizar essas informações de formas diferentes, averiguar certas localizações de acordo com critérios pré estabelecidos, combinar múltiplos planos de informação, realizar análises espaciais que necessitem associar diferentes tipos de dados.

Um SIG quando utilizado, com modelos de análises apropriados, pode contribuir para uma abordagem holística ao planejamento ambiental. É uma ferramenta muito importante como suporte a decisão.

A estrutura dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possui os seguintes componentes: interface com o usuário; entrada e integração dos dados; armazenamento e recuperação de dados que se encontram sistematizados sob forma de um banco de dados geográficos, a Figura 2 indica a relação entre os principais componentes de um SIG (CÂMARA et al., 2000).

Figura 2: Arquitetura de um Sistema de Informações Geográficas.



Fonte: Câmara et al. (2000).

Existem diversos SIGs disponíveis no mercado com diversas finalidades, e cada um com características e ferramentas específicas para diferentes aplicações. Dentre os muitos softwares disponíveis, alguns são de licença de uso livre, ou seja, não é preciso pagar para utilizá-los. Entre estes softwares está o SAGA GUI, versão 2.0.3, especializado em automação de análises geográficas, composto por módulos, com ferramentas de análises geográficas avançadas.

O software SAGA, abreviação de *System for Automated Geoscientific Analyses*, é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) de licença livre que teve seu desenvolvimento iniciado no Departamento Geografia Física da Universidade de Göttingen, na Alemanha. Por um grupo de cientistas, compostos por Jürgen Böhner, Olaf Conrad, Ruediger Koethe e Andre Ringeler o SIG criado com o objetivo auxiliar nos trabalhos de investigações ambientais (SAGA-GIS, 2015).

A equipe de pesquisa em torno de J. Böhner representa ainda o centro de desenvolvimento do SAGA, que agora está localizado no Instituto de Geografia na Universidade de Hamburgo, na Alemanha, onde Dr. Jürgen Böhner tem a cadeira de Geografia Física desde 2007 (SAGA-GIS, 2015).

Com o objetivo de permitir um desenvolvimento sustentável a longo prazo, abrangendo todo o leque de interesses dos usuários, foi fundada em maio de 2005 o *SAGA User Group Association*, uma organização sem fins lucrativos, que

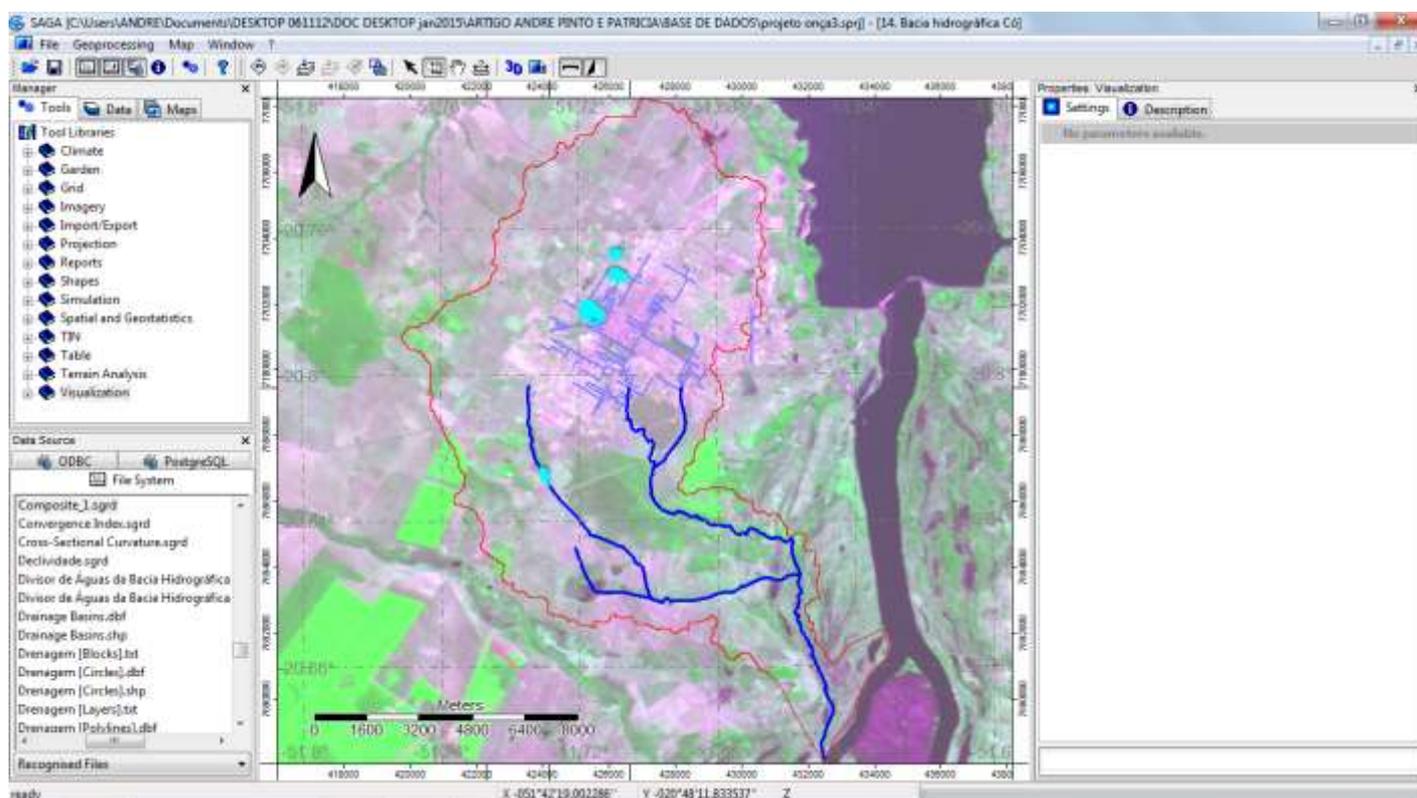
4 – REFERENCIAL TEÓRICO

tem como uma das suas tarefas a organização de reuniões de grupos de usuários. A primeira reunião internacional aconteceu em julho de 2006, foi a *Conference and Exhibition on Applied Geoinformatics (AGIT)*, em Salzburg, na Áustria (SAGA-GIS, 2015).

O software utilizado para o processamento deste trabalho foi o SAGA GUI (*Graphical User Interface*), versão 2.2.0, sob a modalidade de licença GNU (*General Public License*) GPL, software livre.

Esta versão apresenta uma interface amigável ao usuário, como apresentado na Figura 3.

Figura 3: Layout do Sistema de Informações Geográficas SAGA-GIS.



Fonte: SAGA-GIS (2015).

Este SIG trabalha por módulos que processam informações nos formatos raster, vetorial e cadastral, que no programa é chamado de *grid*, *shape* e *table*.

4.4 Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica por Geoprocessamento

O geoprocessamento apresenta-se como ferramenta promissora para análise ambiental e gestão de recursos hídricos, fornecendo-nos ferramentas para uma abordagem integrada de variáveis do meio físico, possibilitando associá-las aos aspectos sociais, econômicos e políticos (BIELENKI; BARBASSA, 2012).

As bacias hidrográficas são unidades básicas para a gestão do uso do solo e recursos hídricos, sendo identificadas como unidades de planejamento administrativo para fins de conservação dos recursos naturais (VITTALA; GOVINDAIAH; GOWDA, 2008).

A análise morfométrica de uma Bacia Hidrográfica faz-se uma das propostas mais interessantes de adotar-se conforme proposto por apresentar-se uma ferramenta comparativa das formas de uma Bacia Hidrográfica e potencial de fragilidade a inundações e outras suscetibilidades físicas da mesma (UMETSU et al., 2012).

A metodologia para a caracterização física da Bacia Hidrográfica utilizou de vários fatores, segundo (SORDI; CAMOLEZI, 2010), sendo que as características morfométricas podem ser divididas em: características geométricas, características do relevo e características da rede de drenagem. São classificadas como características geométricas: a área total, o perímetro total, o coeficiente de compacidade, o fator de forma, o índice de circularidade e o padrão de drenagem.

As características do relevo são definidas por: orientação das vertentes, declividade mínima, declividade média, declividade máxima, altitude mínima, altitude média, altitude máxima e declividade média do curso d'água principal. Já as características da rede de drenagem podem ser descritas por: comprimento do curso d'água principal, comprimento total dos cursos d'água, densidade de drenagem, e ordem dos cursos d'água (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Baseando-se nestas premissas a pesquisa das características físicas da Bacia Hidrográfica tem o objetivo de analisar de forma integrada diferentes parâmetros. Conforme proposto por Christofolletti (1981), a análise de bacias hidrográficas a partir de 1945 começou a apresentar um caráter mais objetivo a partir da proposta apresentada pelo engenheiro hidráulico Robert E. Horton, através da abordagem quantitativa de bacias de drenagem. Não devendo ser esquecido que a

expansão desta nova perspectiva teve colaboração significativa de Arthur N. Strahler e colaboradores da Univerdidade de Columbia.

Os índices e parâmetros que sugeriu para o estudo analítico de bacias hidrográficas compõem-se de quatro itens principais, sendo eles: hierarquia fluvial, análise áreal, análise linear e análise hipsométrica (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Características Geométricas:Área Total; Perímetro Total; Coeficiente de Compacidade; Fator de Forma; Índice de Circularidade; Padrão de Drenagem.

Condições de relevo:Orientação das Vertentes; Declividade Mínima; Declividade Média; Declividade Máxima; Hipsometria e Declividade Média do Curso de Água Principal.

Características da rede de drenagem:Comprimento do Curso de água principal; Comprimento total dos cursos de água; Densidade de Drenagem e;Ordem dos Cursos de Água.

4.5 Análise da Fragilidade Ambiental

O mapa de fragilidade ambiental é uma das ferramentas utilizadas no planejamento ambiental. Através deste mapa é possível avaliar o ambiente de forma integrada e analisar cada componente do sistema. Ross (1994) argumenta que o ambiente é analisado de acordo com a Teoria dos Sistemas e que se fundamenta nas trocas de energia e matéria, e processam em equilíbrio dinâmico.

Esse equilíbrio pode ser quebrado quando intervenções humanas atuam sobre o ambiente, gerando desequilíbrio no sistema que podem ser temporários e/ou permanentes. Diante destas informações teóricas, Ross (1994) propõe uma hierarquia nominal de fragilidade representada por códigos: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). Estas categorias expressam especialmente a fragilidade do ambiente em relação aos processos ocasionados pelo escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais.

Para gerar a carta de fragilidade ambiental foi usado o método adaptado de Ross (1990) que é baseada no conceito de ecodinâmica de Tricart (1977), que estabelece a avaliação de paisagens em unidades estáveis, instabilidade emergente ou instabilidade potencial, que podem ser representados por meio cartográfico através da carta de fragilidade ou vulnerabilidade ambiental.

O conceito de fragilidade pode ser definido como à vulnerabilidade do ambiente em sofrer qualquer tipo de impacto e está relacionada com fatores de desequilíbrio de ordem natural e antropogênica (TAMANINI, 2008).

O princípio das Unidades Ecodinâmica proposto por Tricart (1977) tem como objetivo o manejo adequado dos recursos ambientais e identificando os impactos antrópicos (CARDOSO, 2003). Nessa metodologia são eleitos para a análise da estabilidade morfodinâmica da paisagem os níveis categóricos, como a Estrutura Superficial da Paisagem, o Uso do Solo, a Vegetação e os Processos Superficiais da Paisagem, passíveis de observação e classificação qualitativa. De acordo com Ross (1994), dentro desta concepção ecológica o ambiente é analisado sob o prisma da Teoria do Sistema que parte do pressuposto que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio, entretanto, é frequentemente alterado pelas intervenções humanas, gerando estados de desequilíbrios temporários ou até permanentes.

O estudo da Fragilidade Ambiental é o resultado da análise espacial de dois tipos de mapas identificados como Fragilidade Emergente e Fragilidade Potencial. Para a construção do mapa de Fragilidade Potencial usam-se os temas físicos como solos, clima e geomorfologia; o mapa de Fragilidade Emergente é feito a partir da sobreposição de dois mapas - Fragilidade Potencial e uso e ocupação do solo. A fragilidade emergente além de considerar as características físicas, contempla também, os graus de proteção dos diferentes tipos de uso e cobertura vegetal sobre o ambiente.

O mapa de solos fornece as informações sobre tipos e características pedológicas e a importância do conhecimento da erodibilidade do solo na área de estudo. O mapa de declividade possui relação direta com a transformação de energia potencial em energia cinética, esse fator vai interferir na velocidade da água na superfície. Outro fator envolvido é o clima que interfere no solo acelerando o processo erosivo cuja ação é dependente da intensidade e distribuição sazonal da chuva.

Vale ressaltar que a fragilidade ambiental está ligada a fatores de desequilíbrio, tanto de ordem natural (declividade, erodibilidade, variações climáticas), quanto sociais (técnicas inadequado no manejo do solo) (VITTAE; MELLO, 2009).

4 – REFERENCIAL TEÓRICO

O índice de declividade seguiu a metodologia de Ross (1994) conforme a Tabela 2, definida por classes e grau de declividade. Através do mapa de declividade do córrego da Onça foi reclassificado de acordo com Ross (1994).

Tabela 2: Classe de fragilidade adotado no estudo em função da declividade.

Declividade %	Classe de Fragilidade
0 a 2	1 – Muito baixa
2 a 5	2 - Baixa
5 a 8	3 – Média
8 a 14	4 - Forte

Fonte: Franco (2012).

Através das Classes de fragilidade do solo, no mapa pedológico foram atribuídas as classes de fragilidade aos tipos de solo existentes na microbacia. As classes de fragilidades de solos foram determinado de acordo com Ross (1994) apud Franco (2012) e segue os seguintes tipos de solos, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Classe de fragilidade e tipos de solos.

Classe de fragilidade	Tipos de solos
1 - Muito baixa	Latossolo roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo, textura argilosa
2 - Baixa	Latossolo Vermelho-Amarelo textura média/argilosa
3 - Média	Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-amarelo textura média/argilosa
4 - Forte	Argissolo Vermelho-Amarelo textura média/arenosa e cambissolos
5 - Muito forte	Argissolo Vermelho, Neossolo lítólico e Neossolo Arênico

Fonte: Franco (2012).

O Grau de proteção do solo e o tipo de cobertura vegetal, são obtidas através do mapa de uso e ocupação do solo, reclassificado para o grau de proteção do solo segundo a cobertura de vegetação existente. Ross (1994, 2003) determina uma classificação de acordo com a ordem decrescente da capacidade de proteção (Tabela 4).

Tabela 4: Graus de proteção e tipos de cobertura vegetal.

Grau de proteção	Tipos de cobertura vegetal
1 - Forte	Florestas/Matas Naturais, Florestas Cultivadas com diversidade de espécies e vários estratos.
2 - Médio	Formações arbustivas originais abertas com estrato de gramíneas Formações arbustivas densas de origem secundárias (capoeira) Formações naturais cultivadas de gramíneas (pastos) Agricultura de ciclo longo de ocupação densa (cacau, banana).
3 - Fraca	Áreas desmatadas recentes Agricultura de ciclo curto (arroz, milho, feijão, soja, trigo) e agricultura de ciclo longo de baixa densidade (café, laranja, pimenta-do-reino).

Fonte: Franco (2012).

4.6 Zoneamento e Diagnóstico de Zonas Ripárias

Como instrumento para complementar a análise física da Bacia Hidrográfica, deve-se compreender o estado de conservação das zonas ripárias, que protegem os corpos hídricos em diferentes níveis, conforme proposto por Silva (2003):

Determinação da faixa vegetativa ripária consiste em uma metodologia de suma importância na conservação dos recursos hídricos. Paralelamente a Legislação Brasileira determina a largura da faixa relacionando-a com a largura do próprio rio. BURBRINK, PHILLIPS & HESKE (1998) concluíram em seu trabalho que para estimar a largura de faixa deve-se incluir levantamento da história do lugar de análise. Nesta linha de pensamento, uma metodologia ideal é aquela que considera vários fatores relacionados às funções da vegetação ciliar. Deve-se considerar todos os fenômenos envolvidos, ou o maior número possível (Escoamentos superficial e subsuperficial, transporte e deposição de sedimentos, ciclos de nutrientes, crescimento da vegetação, alterações no uso do solo, infiltração, evapotranspiração). Em resumo, considerar os ciclos envolvidos, ciclo hidrológico e ciclos de nutrientes (SILVA, 2003).

Observando-se os critérios de proteção estabelecidos através do Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/12, conforme as características de largura do rio e lagoas, as áreas de preservação permanente para os corpos hídricos estão entre 30 e 50 metros. Devido à importância do Código Florestal Brasileiro aos fatores relacionados às funções da vegetação ripária, convém agregar o Código à Metodologia levantada (SILVA, 2003).

A análise buscou extrapolar os limites legais para APPs (Área de Preservação Permanente) na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, mas também as vegetações ripárias conforme suas larguras e funções. De acordo com Silva (2003), as zonas ripárias possuem a função de: 1) Estabilização de taludes e encostas, 2) Manutenção da morfologia do rio e proteção a inundações, 3) Retenção de sedimentos e nutrientes, 4) Mitigação da temperatura da água e do solo, 5) Fornecimento de alimento e habitat para organismos aquáticos, 6) Manutenção de corredores ecológicos, 7) Paisagem e recreação, 8) Fixação do gás carbônico, 9) Interceptação de escombros rochosos.

Para uma Bacia Hidrográfica, elas têm a função de proteger o solo, a qualidade da água e a vegetação, demandando uma análise tridimensional dos aspectos de qualidade ambiental.

A vegetação ripária encontra-se nas margens do curso d'água desenvolvendo-se em locais de saturação hídrica sazonalmente, ou seja, localizando-se desde a área de inundação, próxima ao rio. A distância, que de acordo com Silva (2003), não pode ser apenas a fixada pelo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/12, apenas relacionada à largura do rio, pois os estudos por ele analisados mostraram que é importante considerar vários fatores associados às funções da vegetação ciliar e todos os fenômenos comprometidos, ou o máximo possível, tais como: Escoamentos superficial e subsuperficial, transporte e deposição de sedimentos, ciclos de nutrientes, crescimento da vegetação, alterações no uso do solo, infiltração, evapotranspiração. Ou seja, cogitar os ciclos envolvidos, ciclo hidrológico e ciclos de nutrientes.

A largura ideal da faixa ripária é aquela que assegura ao rio o não recebimento de sinais biológicos ou físicos de áreas alteradas a montante, mencionando que o sistema aquático seja capaz de providenciar o habitat e recursos requeridos para a completa sustentação das espécies que dele dependem (REID & HILTON, 1998).

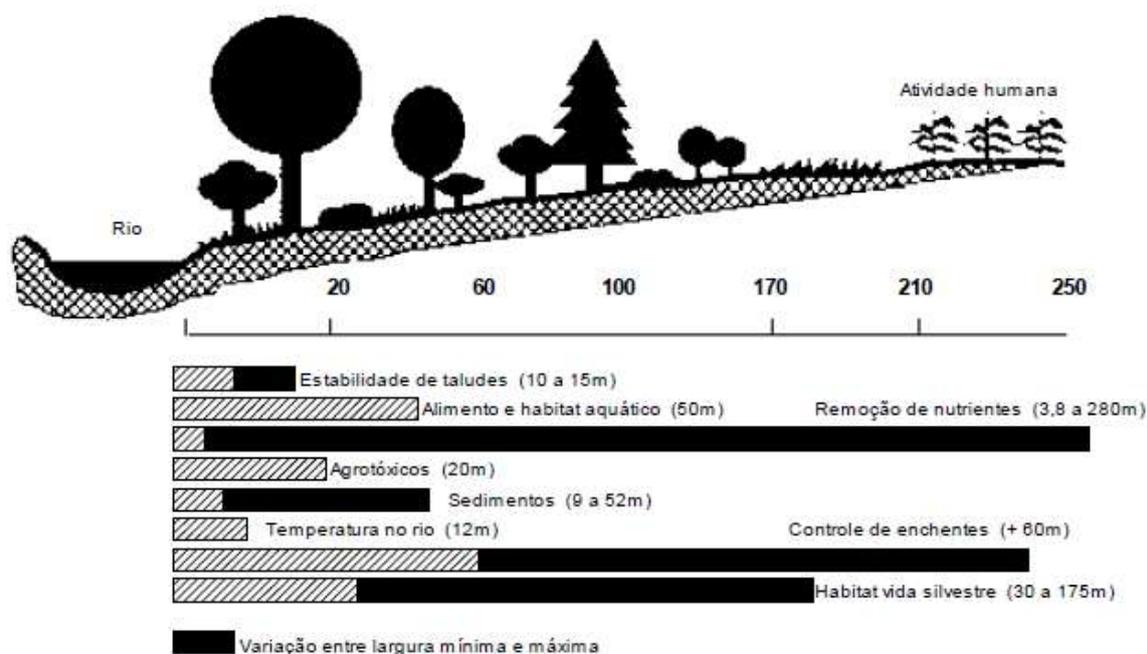
Silva (2003) argumenta que a largura de faixa vegetativa de zona ripária é a distância horizontal perpendicular ao rio, iniciada no fim de sua calha maior. E o Código Florestal Brasileiro, determina que essa calha seja delimitada pela maior cheia sazonal. Porém, o fim de cada faixa foi demonstrado e ilustrado em seu artigo através de duas aplicações diferentes. Na primeira, o autor apresenta e ilustra

4 – REFERENCIAL TEÓRICO

um conjunto de faixas de zonas ripárias com larguras ideais para o desempenho de suas funções apresentadas em *Connecticut River Joint Commissions - CRJC* (2003 apud SILVA, 2003), as quais variam de 15 em 15 metros até 90 metros. Na segunda, apresenta e ilustra outro conjunto de faixas de zonas ripárias, ao qual chamou de combinação entre as faixas recomendadas pela CRJC e os resultados obtidos pelos estudos pesquisados, essas se apresentam com medidas de 20, 60, 100, 170, 210 e 250 metros, sendo que cada uma dessas faixas abrange valores estimados de variação entre largura mínima e máxima para os tipos de funções referentes ao seu intervalo.

A seguir apresenta-se, na Figura 4, a ilustração de Silva (2003) do conjunto de faixas de zonas ripárias que apresenta a combinação entre as faixas recomendadas pela CRJC e os resultados obtidos pelos estudos pesquisados, com medidas de 20, 60, 100, 170, 210 e 250 metros e os valores estimados de variação entre largura mínima e máxima necessárias para o desempenho das funções ripárias.

Figura 4: combinação entre as faixas recomendadas pela CRJC e os resultados obtidos pelos estudos pesquisados.



Fonte: Silva (2003).

De acordo com Silva (2003) cada faixa vegetativa ripária exerce uma função específica na dinâmica sistêmica ambiental e essas devem ser delimitadas segundo os fatores associados às funções da vegetação ciliar e todos os fenômenos comprometidos, ou o máximo possível, tais como: Escoamentos superficial e subsuperficial, transporte e deposição de sedimentos, ciclos de nutrientes, crescimento da vegetação, alterações no uso do solo, infiltração, evapotranspiração. Cogita-se assim, os ciclos envolvidos: ciclo hidrológico e ciclos de nutrientes.

Silva (2003) esclarece ainda que as metodologias aplicadas nos estudos para estimativa da largura vegetativa de faixa ripária fundamentaram-se em procedimentos notadamente diferentes, pois houve pesquisadores que analisaram o fator nutriente e ou sedimentos, outros que fizeram estudos de campo, e ainda os que realizaram procedimentos em laboratório ou aplicação de modelos matemáticos. Entretanto, segundo Silva (2013) em “grande parte dos estudos, faltou a consciência de que a zona ripária não é constituída apenas da largura de faixa. A zona ripária é todo um ecossistema, chamado de ecossistema ripário”. E o autor conclui que “deve-se introduzir o conceito de manejo da zona ripária” (SILVA, 2013).

Nessa expectativa, Silva(2013) apresenta uma ilustração que salienta as funções que as zonas vegetativas exerceriam se fossem preservadas e respeitadas. Expõe que as com largura de 20 m, e margeando o corpo d'água, exigem espécies nativas, com pouco ou nenhum corte, são espécies que necessitam de saturação hídrica, pois estariam próximas ao curso d'água, formadas por árvores importantes para a vida silvestre e aquática. Forneceriam alimentos e sombras para mitigar temperaturas no rio. A seguir, a faixa vegetativa que deveria ter a largura de 60 m realizaria a manutenção das florestas e proteção do rio e das inundações, sendo também importante para a vida dos animais.

Após essa distância do rio até 100 m, deveria estar uma faixa vegetativa com característica de floresta manejada com rápido crescimento e sua função seria de interceptar sedimentos, nutrientes por meio do escoamento superficial, contribuindo para a alimentação e habitat dos animais. Consequente da faixa vegetativa de 170 m que ajudaria na diminuição da temperatura na superfície terrestre favorecendo a conservação da umidade por meio da interceptação dos raios solares sobre o rio, ainda com presença de árvores e arbustos. Sucessivamente a faixa vegetativa de 210 m que auxiliaria no controle de enchentes

e na fixação do gás carbônico, caracterizada por gramíneas, por fim, e não menos importante seria ainda necessária a faixa vegetativa de 250 m que auxiliaria na interceptação de escombros rochosos, caracterizada por árvores que exercem a função de barrar os sedimentos que podem vir acompanhados de água ou não.

4.7 Degradação Ambiental X Contaminação Ambiental

No empenho de compreender como se processa a degradação ambiental, além de se tornar didático de forma a facilitar o processo de diagnóstico ambiental de áreas degradadas, se faz necessário a diferenciação do que vem a ser área degradada, de área contaminada.

A área degradada, foi conceituada quando abordamos o assunto de degradação ambiental e meio ambiente, já a questão da área contaminada é conceituada devido à suas formas de controle serem específicas, assim como pela necessidade de remediação dessas áreas ser precedente à reabilitação e recuperação ambiental da mesma (SANCHEZ, 2004).

Conforme conceituado por Gunther (2006), existem fatores que diferenciam degradação ambiental da contaminação ambiental em áreas urbanas sendo que cada um dos conceitos apresentados são os seguintes:

Área degradada: área onde há a ocorrência de alterações negativas de suas propriedades físicas, tais como sua estrutura ou perda de matéria devido à erosão e a alteração de características químicas, devido a processos como salinização, lixiviação, deposição ácida e introdução de poluentes (Cetesb, 1999 apud GUNTHER, 2006).

Assim como o entendimento de área contaminada se relacionam principalmente às concentrações de matéria, segundo definição a seguir:

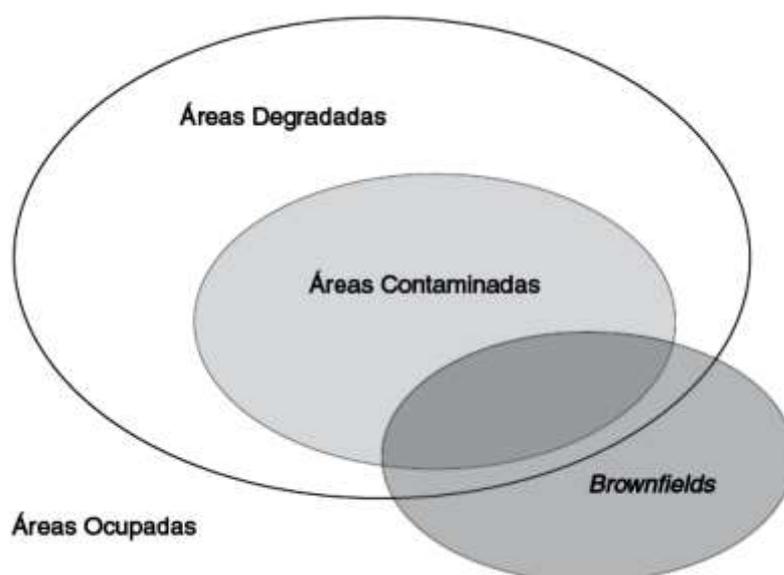
Área contaminada: área, local, terreno, instalação, edificação ou benfeitoria que contém quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger (Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, documento interno, 2003 apud Gunther, 2006).

Conforme pode ser visualizado na figura 5, a seguir, existe um sombreamento entre o conceito de área contaminada e área degradada, sendo

ambas coexistentes com as *Brownfields*, que não são nada além de áreas industriais abandonadas.

As áreas degradadas nem sempre estão contaminadas com algum tipo de matéria, mas toda área contaminada está degradada, e ambas estão relacionadas às áreas abandonadas, que podem estar ou não contaminadas e/ou degradadas.

Figura 5 – Diagrama Esquemático Referente à Degradação Ambiental de Áreas



Fonte: Sanchez (2004).

Diante do exposto, convém afirmar que o processo de remediação ambiental, é uma das primeiras etapas da recuperação de áreas degradadas, de forma a eliminar os riscos à saúde da população, garantido a ela uma melhoria na qualidade de vida e segurança.

4.8 Urbanização e seus Impactos ao Meio Ambiente

A maioria dos problemas ambientais decorre dos usos inadequados e exploração do solo, por meio do emprego de tecnologias não sustentáveis, usadas indiscriminadamente, visando lucratividade. Em contrapartida, a tecnologia é usada para gerar os mecanismos que tentam amenizar o quadro de degradação ambiental e esgotamento dos recursos naturais (DREW, 2005).

As cidades são as atividades de maior impacto na superfície terrestre, pois alteram todos os elementos da paisagem, dentre eles solo, geomorfologia, hidrografia, vegetação, fauna, ar e até mesmo o clima (BRAGA; CARVALHO, 2003).

Conforme alguns autores torna-se impossível dissociar a cidade do meio ambiente, no entanto o processo de urbanização e impactos ao meio ambiente estão intrinsicamente ligados (ANDRADE, 2001).

Para Mota (1981) há uma grande relação entre o grau de urbanização e o aumento de concentração de poluentes no escoamento superficial, em razão da área impermeabilizada, do crescimento populacional e a falta de gestão ambiental nesses locais.

Atualmente, o impacto ambiental decorrentes da urbanização e da industrialização vem se intensificando cada vez mais, principalmente em relação aos recursos hídricos, que vem sofrendo constantes degradações. Cunha e Guerra (2003) afirmam que as principais origens da poluição hídrica estão relacionadas às atividades antrópicas. Dessa forma o nível e forma de poluição verificada em determinado curso d'água são condicionados pelas atividades econômicas e formas de ocupação do solo urbano e rural da região, comprometendo a qualidade ambiental.

Neste contexto, Ross (1990) afirma que pode ocorrer cada vez mais o escoamento urbano devido a impermeabilização do solo pelas novas construções e o aumento na frequência de inundações causando prejuízos para a população em geral; juntamente, ocorre a erosão do solo inviabilizando a ocupação de áreas próximas aos rios.

É de extrema importância que se faça uma gestão permanente da área, a fim de evitar maiores desastres influenciados pelas áreas que vem sendo constantemente degradadas.

4.9 Recuperação de Áreas Urbanas Degradadas

Define-se recuperação de áreas degradadas como um conjunto de procedimentos decorrentes de um trabalho multidisciplinar, realizado de forma integrada, que tem como objetivo identificar e indicar soluções de problemas que

4 – REFERENCIAL TEÓRICO

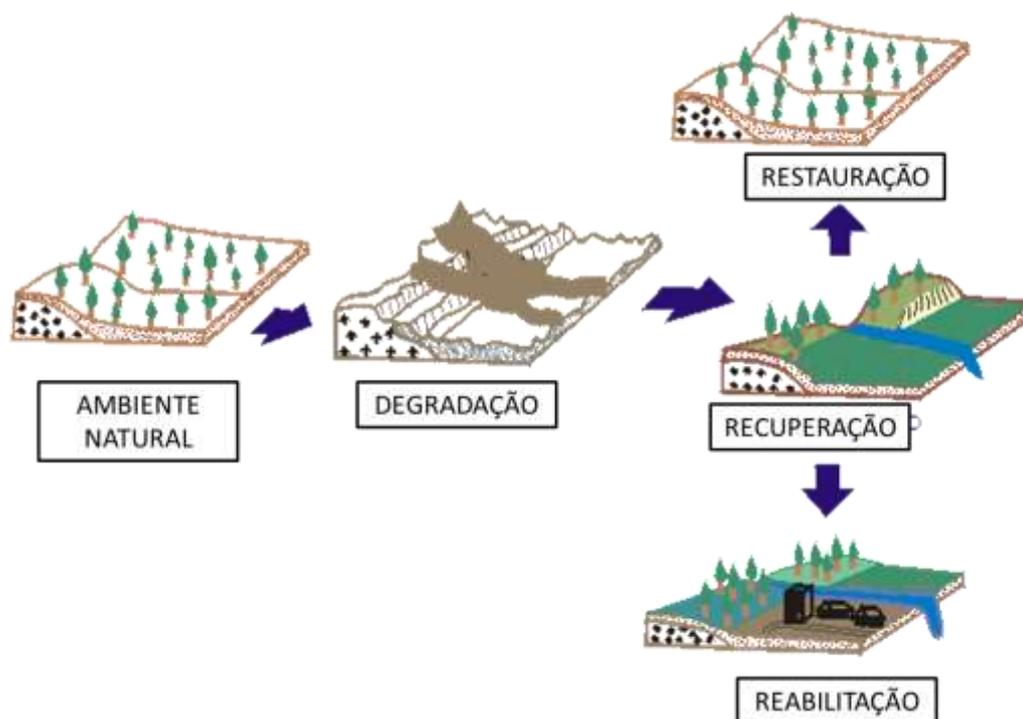
alteram os sistemas ambientais, como a deterioração dos recursos naturais e dos sistemas produtivos (SAVANO, 2012; GUNTHER, 2006).

A Instrução Normativa n. 04, de 13 de abril de 2011, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) define como área degradada a área impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, por conseguinte, área alterada ou perturbada considera-se como um espaço que após o impacto ainda mantém meios de regeneração biótica, ou seja, possui capacidade de regeneração natural (BRASIL, 2011).

Considerando o conceito de degradação ambiental do meio ambiente, a sua recuperação, em um conceito mais amplo, a figura 06, ilustra como funciona.

Abrange ainda a restauração da degradação, na qual considera-se retornar a área ao que era antes de ser degradada, recuperação, que é recuperar a vegetação e função ecológica, de forma que o ambiente possa adquirir novo equilíbrio ecológico e reabilitação da área degradada, dando novo uso à mesma área (BITAR; BRAGA, 1995).

Figura 6: Fases Alternativas de Recuperação de Áreas Degradadas.



Fonte: Modificado de Bitar e Braga(1995).

A recuperação de áreas degradadas está intimamente ligada à ciência da restauração ecológica, este por sua vez auxilia o processo de restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Um ecossistema é considerado recuperado – e restaurado – quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais (SER Internacional, 2004) e para Gandolfi e Rodrigues (2007) “a sucessão ecológica é o grande conceito orientador da restauração”.

Muito se tem discutido sobre recuperação de áreas degradadas no Brasil e no mundo, tendo surgido organizações dedicadas a este importante assunto a exemplo do *Society for Ecological Restoration* – SER e a Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas – SOBRADE, que se tornaram referência no assunto, oferecendo cursos e seminários sobre recuperação de áreas degradadas (SOBRADE, 2015).

Uma das formas utilizadas por muitas cidades ao redor do mundo para recuperar áreas degradadas pelo processo de urbanização foi construção de áreas de lazer em Áreas de Preservação Permanente, estas áreas de lazer foram chamadas de parques lineares por acompanharem as margens dos rios.

A função de drenagem nos parques lineares também é considerada uma alternativa eficiente para recuperação de áreas degradadas, uma vez que garantem a permeabilidade das margens dos córregos, proporcionando uma infiltração e vazão mais lenta da água durante as inundações, tornando as margens impermeáveis, além de muitas vezes tampar o seu leito (SAVANO, 2012).

De acordo, com Souza (2010), parque urbano possui uma extensão superior às praças e jardins públicos e consiste em uma área verde com funções ecológicas, estéticas e de lazer. Muitas vezes, são idealizados espaços abertos destinados para a proteção de corpos d’água ou entre áreas construídas a fim de incrementar as cidades, porém, caso não sejam adequadamente planejados e manejados para um parque com áreas paisagísticas, cercas, calçadas e outras instalações de passeio e lazer, podem ser ocupados por invasões imobiliárias irregulares, o que ocasiona um desenvolvimento urbano desordenado, por negligência do poder público (SAVANO, 2012).

Os parques urbanos também podem ser entendidos como espaços com predomínio de elementos naturais, principalmente cobertura vegetal, destinados

à recreação, ao lazer e à contemplação do natural, funcionando como locais de encontro da população, em que são realizadas atividades como caminhadas, jogos, relaxamentos, contemplação ou outras, de acordo com a situação socioeconômica da população (LOBODA; DE ANGELS, 2005; FEIBER, 2004).

Segundo o Novo Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas instituídas com a função de promover a preservação das florestas e demais formas de vegetação no território nacional, as quais são de vegetação nativa e possuem função protetora, ou de relevância ecológica. Para essa lei, essas áreas devem ser mantidas em sua integridade, sendo proibida qualquer exploração econômica (BRASIL, 2012).

São adotadas medidas alternativas para que os ecossistemas urbanos (APP) deixem de ser um passivo ambiental, e tornem-se um atrativo paisagístico, e desta forma minimizem o impacto intensivo da urbanização (SAVANO, 2012).

Foschini (2008), refere às áreas de preservação permanente, que proporcionam abrigo e refúgio para a fauna e seu controle biológico, melhoram a estética da paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade do fluxo gênico de fauna e flora para a proteção do solo e além disso, promovem a melhoria da saúde física e mental da população

Cidades como Brasília (DF), São José do Rio Preto (SP), Goiânia (GO), Londrina (PR) e Maringá (PR), por serem cidades planejadas e construídas no século 20, são referências da introdução do conceito de espaços verdes no tecido urbano.

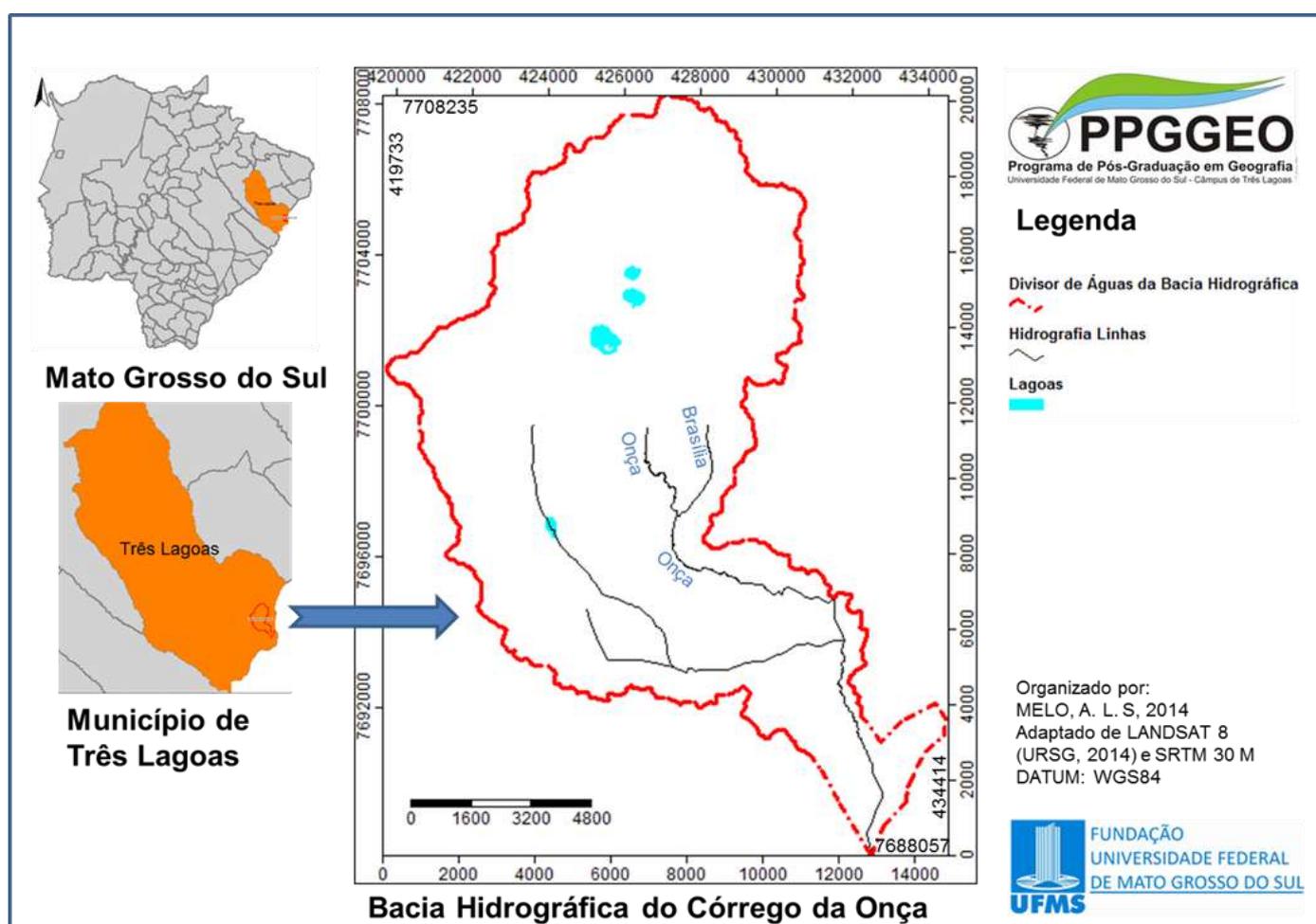
4.10 Delimitação da Área de Estudo

A cidade de Três Lagoas tem uma área total de 10.235,8 km² que está localizado na porção Leste do Estado Mato Grosso do Sul, Região Centro-Oeste do Brasil, com uma população de 101.791 habitantes (IBGE, 2010) conforme censo do IBGE (2010), com população estimada pelo IBGE para 2014 de 111.652 habitantes, distribuídos em uma densidade demográfica de 9,97 hab./km². O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,774 e seu Produto Interno Bruto é de R\$ 3,11 bilhões, sendo R\$ 1,39 bilhões referente ao setor industrial, que se encontra em franca expansão, onde o investimento em grandes indústrias atrai muitos trabalhadores vindos de outros estados e até mesmo de outros países.

4 – REFERENCIAL TEÓRICO

A Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça localiza-se em parte da área urbana do município de Três Lagoas, no Estado de Mato Grosso do Sul, entre as latitudes $20^{\circ} 54' 17''$ S e $20^{\circ} 43' 26''$ S e longitudes $51^{\circ} 46' 18''$ W e $51^{\circ} 36' 53''$ W, com perímetro de aproximadamente 86.200 metros e área aproximadamente 13.246,00 hectares, sendo o principal destino do esgoto e drenagem urbana, delimitada por geoprocessamento, através da imagem de radar SRTM, apresenta delimitação conforme apresentado na figura 07.

Figura 7: Mapa com a delimitação da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.



Fonte: Melo; Sakamoto; Ferrari (2015).

A Bacia Hidrográfica estudada é muito bem compartimentada, se dividindo entre o complexo lacustre em seu alto curso, Córrego da Onça e Brasília no médio curso, assim como drenagem intermitente formada por corpo hídrico, que forma a “Lagoa dos Burros” resultante da drenagem da porção oeste da bacia, conforme pode ser visualizado na figura 07.

4.11 Pedologia

Com relação às características pedológicas o solo predominante temos o Latossolo Vermelho Escuro álico, conforme pode ser visualizado na tabela 05 e Figura 08.

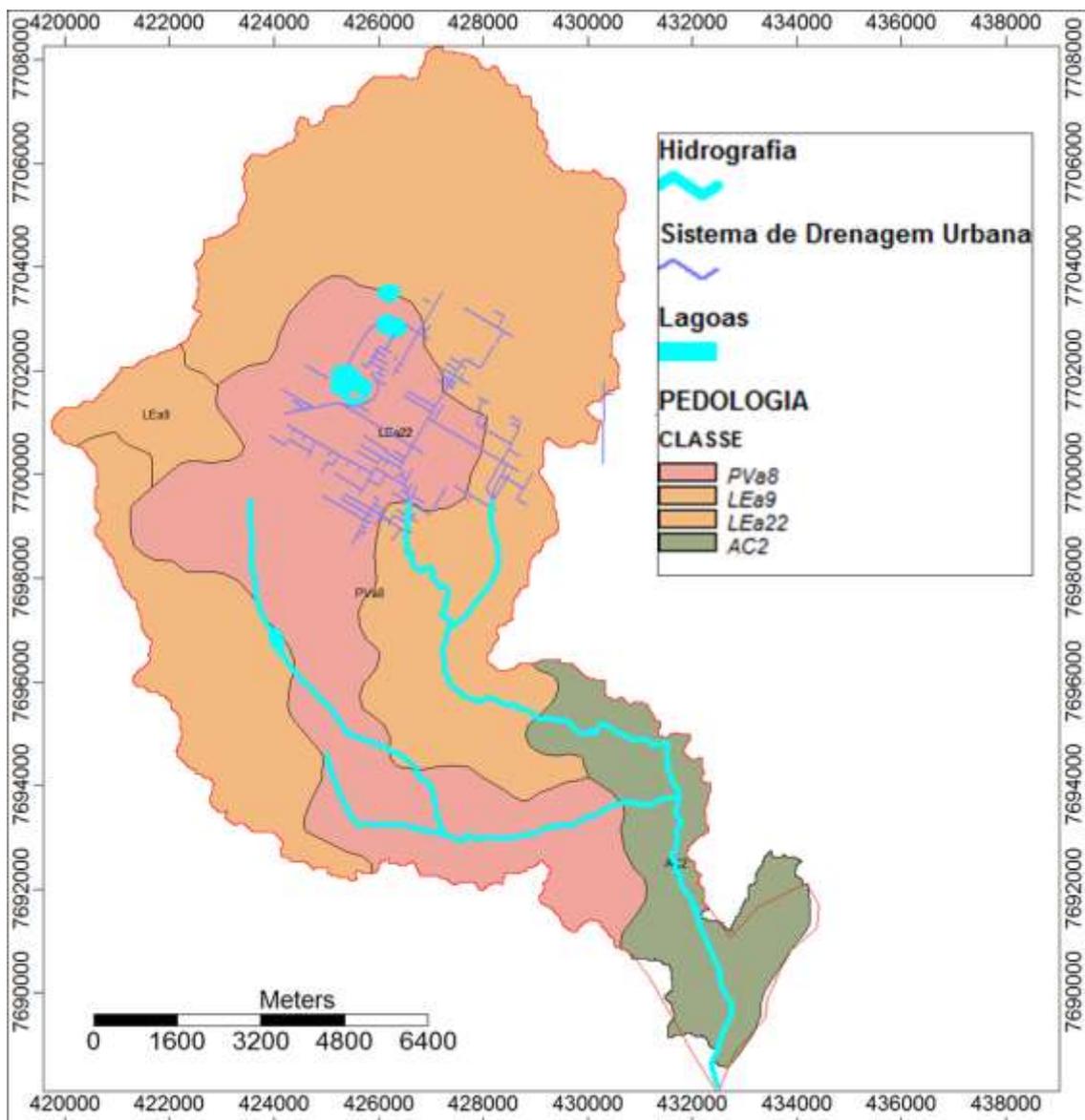
Tabela 5: Distribuição espacial dos tipos de solo.

Tipos de Solo	Área km²	%
PVa8 – Argissolo Vermelho Aluminico	42,18	31,84%
Lea9 – Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura média e argilosa relevo plano e suave ondulado.	4,84	3,65%
Lea22 – Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado, textura média.	70,55	53,27%
AC2 – Área de Solo hidromórfico periodicamente inundado	14,89	11,24%
Total	132,46	100,00%

Fonte: Autor, Adaptado de IMASUL (2015).

4 – REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 8: Mapa de Associações Pedológicas.



Fonte: Adaptado de IMASUL (2015).

Conforme pode ser constatado no mapa acima, a maior proporção da é de Latossolo, com Argissolo na área central da bacia e área de solo hidromórfico, na região de várzea, que é periodicamente inundada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após adoção das metodologias integrativas e sistemas de análise ambiental de bacias hidrográficas, obteve-se os resultados apresentados a seguir.

5.1 Caracterização do Uso do Solo

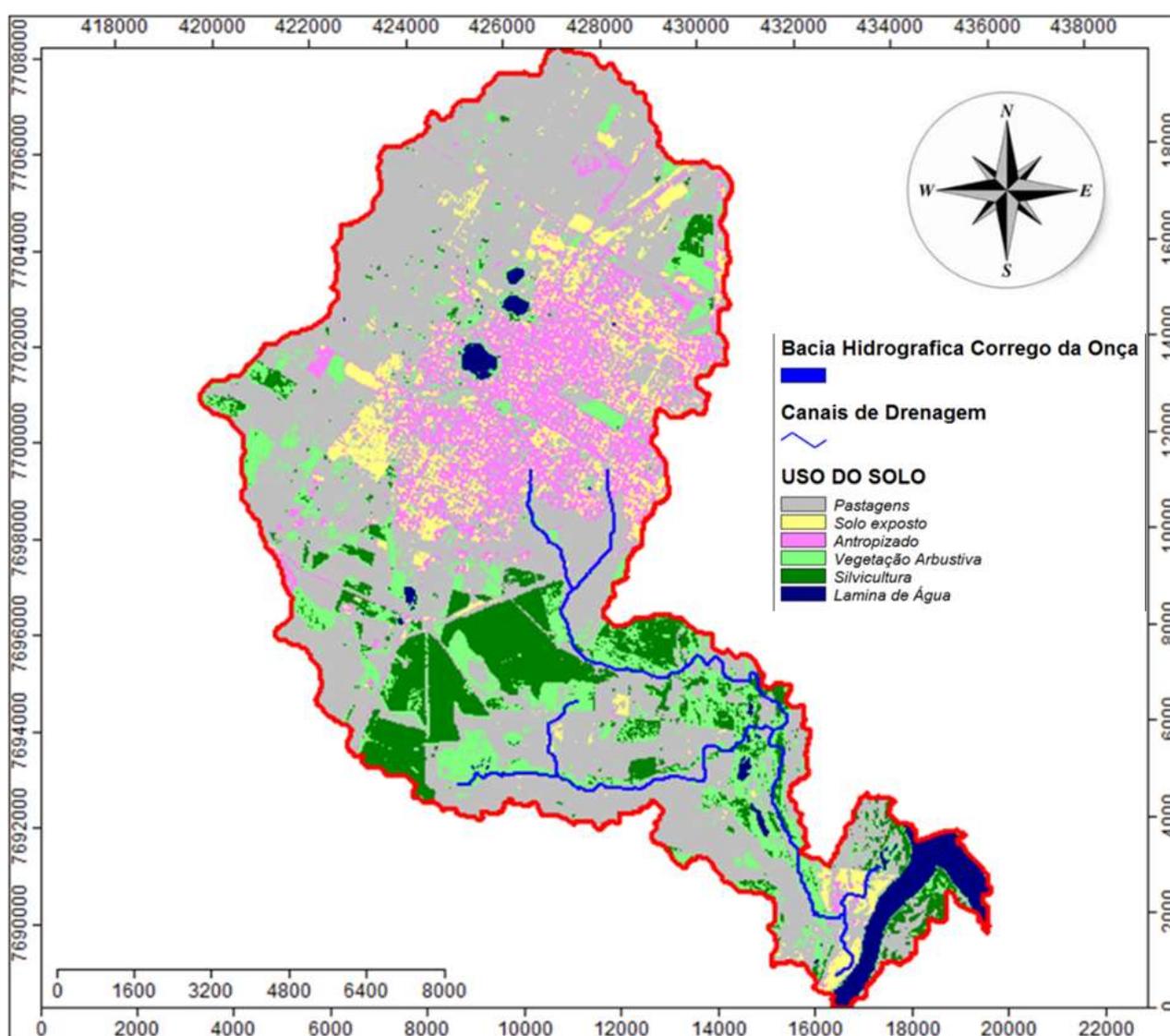
Após o levantamento e geoprocessamento com interpretação automatizada, foi possível determinar o uso do solo predominante do local com a identificação de uso significativo pela urbanização, acompanhada do uso em pastagens, seguida de silvicultura, e foi possível identificar também a vegetação arbustiva, as lagoas e os corpos hídricos, conforme Tabela 6 e Figura 9 a seguir.

Tabela 6: Distribuição espacial de uso e ocupação do solo.

Uso e Ocupação do Solo	Área km²	%
Lamina de Água	4,06	3,07%
Silvicultura	14,07	10,62%
Vegetação Arbustiva	15,03	11,35%
Antropizado	14,08	10,63%
Solo exposto	10,20	7,70%
Pastagens	75,02	56,64%
Total	132,46	100,00%

Fonte: Autor (2014).

Figura 9: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego da Onça.



Base: LANDSAT 8 – 223_74_27/07/2013

Fonte: Melo et al (2014).

Segundo a análise realizada a partir de imagem de satélite, o LANDSAT 8, e operações de geoprocessamento realizada na bacia hidrográfica e classificação supervisionada dos tipos de uso do solo resultando, na área delimitada da bacia, correspondente a 132,46 km², área equivalente à encontrada por Carvalho (2010), que foi de 132,26 km².

Quanto ao parâmetro de área urbana, que pode-se considerar a soma dos parâmetros de antropizado (14,07 km²) e solo exposto (10,20 Km²), resultando em 24,28 km² em 2014, considerando-se a diferença para 22,36 km², encontrado por

Carvalho (2010) a partir de imagens do LANDSAT 5 de 2009, o dado apresenta-se consistente com a expansão urbana no período.

Já a vegetação arbustiva ou natural, apresenta-se significativamente menor que a encontrada em 2009 no estudo de Carvalho (2010), com redução de 26,72 km² classificados como vegetação natural para 15,03 km² classificados como vegetação arbustiva, o que demonstra a pressão antropica sobre a vegetação natural.

Em relação a silvicultura, observa-se um aumento da área plantada, que em 2009 possuía 5,02 km² plantados e passou em 2013 para 14,07km², comparando-se com dados obtidos por Carvalho (2010).

A pastagem continua sendo o uso na maioria da área ocupada, com 75,02 km², o que representa 56,64 % da área total da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, tendo um crescimento em relação à 2009, que possuía uma área de pastagem de 63,15 km² (CARVALHO, 2010).

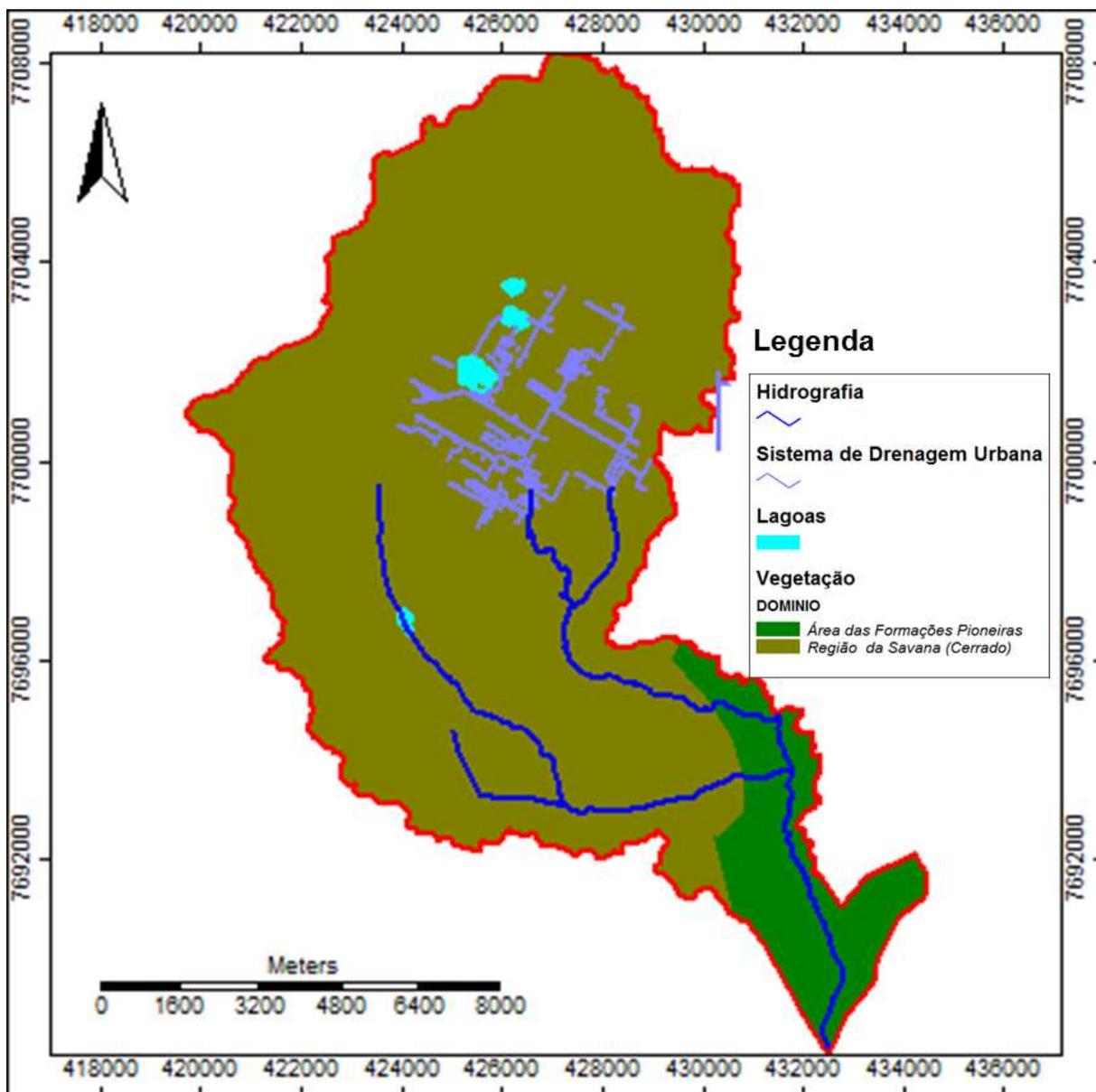
Estes dados corroboram com os encontrados por Carvalho (2010), referente a mesma bacia hidrográfica, com aumento significativo da área antropizada, com implantação a aprovação pela Prefeitura Municipal e Implantação de Novos Loteamento.

5.2 Vegetação

A vegetação original predominante, conforme mapa classificação IBGE é Savana (Cerrado), com parte da bacia sobre a vegetação de Mata Atlântica e Várzea, destacam- se a presença de área urbana, de agropecuária e pastagem, sendo que sobre influência da silvicultura em algumas áreas da bacia.

Na Figura 10 observa-se que foram encontrados vários tipos de vegetação e uso e ocupação do solo nos domínios de vegetação encontrados na bacia hidrográfica, sendo eles a Savana (Cerrado): composta por área urbana; agropecuária; pastagem; Silvicultura e Formações Pioneiras: composta por Mata Atlântica e Várzea. Já em 1965 não havia cerrado na área da bacia hidrográfica, mas campo sujo e pastagem, evidenciando a forte interferência dos colonizados sobre a Bacia Hidrográfica.

Figura 10: Mapa de Domínios de Vegetação conforme Classificação IBGE.



Fonte: Adaptado de IMASUL (2014).

5.3 Características Físicas e Morfométricas da Bacia Hidrográfica

Estes dados foram obtidos durante as operações de geoprocessamento, referentes às características morfométricas da Bacia hidrográfica do Córrego da Onça.

Na Tabela 7 observam-se as características geométricas, no qual o perímetro obtido a partir da delimitação e do comprimento do traçado do divisor topográfico da bacia é de 86,20 km, já a área da Bacia Hidrográfica em estudo é de

132,46 km², com comprimento axial de 20,8 km. Após os cálculos do fator de forma foi encontrado para Bacia Hidrográfica em estudo, o valor adimensional de 0,38. O coeficiente de compactidade, calculado conforme equação proposta para o índice de Cravelius apresentou um valor adimensional de 2,11.

Em relação às características do relevo, a declividade média da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça foi de 1,66 % ou 0,0166 m/m e a Declividade mediana de 1,33 % ou 0,0133 m/m. Já a declividade de álveo teve um valor calculado conforme equação 6, de 3,410 % ou 0,003036 m/m. Na avaliação da altitude na nascente do Córrego da Onça, o valor obtido foi de 322,0 m e a altitude na sua foz foi de 265,0 m em relação ao nível do mar.

Observa-se ainda na Tabela 7 as características dos canais de drenagem, onde o comprimento do curso de água principal é de 18,77 km; onde 12 km são de canal aberto e 6,75 km são de galeria até a Lagoa Maior. O comprimento total dos cursos da água para a Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça é de 36,11 Km. Quanto a ordem dos cursos de água, conforme classificação proposta por Straller (1952), obteve-se a ordem igual a 3.

A densidade dos canais de drenagem da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça pode ser considerada como muito pobre, pois conforme equação 3, sua densidade de drenagem foi de 0,27 km/km² e segundo equação 4, esta extensão é de aproximadamente 0,91 km.

Com relação à sinuosidade do canal, calculou-se a partir do comprimento do talvegue do rio principal (16,50 km) e do comprimento do curso da água principal (18,77 km), onde obteve-se a partir do cálculo com a equação 5, o valor da sinuosidade de 1,14 ou 114,00%. Analisando com o quadro proposto por Leite e Leão (2009), esta a sinuosidade obtida classifica o corpo hídrico como muito sinuoso, o que corrobora com características de erosão e deposição encontradas no local.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 7: Características Morfométricas da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça (Três Lagoas-2014).

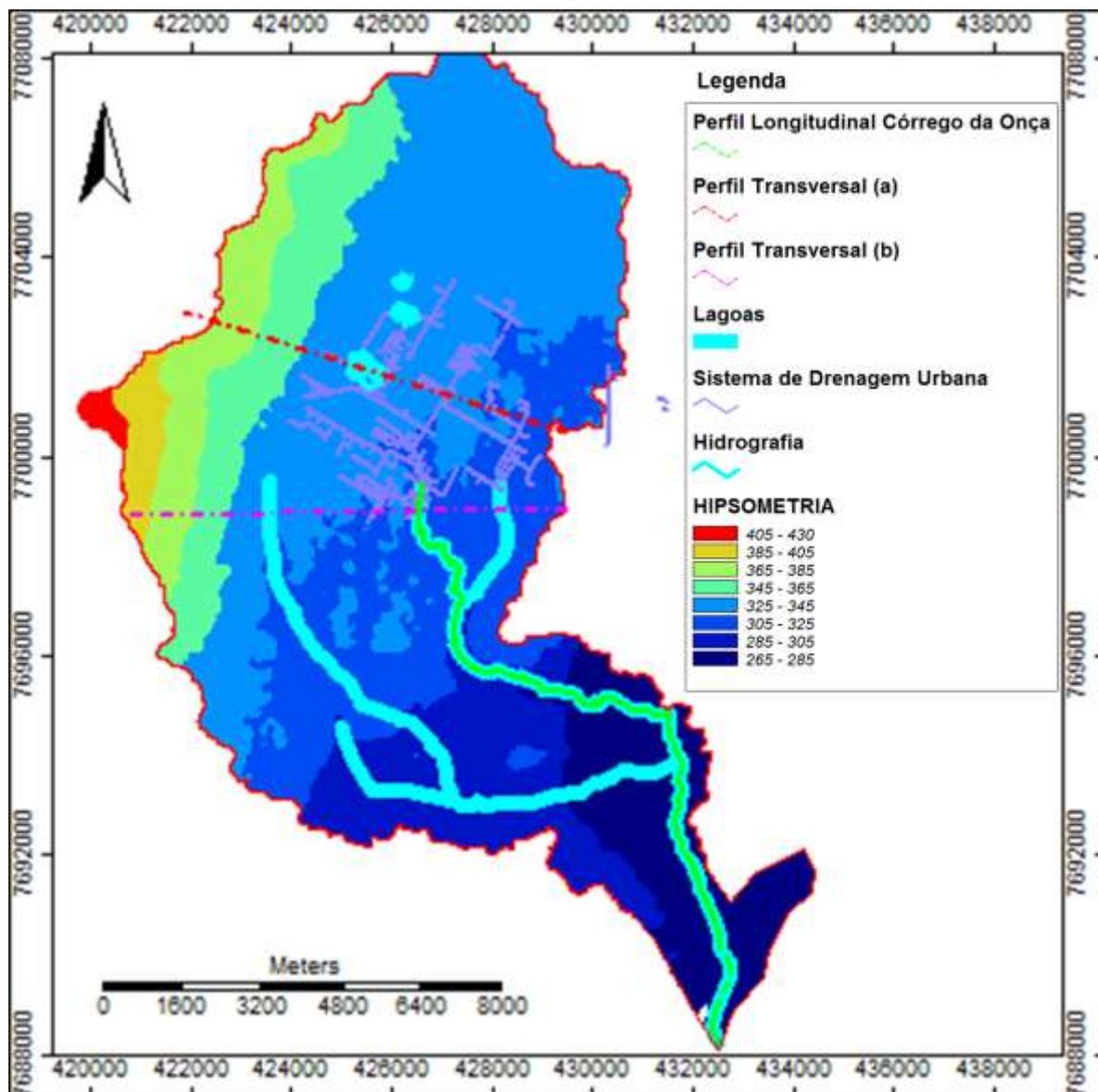
Característica	Valor	Unidade	Observação
Perímetro	86,20	km	P
Área de Drenagem Total	132,46	km ²	A
Comprimento do Curso de água mais Longo (nascente-foz)	18,77	km	Lp
Comprimento Axial	20,80	km	
Coefficiente de Compacidade (adimensional)	2,11		$Kc=0,282(P/\sqrt{A})$
Fator de Forma (adimensional)	0,38		$Kf = A/(L^2)$
Declividade média da Bacia Hidrográfica	0,0166	m/m	
Declividade Mediana da Bacia	0,0133	m/m	
Comprimento total dos Cursos de Água	36,11	km	Lt
Ordem dos cursos de água (adimensional)	3		
Densidade de drenagem	0,27	km/km ²	$Dd = Lt/A$
Extensão Média do Escoamento Superficial	0,91	km	$Es=A/4(Lt)$
Sinuosidade (adimensional)	1,14		$S=Lp/Lv$
Comprimento do Talvegue	16,50	km	Lv
Declividade de Álveo	0,003036	m/m	$S1=(A.n-A.f)/Lp$
Altitude da nascente(m)	322	manmm	A.n
Altitude da foz do rio principal(m)	265	manmm	A.f

Fonte: Melo; Sakamoto;Ferrari(2015).

Como resultado dos processamentos das imagens de satélite e radar, durante a obtenção dos dados numéricos e dimensionais utilizados para análise morfométrica da bacia hidrográfica, foram obtidos ainda os mapas, perfis e gráficos, que representam as características físicas.

Foi processado a partir do Modelo Numérico do Terreno (MNT), o Mapa Hipsométrico e Curva Hipsométrica, considerando a cota mínima na bacia hidrográfica de 265 m e a máxima de 428 m, com amplitude total de 163 metros, sendo que a cota média é de 323 metros em relação ao nível do mar, dados ilustrados no mapa representado pela Figura 11.

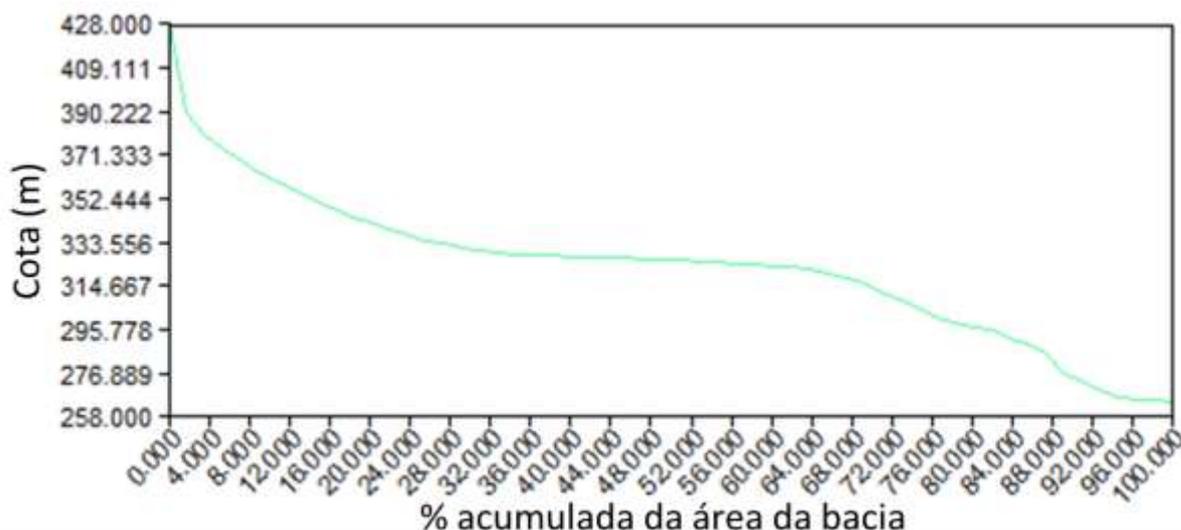
Figura 11: Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.



Fonte: Autor (2014).

A identificação e análise hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça (Figura 11 e 12) possibilitou a observação e constatação da variação altimétrica do relevo, fato importante na análise de processos relativos à dinâmica de uso e ocupação da terra.

Figura 12: Curva Hipsométrica Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.



Fonte: Autor (2014).

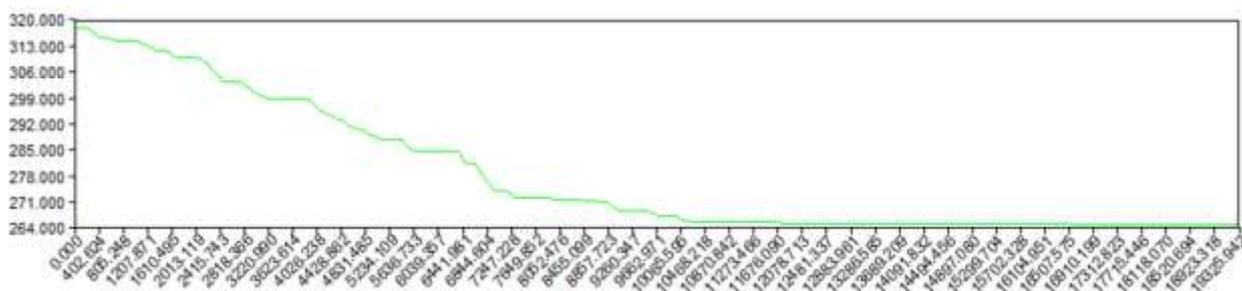
Quanto ao corpo hídrico da bacia em estudo, tem-se que o canal aberto possui amplitude altimétrica de 80 metros com um percurso de menos de 17 km. Transversalmente, a amplitude altimétrica da bacia alcança 120 metros em uma distância de mais de 9 km.

Ainda nessa perspectiva, com a elaboração de perfis longitudinais e transversais sobre a área torna-se possível uma melhor identificação da configuração geomorfológica do vale e sua relação com a dinâmica do escoamento superficial, segundo Mendonça (1997). Os perfis (Figura 12 e 13) conotam pontualmente e/ou localmente as características morfométricas traçadas.

Na Figura 13, temos o perfil longitudinal, no qual apresenta-se o desnível em alguns pontos específicos do córrego principal, desde o exultório da drenagem urbana até a foz da Bacia Hidrográfica, não apresentando desnível significativo.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

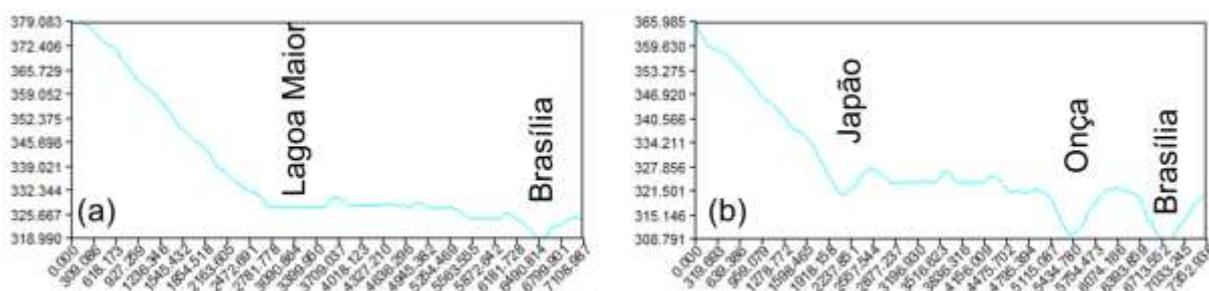
Figura 13: Perfil Longitudinal do Canal Principal do Córrego da Onça - Três Lagoas/MS, 2014.



Fonte: Autor (2014).

Na Figura 14, verifica-se o perfil transversal traçado entre os Córregos da Onça e Brasília, no exultório do sistema de drenagem urbana, com altitude de 318m no Córrego da Onça e altitude de 313m no Córrego Brasília.

Figura 14: Perfis transversais (a) lagoa maior e (b) Córrego Onça e Brasília.

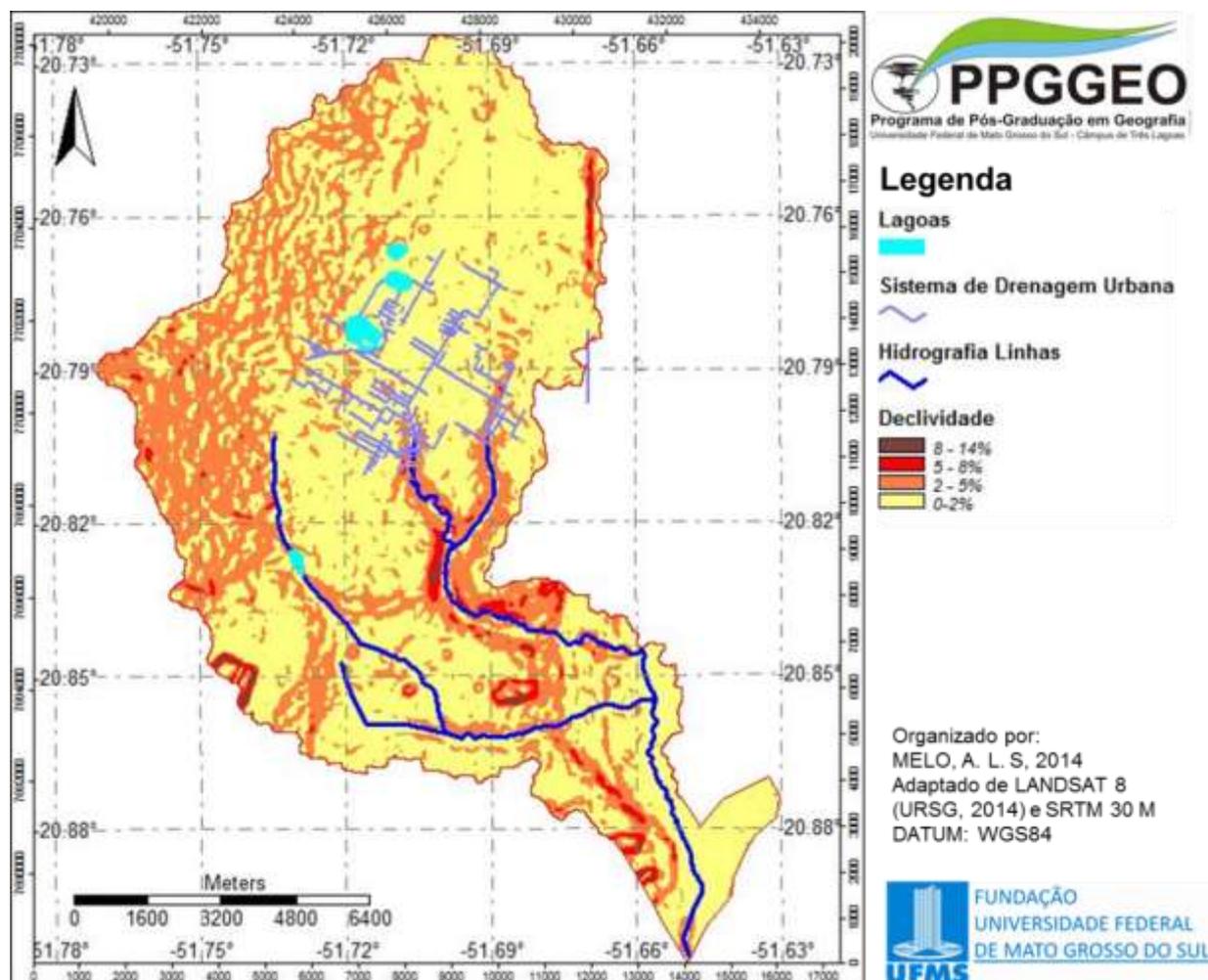


Fonte: Autor (2014).

As variações do relevo modulam o uso do solo e as formas de apropriação que delineiam a dinâmica paisagística e suas conseqüências (CASSETI, 2008).

Assim na Figura 15, temos o Mapa de Declividade e Drenagem da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça - Três Lagoas/MS, 2014, obtido a partir da ferramenta de análise por geoprocessamento do SAGA-GIS, onde apresenta a característica plana da bacia em estudo, com inclinação média de 1,66 % em alguns pontos de maior declividade às margens do corpo hídrico, noentando não ultrapassando 14% de declividade.

Figura 15: Mapa de Declividade e Drenagem da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça - Três Lagoas/MS, 2014.



Fonte: Autor (2014).

Os dados físicos-quantitativos de características ambientais da bacia hidrográfica apontam importantes informações relativas à declividade, altitude da bacia, e características dos canais de drenagem.

5.4 Classificação da Fragilidade Potencial no Córrego da Onça

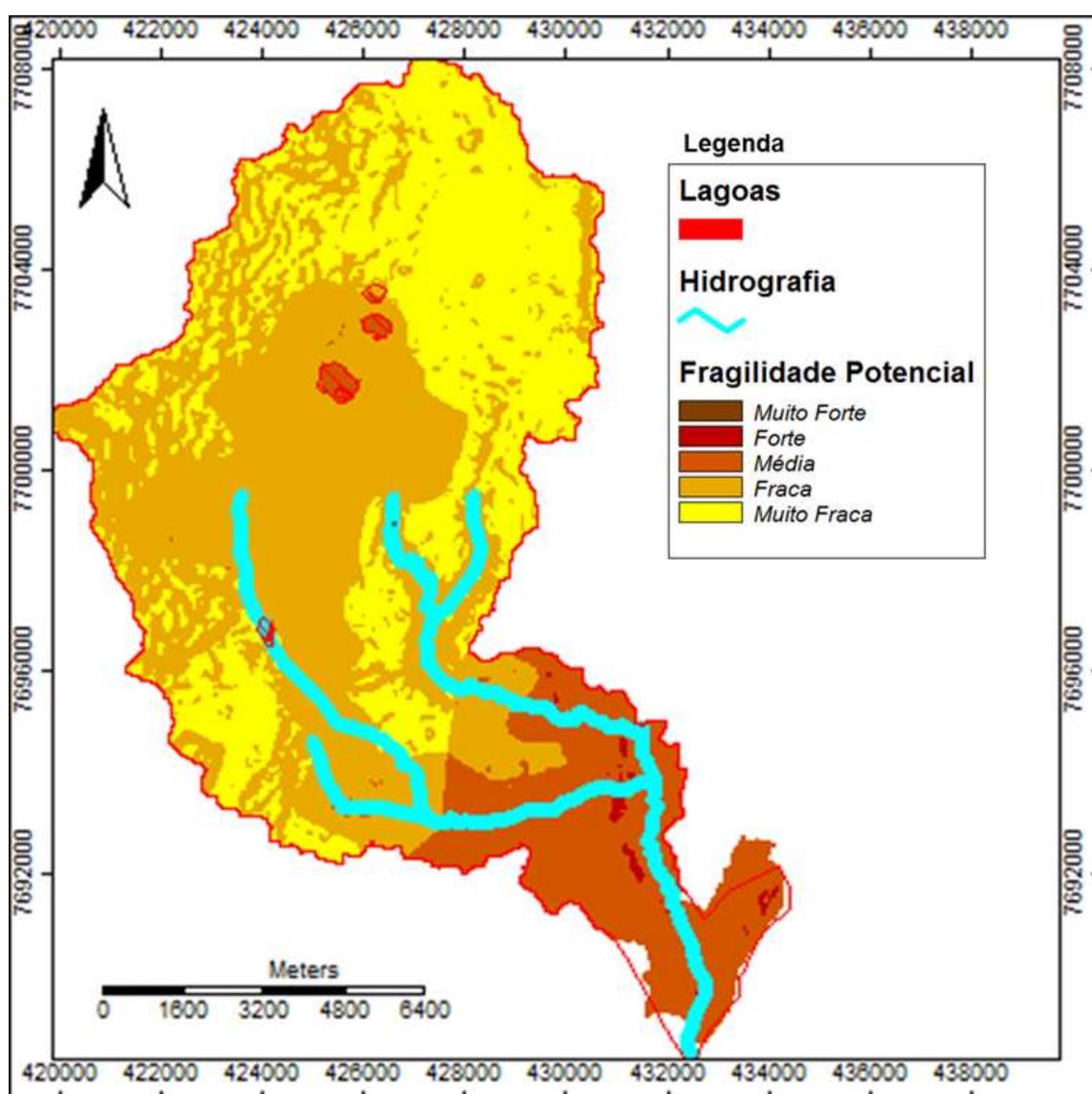
Utilizando-se de mapas de declividade, tipo de solo, áreas prioritárias, intensidade pluviométrica, foram estabelecidos pesos de fragilidade ambiental para cada aspecto ambiental, com valores de 1 a 5, que vai de muito fraca a muito forte, onde obteve-se dois produtos representativos dos aspectos de fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, sendo eles o Mapa de Fragilidade

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Potencial da Bacia Hidrográfica (Figura 16) e o Mapa de Fragilidade Ambiental (Figura 16), este último obtido considerando o mapa de Fragilidade Potencial e os aspectos de uso e ocupação do solo.

A partir de dados de declividade, solo, áreas prioritárias e intensidade pluviométrica para a região e classificados entre 1 e 5, conforme metodologia recomendada por Ross (1994) foi realizada a álgebra de mapa através da média entre os mapas e classificado o grau de fragilidade potencial, onde 1 - Muito Fraca, 2 Fraca, 3 Média, 4 Forte e 5 Muito Forte, conforme Figura 16.

Figura 16: Mapa de Fragilidade Potencial da Bacia do Córrego da Onça.

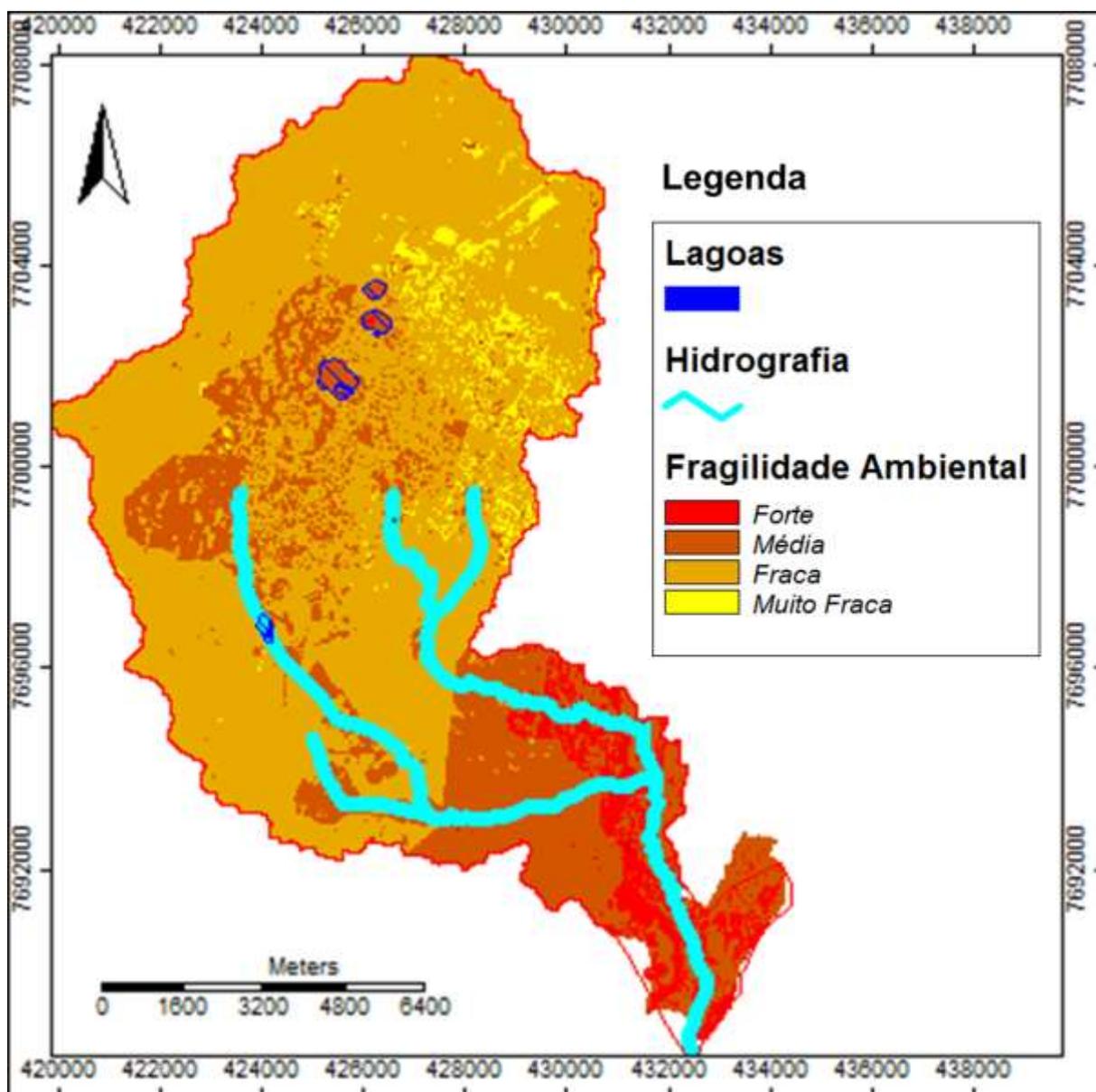


Fonte: Autor (2014).

5.5 Classificação da Fragilidade Ambiental no Córrego da Onça

De acordo com as características ambientais da região e da ação antrópica no local do estudo, foi possível construir um mapa da Fragilidade Ambiental (Figura 17) na bacia.

Figura 17: Mapa de Fragilidade Ambiental.



Fonte: Autor (2014).

Conforme pode ser visualizado na Figura 17, a maior parte da bacia se encontra na fragilidade ambiental média com alguns pontos de fragilidade fraca, com alguns pontos de fragilidade forte junto ao corpo hídrico e região de várzea.

Na Tabela 8, têm-se a classe de fragilidade ambiental, onde a classe de fragilidade “muito fraca” foi de 5,49% (7,27 km²) da bacia, essa área tem as menores cotas altimétricas, menor declividade e a presença de vegetação natural remanescente, auxiliando na proteção do solo. Essa classe sugere áreas com boa qualidade ambiental, em grande parte é área que mantiveram a sua vegetação natural.

A classe de fragilidade ambiental “fraca” foi a predominante, apresentando 76,45% (101,26 km²), a sua ocorrência relaciona-se a áreas de fragilidade potencial alta em áreas cobertas por pastagens e declividade classificada entre baixa e média fragilidade. Isso demonstra que a classe de uso pastagem e os aspectos físicos (declividade e solos) podem apresentar certo equilíbrio, pois a vegetação existente atenua a ação da erosão. Entretanto, empastagem degradada e sem conservação do solo pode romper o equilíbrio e acelerar o processo erosivo.

A classe de fragilidade ambiental “média” representa 17,67% (23,41 km²) da bacia, a sua ocorrência relaciona-se com áreas urbanas e baixo curso do Córrego em estudo. A classe de fragilidade ambiental “forte” demonstra 0,39% (0,52 km²), apresenta-se principalmente em áreas do baixo curso do Córrego da Onça, áreas de preservação permanente e lagoas.

Tabela 8: Classe de Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas/MS, 2015.

Classe de Fragilidade	Área km²	%
Muito fraca (1)*	7,27	5,49
Fraca (2)*	101,26	76,45
Média (3)*	23,41	17,67
Forte (4)*	0,52	0,39
Muito Forte (5)*	0	0
Total	132,46	100

Fonte: Melo (2015) adaptado de Ross (1994).

5.6 Condições encontradas nas zonas ripárias

O mapa da Figura 18, representa as Áreas de Preservação Permanente do curso principal da bacia hidrográfica do Córrego da Onça e seus respectivos uso e ocupação. A principal forma de ocupação foi marcada pela urbanização e pecuária, em segundo lugar pela silvicultura e por último pela vegetação ripária ou mata ciliar. Com o mapeamento das APP's das margens do córrego com faixa de 50m, como definido pelo código florestal, notou-se que as formas de ocupação estão degradando a vegetação ripária, sua manutenção e reprodução, deixando o córrego assoreado e provocando o risco do desaparecimento do curso d'água, ficando reservado a ele apenas a função de canal de drenagem urbana. Observou-se ainda que há uma diferenciação entre vegetação ripária e a chamada APPs, sendo a primeira uma função ou serviço ambiental prestado à natureza, e a segunda uma área limitante para degradação.

Na Figura 18, observa-se por intermédio das análises visual dos seis pontos da bacia hidrográfica do Córrego da Onça, que não foram encontradas vegetações arbóreas nas zonas ripárias, sendo a vegetação encontrada formada por capins utilizados como pastagem e algumas árvores esparsas.

Nos mesmos pontos que se analisou as condições de presença ou ausência da vegetação e suas características de estar cobrindo ou não as zonas ripárias, realizou-se também o enquadramento das águas superficiais da bacia hidrográfica do Córrego da Onça, afim de comparar a situação entre a presença ou ausência da vegetação ripária e a qualidade da água, pois além da vegetação ripária contribuir para a qualidade da paisagem e manutenção do rio, contribui também para a qualidade das águas superficiais.

Figura 18: Uso do solo nas zonas ripárias da bacia hidrográfica do Córrego da Onça.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

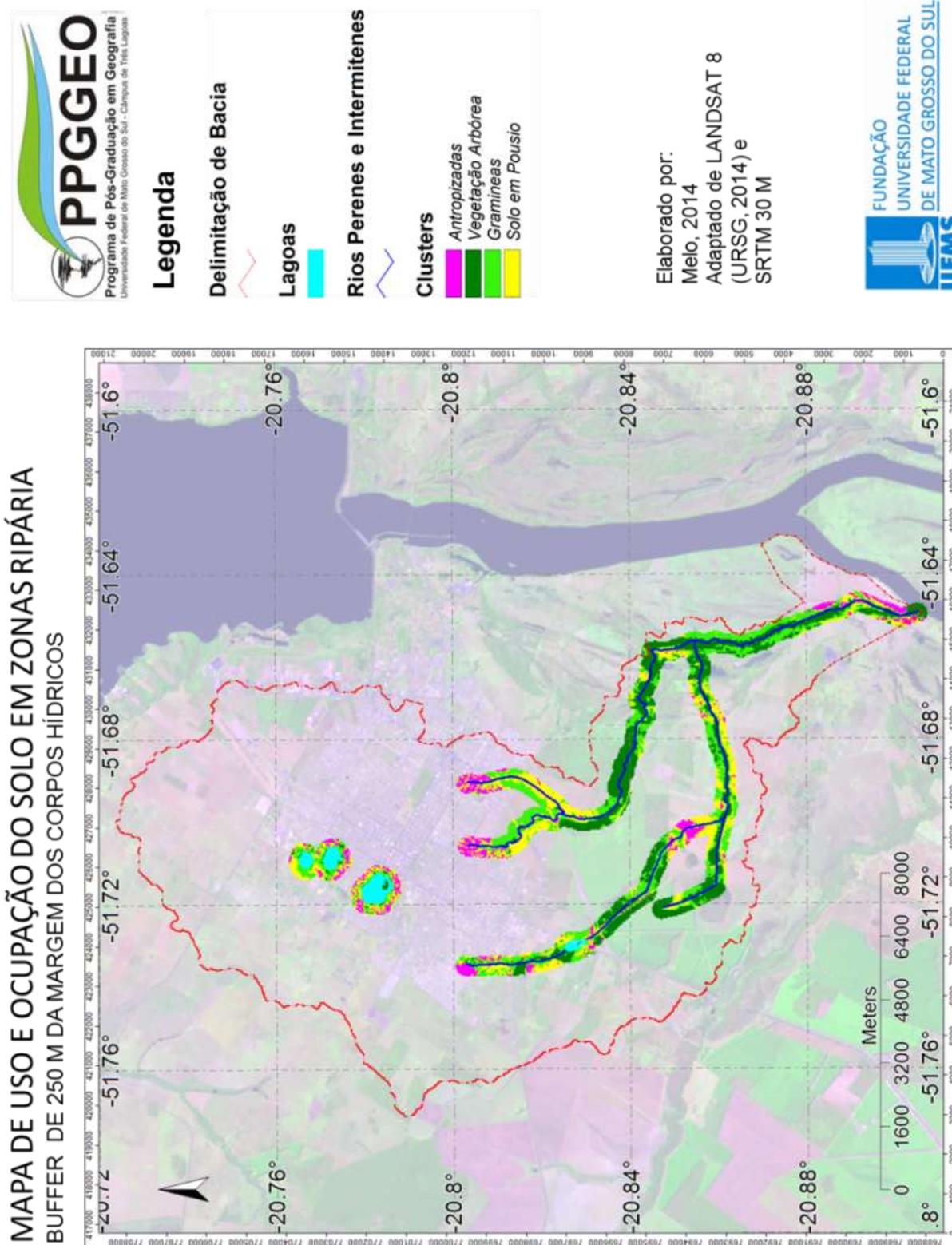


Foto: Melo; Garcia; Pinto (2015).

5.7 Análise Foto Descritiva da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça

Grande parte da Bacia Hidrográfica é formada principalmente pelo núcleo urbano, pelas lagoas e a canalização dos Córregos da Onça e do Jardim Brasília, e analisou a degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça através de levantamento foto-descritivo.

Onde identificou-se a presença de entulhos, resíduos sólidos e processos de assoreamento dos corpos hídricos, além do recebimento de efluentes advindos da estação de tratamento de esgoto da empresa de Saneamento do Estado de Mato Grosso do Sul - SANESUL, que contribui com o estado de degradação.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 19: Localização dos pontos Levantamento Fotográfico.



Foto: Autor (2014).

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

É importante ressaltar que o leito principal do Córrego da Onça tem ligação direta com os efluentes da estação de tratamento de esgoto da cidade, Figura 20, e isso propicia uma grande contaminação e degradação deste ambiente, inclusive a água sofre grande impacto, alterando a coloração, densidade e aspecto, ocasionando odor típico dos esgotos e a formação de espumas.

Figura 20: Zona Ripária, área urbana nos pontos 4 e 5.



Foto: Autor (2014).

Além dos problemas com qualidade da água em área urbana temos também a degradação por erosão do solo, que tem como causa o sistema de drenagem urbana, Figura 21, onde devido a falta de proteção vegetativa na zona ripária e de configuração do dispositivo de drenagem.

Figura 21: Zona Ripária no ponto 4 com erosão pela drenagem urbana.



Foto: Autor (2014).

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme visualizado na figura 22, o canal do Córrego da Onça apresenta alguns pontos com meandros, e ausência de proteção vegetativa arbórea em zonas ripárias, compostas apenas de pastagens, que não fornecem a proteção necessária. Pode-se constatar erosão às margens do córrego, com intenso processo de erosão das margens e deposição no leito e margens do canal.

Figura 22: Visão geral no ponto 6 da zona ripária em área rural da Bacia Hidrográfica.



Fonte: Autor (2014).

Este mesmo resultado é encontrado ao longo de alguns quilômetros do canal em áreas rurais, demonstrando o impacto ambiental causado pela ação do homem no espaço geográfico em que vive, seja área urbana ou rural

A pluralidade de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, assim como o avanço da erosão à margens do córrego, demonstra que devem ser tomadas medidas mitigadoras e de recuperação da área.

6 PROPOSIÇÕES

Conforme os resultados do estudo, os principais agentes causadores da degradação da margem e do leito principal do Córrego da Onça é a ocupação urbana, a falta de eficiência e lançamento direto dos efluentes da estação de tratamento de esgoto do município, lançamento final da drenagem urbana e a falta de métodos conservacionistas na área rural.

A histórica ocupação do espaço sem planejamento ambiental, demandam medidas de recuperação, que desta forma, faz-se necessário conter as erosões presentes na área e, por conseguinte, evitar os deslizamentos de terra, bem como amenizar a poluição fluvial. Para isso, propõe-se o reflorestamento com espécies pioneiras nativas, vegetação com raízes que fixam bem o solo; inserir uma vegetação de proteção na zona ripária do córrego.

O Córrego da Onça tem sua nascente localizada na Lagoa Maior, que por sua vez encontra-se na área urbana do Município, servindo de parque e área de lazer para a população.

Como já citado anteriormente, a área de abrangência no Córrego da Onça é constituída por vegetação nativa, de relevância ecológica, e são consideradas áreas de preservação permanente (APP).

As APP urbanas têm restrições específicas normatizadas por legislação federal e municipal. Às quais delimitam o que se pode intervir em tais áreas, a exemplo dos Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas em APP e também à qual define quais atividades de interesse público são autorizadas a estar implantadas nestas faixas ao longo de corpos hídricos.

Dentro destas limitações e restrições faz-se necessária a requalificação destas áreas que se encontram em avançado estágio de degradação ao longo de diversos pontos de APP do Córrego da Onça, tanto no perímetro urbano de Três Lagoas, quanto na área de influência rural.

Consta em Plano Diretor Municipal de Três Lagoas/MS, como umas das diretrizes, proposta de implantação do Parque Linear do Córrego da Onça, mas sem ação concreta para viabilizar esta diretriz.

Com vistas a propor um conjunto de medidas que tornem eficientes a recuperação ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, assim como suas áreas de preservação permanentes, apresentamos as seguintes proposições:

- Implantação do Parque Linear do Córrego da Onça, no trecho entre a Vila Zucão e BR-262, com estrutura para atividade esportiva, produção de mudas nativas e educação ambiental;

- Zoneamento Ambiental e implantação de regulamentação de Lei de Uso e Ocupação do Solo em área urbana;

- Proibição de loteamento e arruamento, pela iniciativa privada, sobre os canais naturais de drenagem, sem as devidas medidas preventivas e de controle do impacto ambiental sobre a drenagem urbana do município, seja este impacto em cenário atual, ou futuro, com a intensa urbanização a montante da área de intervenção;

- Desenvolvimento e aplicação de um Plano de Drenagem Pluvial para toda a Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça;

- Execução de dispositivos de controle de drenagem e controle de erosão nas áreas de APP;

- Aplicação de compensação ambiental às empresas que gerem impacto ambiental ao município, em especial nas áreas degradadas da APP do Córrego da Onça;

- Coleta, tratamento e destinação adequada a todo o esgoto coletado em Três Lagoas;

- Construção de Bacias de Detenção de águas pluviais integradas a lazer e espaços de convivência da população.

7 CONCLUSÕES

Apesar da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça apresentar fator de forma desfavorável aos processos de inundações, os parâmetros de densidade de drenagem se apresentam pobres, assim como a declividade média e mediana são baixas, sendo fator pouco favorável ao escoamento e formando áreas planas de difícil solução para os problemas de drenagem urbana.

No caso do Córrego da Onça como principal corpo receptor de uma grande área urbana, que está em processo de impermeabilização, com novos processos de adensamento habitacional, pavimentação e sistemas de drenagem insuficientes, os impactos ambientais e sociais aos habitantes do entorno do canal do córrego, se apresentam em áreas de risco.

Conforme averiguado através da análise da diagnóstico ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça em Três Lagoas/MS, em especial próximo à área urbana, onde conta com a contribuição de impactos difusos sobre o corpo hídrico, sejam impactos qualitativos, com contribuição de diversos poluentes provenientes das atividades antrópicas, ou quantitativos, proveniente da drenagem de águas pluviais, em regime alterado pelo sistema de drenagem pluvial urbano, contribuindo com o assoreamento do mesmo.

O diagnóstico se mostra satisfatório para compreender os pontos de maior fragilidade ambiental, o que serve de subsídio para elaboração do zoneamento ambiental da região da bacia hidrográfica do Córrego da Onça, zoneamento este que além dos subsídios do geoprocessamento, depende de participação comunitária e dos entes envolvidos no desenvolvimento local.

Além do Zonamento Ambiental foi possível identificar os pontos com maior grau de degradação ambiental nas Zonas Ripárias e APPs.

O Córrego da Onça é o principal corpo receptor de uma grande área urbana que está sendo impermeabilizada, com novos processos de adensamento habitacional, pavimentação, drenagem e impactos ambientais e sociais aos habitantes do entorno do corpo receptor de drenagem.

O intenso processo de urbanização vivido no Brasil, especificamente, desde os anos 80, e em conjunto com a falta de recursos e de políticas habitacionais, e uma crise econômica duradoura, têm levado muitas pessoas,

principalmente a classe mais empobrecida, a ocuparem áreas com características geológicas – geomorfológicas desfavoráveis, resultando em graves riscos, como desmoronamentos de encostas e enchentes.

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do Córrego da Onça demonstrou que conforme estudo de uso e ocupação das áreas em questão, estão impactadas pela urbanização, com canalização e disciplinamento de seu leito com a construção de galerias utilizadas para escoamento das águas pluviais urbana, além da contribuição de ligações clandestinas de esgoto no mesmo. A partir do Médio curso são apresentadas principalmente degradação devido ao desmatamento e impactos da pecuária extensiva, já no baixo curso apresenta degradação da APP, ligadas principalmente à pecuária.

O método de análise morfométrica da bacia hidrográfica possibilitou compreender que a Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça/MS, se mostra satisfatório no que diz respeito à suscetibilidade do corpo hídrico a processos de inundação, os resultados demonstram que a bacia não apresenta suscetibilidade a inundações pelas suas características morfométricas, no entanto, devido a intervenções urbanas, obstruindo canais naturais de escoamento e ocupando APPs, agrava os problemas relativos a inundação.

As análises de zonas ripárias, corrobora com os resultados, e explica o impacto na drenagem pela ocupação antrópica das margens dos córregos e lagoas, se mostrando promissora para o planejamento de intervenções para recuperação das APPs, e adoção de medidas preventivas e preservacionistas no entorno das mesmas.

O mapeamento e interpretação de uso do solo, mostra o alto grau de interferência provocado pela agropecuária e agricultura, e urbanização sobre a área da bacia hidrográfica. O mesmo resultados foi utilizado em conjunto com o de pedologia e declividade para álgebra de mapas, e geoprocessamento na análise integrada, utilizando-se das metodologias propostas por Crepani e Rossi, gerando o mapa de Fragilidade Potencial e Fragilidade Ambiental.

O levantamento fotográfico, ofereceu condições para confirmar as informações apresentadas nos mapas de fragilidade ambiental e no levantamento de zonas ripárias, de forma a compreender que mantém-se a pressão do uso do solo

sobre os recursos hídricos da bacia hidrográfica, não foram adotadas medidas efetivas de proteção e recuperação da área degradada do córrego da onça, para o mesmo ainda faltaram realizar levantamento em diversos momentos ao longo do ano, demonstrando a sazonalidade do regime hídrico do Córrego da Onça, que pode ser objeto de estudos futuros.

Para a área estudada, seria de relevante interesse para a questão de planejamento de recuperação das áreas degradadas da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, que se adotassem monitoramento no mínimo anual, da evolução do uso e ocupação do solo urbano, assim como da implementação das medidas de recuperação e preservação das zonas ripárias e recursos hídricos do local.

Posto isto, o uso das técnicas de geoprocessamento para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental foi imprescindível para o desenvolvimento da pesquisa e a possibilidade de manipular, analisar os dados ambientais e identificar os principais impactos na Bacia Hidrográfica, além de servir de apoio a tomada de decisão para os gestores.

Conforme informações obtidas pelas diferentes metodologias de análise ambiental, adotadas neste estudo, pode-se concluir que a Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça apresenta baixa fragilidade potencial, no entanto a mesma se agrava pelo forma com que se dá o uso e ocupação do solo, sem a devida adoção de princípios conservacionistas, seja em área urbana ou rural, resultando na degradação das margens do córrego, com erosão e assoreamento das margens, que não contam com a proteção oferecida pela vegetação em vários trechos desde as lagoas, que dão nome à cidade de Três Lagoas/MS.

8 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. **Os Domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3ª edição. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ANDRADE, R. V. **O Processo de Produção dos Bosques e Parques Públicos de Curitiba**. 2001. 129 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2001.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de informação geográficas: aplicações na agricultura**. Platina: Embrapa, 1993. 274 p.

BIELENKI, C. J.; BARBASSA, A. P. **Geoprocessamento e recursos hídricos: aplicações práticas**. São Carlo/SP: EdUFSCar, 1ª ed., 2012.

BITAR, O. Y.; BRAGA, T.O. **O meio físico na recuperação de áreas degradadas**. In: BITAR, O.Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995. cap. 4.2, p.165-179.

BITTENCOURT, L.F.F.; G.T. BATISTA; C.S. CATELANI. 2006. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo de ocupação de solo de mata ciliar do rio Paraíba do Sul no município de Caçapava. Artigo apresentado no primeiro seminário de sensoriamento remoto e geoprocessamento para estudos ambientais no vale do paraíba** - geovap 2006, 07 de dezembro, universidade de Taubaté, Taubaté, SP, Brasil. disponível em <http://www.agro.unitau.br/soac/viewabstract.php?id=30&cf=1> - página 89-99.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. de (Org.). **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – Deplan – UNESP – IGCE, 2003.

BRASIL, IBAMA/MMA. **Instrução Normativa nº 04, de 13 de abril de 2011**. Estabelece exigências mínimas e nortear a elaboração de projetos de recuperação de áreas degradadas. Diário Oficial da União nº 72, Seção 01. **PRAD e Áreas Alteradas**, v. 100, n.72, p. 100103, 14 de abril de 2011, Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Decreto-Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8

jan1997. Seção IV, p. 45 Disponível em:
<http://www.ana.gov.br/Legsilacao/Especificas/BR_Lei_9433_08011997.htm>.
Acesso em: 21 out. 2014.

_____. Política Nacional do Meio Ambiente. **Lei n.º 6.938 de 31 de agosto de 1981**, 1981.

_____. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007.** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: MMA, 2007.

_____. Constituição [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 mai. 2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. **Áreas Prioritárias para Conservação, uso Sustentável e repartição de benefícios da Biodiversidade Brasileira:Atualização**, Brasília: MMA, 2007.

_____. **Resolução CONAMA N° 302 de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. 2002.

_____.**Resolução CONAMA N° 303 de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. 2002.

_____.**Resolução CONAMA N° 369 de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente. 2002.

BRIGUENTI, E. C. **O uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da bacia do Ribeirão Anhumas, Campinas/SP.** 2005. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, Campinas, 2005.

CALIJURI, M. C.; BUBEL, A. P. M. Conceituação de microbacia. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. (org.) **As florestas plantadas e a água - implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento**. São Carlos: Rima editora, 2006.226 p.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M. V., MEDEIROS, J. S. **Representações computacionais do espaço: um diálogo entre a geografia e a ciência da informação**. São José dos Campos: DPI/INPE, 2000.

CÂMARA, J. B. D. Governança ambiental no Brasil: ecos do passado. **Revista de sociologia e política**, v. 21, p. 125–146, 2013.

CARDOSO, T. Homenagem a Jean Tricart (1920-2003). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 4, n. 2, p. 101-102 set. 2003. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/ugb/Revista/Revista4-2_2003/Revista4_JeanTricart_2003.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2014.

CARVALHO, A.G.B.M. **Proposição de Geoindicadores para Caracterização da Degradação do Meio Físico na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas (MS)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”. Ilha Solteira, SP, 2010.

CATELANI, S. C. **Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) do Município de Santo Antônio do Pinhal, SP: Um Subsídio à Preservação ambiental**. *Revista Ambiente & Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v 2, n.1, 2007, p. 31-43.

CAVALCANTI, C. Economia e Ecologia: Problemas da Governança Ambiental no Brasil. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 1, p. 1–10, 2004.

CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. **Lei nº 12.651/12**. Diário Oficial da União (DOU) de 28 de Maio de 2012 (pag.2, seção 1). Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/37352347/dou-secao-1-28-05-2012-pg-2> acessado em 03/08/2014.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357/05. **Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Brasília, SEMA, 2005.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento**

aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial. (INPE-8454-RPQ/722). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia.** Hucitec, 1981.

CUNHA, E.R. et al. **Caracterização da fragilidade potencial da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal Nascentes do Rio Apa: Uma adaptação metodológica.** In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBRS, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0634.pdf>>, acessado em 18 de dezembro de 2013.

CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T. – **Degradação Ambiental.** In: Geomorfologia e Meio Ambiente. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CURTARELLI, M. P. **SIG aplicado à caracterização morfométrica de Bacias Hidrográficas** – estudo de caso da Bacia Hidrográfica do rio Cubatão do Sul – SantaCatarina/Brasil. 2009.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente.** 6a ed. Rio de Janeiro. Ed.Bertrand Brasil, 2005, 73p.

EMBRAPA (2006) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2ª Edição, Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, 306p.

FAMATO; SEMA e TNC. **Recuperação de Áreas Degradadas: uma proposta para o cerrado da Bacia Hidrográfica do Rio São Lourenço.** Brasília, 2008.

FEIBER, Silmara Dias. **Áreas Verdes Urbanas Imagem e Uso - O Caso do Passeio Público de Curitiba-PR.** R. RA´E GA, Curitiba: Editora UFPR, n. 8, 2004.

FERREIRA, C.C. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto:** processamento de imagens orbitais de sensores passivos (CCD e TM) e Ativos (SRTM) como subsidio para o gerenciamento da Bacia Hidrográfica das Pitangueiras/ SP. 2008. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Três Lagoas, 2008.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de texto, 2008.

FLORIANO, E. P. **Planejamento Ambiental**, Caderno Didático nº 06. 1ª ed. Santa Rosa/RS: ANORGS, 2004. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/planejamento.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2013.

FOSCHINI, R. C. **Trajetória das leis protetoras das APPs e o conflito com a lei de uso e ocupação do solo**. Anais do 4º Fórum Ambiental da Alta Paulista, Tupã, Brasil, 21-24 Julho 2008.

FRANÇA, J. Q.; GOMES, W. M.; SANTOS, T., R dos. **Degradação socioambiental do córrego da onça, Três lagoas/MS, VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 12, p. 234-242, 2012.

FRANÇA, Júnia Lessa et al. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 6. ed. rev. e ampl. BeloHorizonte: UFMG, 2003. 230 p.

FRANCO, R. A. M. **Indicadores ambientais e planejamento integrado dos recursos hídricos na microbacia do córrego do Coqueiro**. 2012. 252f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira. 2012.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; BARBOZA, G. C.; VANZELA, L. S. **Diagnóstico da concentração de ferro nas águas superficiais e seus impactos para irrigação localizada na região noroeste paulista**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM- CONIRD, 20., 2010, Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABID, 2010. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2010_franco.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração de Matas Ciliares - Alguns Aspectos Ecológicos Importantes que devem ser considerados na Restauração de Matas Ciliares**. In: BARBOSA, L. M.; SANTOS JUNIOR, N. A. dos. *A botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais*. São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil. 2007.

GARCIA, M.Y. **O Código Florestal Brasileiro E Suas Alterações No Congresso Nacional**. Revista Geografia em Atos: Presidente Prudente, 2012, pág. 54-74.

GOLDENFUM, J. A. Pequenas bacias hidrológicas: conceito básico. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (Org.) **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2003. cap.1, p. 3-13.

GONÇALVES, C. Walter Porto. **Os (des) caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1998.

GONZAGA, M. L. **O uso de geotecnologias na análise da dinâmica ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Dom Tomaz – Três Lagoas/ MS**. 2008. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Três Lagoas, 2008.

GONZAGA, M.L. ; CARVALHO, A.G.B.M. ; LOLLO, J. A. . **Aplicação do índice de qualidade da água considerando o uso do solo e a legislação pertinente na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça em Três Lagoas, Mato Grosso do Sul**. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEOGRÁFOS. Anais. Porto Alegre, RS, p. 1-11 2010.

GÜNTHER, W.M.R. **Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, Fundação Seade, v. 20, n. 2, p. 105-117, abr./jun. 2006. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>; <<http://www.scielo.br>>.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/home> >. Acesso em: 10 jun. 2014.

INPE. **Manual do Usuário do SPRING Release 5.0**. 2006. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>, Acesso em: Junho de 2014.

LEITE, M.A.; LEÃO, R. **Diagnóstico e caracterização da sub-bacia do Rio dos Queimados**. Concórdia: Consórcio Lambari: Comitê do Rio Jacutinga e Contíguos, 2009.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia florestal In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo / FAPESP, 2000. cap.3, p. 33-44.

LOBODA, C. R. ANGELIS, B. L. D. De. **Áreas Verdes Públicas Urbanas: Conceitos, Uso e Funções**. Ambiência Guarapuava, PR v.1 n.1 p. 125-139 jan./jun. 2005.

MACEDO, S. S.; SAKATA, F. G. **Parques Urbanos no Brasil**. 2ª ed. EDUSP/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo: São Paulo, 2003.

MELO, A.L.S.; SAKAMOTO, A.Y.; FERRARI, H.P. **Bacia hidrográfica do córrego da onça: análise ambiental por geoprocessamento**. In.: BENINI, S. M. (Org.). **Uso de sistemas de informação geográfica na análise ambiental em bacias hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2015. Disponível em: <http://www.editoraanap.org/#!/bacia-hidrografica/cszc>, Acesso em: 04 de Julho de 2015.

MELO, A.L.S.; GARCIA, P.M.; PINTO, A.L. **Geoprocessamento no zoneamento de zonas ripárias e análise da qualidade da água na bacia hidrográfica do córrego da onça**. In.: BENINI, S. M. (Org.). **Uso de sistemas de informação geográfica na análise ambiental em bacias hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2015. Disponível em: <http://www.editoraanap.org/#!/bacia-hidrografica/cszc>, Acesso em: 04 de Julho de 2015.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Medida Provisória 2.166 de 24 de agosto de 2001**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=368> Acesso em 23 de julho de 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n. 302 de 20 de março de 2002**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html> Acesso: 23 de setembro de 2014.

MORAES, A. J. **Manual para avaliação da qualidade da água**. São Paulo: RIMA, 2001. 44 p.

MOREIRA, M. A. L. **As molduras vegetais do Córrego da Onça: Três Lagoas**, 2007. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Mato Grosso do Sul , Três Lagoas/ MS,2006.

MOREIRA, M. A. L.; SILVA, J. L. L. **As molduras vegetais do Córrego da Onça – Três Lagoas Mato Grosso do Sul**. 48f. In: Monografia (Conclusão de Curso de graduação em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2012.

MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Edições UFC. Fortaleza. 1981.

MULLER, M. S.; CORNELSEN, J. M. **Normas e padrões para teses, dissertações e Monografias**. Rev. Ampl. Londrina: Eduel, 2007.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J.L. **Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem**. Revista da Casa da Geografia de Sobral/ Sobral. v. 6/7. n.1. p. 167 – 179, 2005.

NICOLAU, R. C. P. KAWAKUBO F. S. **Novo Código Florestal Brasileiro: as possíveis mudanças na cobertura vegetal utilizando como exemplo, a bacia do rio São Tomé, Sul de Minas Gerais**. Encontro de Geógrafos da América Latina, Peru, 2013.

NUÑEZ, A; LOPEZ, E; DIAZ-FIERROS, F. **Contaminación das Águas por Encorreamento Superficial em Pradeiras em Pendente Tratadas com Purín de Vacuno**. Cuadernos da Área de Ciencias Agrarias do Seminario de Estudos Galegos. v.11.p.163-182. 1991.

ODUM ,E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6ª ed. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian , 2004 .

PINTO, A. L. . Avaliação do Potencial Erosivo em Bacias Hidrográficas: **Estudo de Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS**.Entre Lugar, v. 6, p. 45-63, 2012.

REID, L. M.; HILTON, S. **Buffering the Buffer**. USDA Forest Sevice. v.45. p. 71 – 80. 1998.

RAMIREZ, M. R.; SOUZA, J. M. **Sistema Gerenciador de Banco de Dados em Sistemas de Informações Geográficas. Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Editado por Meirelles, M. S. P., Camara, G. e Almeida, C. M. Brasília, DF: Embrapa Informação e tecnologia. P. 55-104. 2007.

REID, L. M.; HILTON, S. **Buffering the Buffer**. USDA Forest Sevice. v.45. p. 71 – 80. 1998.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELLO. J,W. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV, SOBRADE, 1998.

ROSS, G, L. S. **Geomorfologia ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. In: Revista do Departamento de Geografia, n.8. FFLCH-USP. São Paulo. 1994.

SAGA-GIS. **System for Automated Geoscientific Analyses** - Jürgen Böhrer, Olaf Conrad, Ruediger Koethe e Andre Ringeler, Departamento Geografia Física da Universidade de Göttingen, na Alemanha, 2015.

SANCHEZ, L.E. Revitalização de áreas contaminadas. In: MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (Ed). **Remediação e Revitalização de Áreas Contaminadas**. São Paulo: Signus Editora, 2004.

SANTOS, E. **Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio jirau município de dois vizinhos – Paraná**. 140 f. Dissertação (mestrado em geografia). Departamento de Geografia, setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná, 2005.

SAVANO, V. A. J. **Recuperação e aproveitamento de áreas degradadas: O Caso do Córrego Diamante, Maringá-PR**. 118f (Dissertação de mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, 2012.

SILVA, C. A. A. PINTO, A. L. **Qualidade Das Águas Superficiais Do Rio Sucuriú, No Município De Três Lagoas/MS. 2013**. Disponível em: <http://www.propp.ufms.br/gestor/titan.php?target=JJopenFile&fileId=407>. Acesso em 25. Ago.2014.

SILVA, C. H. R.; LEAL, G. Q. **Relatório de campo: recursos hídricos e vulnerabilidade ambiental, aproximações no âmbito escolar em Três lagoas – MS**. Revista Discente Expressões Geográficas, n 6, ano VI, p. 203 – 220, jun.2010.

SILVA, R. V. da **Estimativa De Largura De Faixa Vegetativa Para Zonas Ripárias: Uma Revisão**. I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC – 22/09/2003.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER) INTERNATIONAL. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. **Princípios da SER International sobre restauração ecológica**. Disponível em <<http://www.ser.org.br>>. Acesso em: 07 fev. 2013.

SORDI, M. V.; CAMOLEZI, B. A. **Caracterização Morfométrica da Bacia do Ribeirão Santo Inácio – Paraná – Brasil**. In: II Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e Maringá, XIX Semana de Geografia. p. 363 – 374, 2010.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre**. São Paulo: USP – FFLCH, Departamento de Geografia, 1973^a.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de Geossistemas. Métodos em questão**, 16, IG, USP, São Paulo, 1977.

SOUZA, M. J. N. **Diagnóstico Geoambiental**. In: A zona costeira do Ceará: AQUASIS. Fortaleza: 2003.

SOUZA, N. L. **Parque Municipal Cinturão Verde de Cianorte – Módulo Mandhuy e sua Relação com a cidade de Cianorte**, Paraná. Dissertação de mestrado em Geografia no programa de Análise Regional e Ambiental, no Centro de Ciências Humana, Letras e Artes, da Universidade Estadual de Maringá (UEM) – Maringá/PR (2010).

SPÖRL, C. ROSS, J. L. S. **Análise da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos**. Espaço e Tempo. Geosul, São Paulo, n. 15, 2004. TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

SPÖRL, C. ROSS, J. L. S. **Análise da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos**. Espaço e Tempo. Geosul, São Paulo, n. 15, 2004.

TAMANINI, M. S. A. **Diagnóstico físico-ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária - PR**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Revista Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.181-186, jan./mar. 2002.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 859-857, 2006.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977.

TROPMAIR, H. **Sistemas, Geossistemas, Geossistemas paulista e ecologia da paisagem**. Rio Claro: edição do autor, 2004.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. Rio Claro, 2002. 5ª Edição.

TUCCI, C. E. M; COLLISCHONN, W. **Drenagem urbana e Controle de Erosão**. 1998, [S.l:s.n.], p. 16, 1998. Disponível em:<http://galileu.iph.ufrgs.br/aguasurbanas/Contents/Publicacoes/downloads/drenagem_urbana_controle_erosao_presidente_prudente.pdf>.

TUCCI, C.E.M. (Organizador). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, 3ª edição, Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

TUCCI, C.E.M. **Drenagem Urbana**. *Revista eletrônica Ciência e Cultura*, São Paulo, v.55, n.4, out./dez. 2003. Disponível em: <<http://cienciacultura.bvs.br/scielo>>. Acesso em: 01 dez, 2013.

TUNDISI, J. G. **Liminologia do século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 1999.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, M. T. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: oficina de texto, 2011.

UMETSU, Ricardo Keichi et al . **Análise morfométrica e socioambiental de uma bacia hidrográfica Amazônica, Carlinda, MT**. *Rev. Árvore*, Viçosa , v. 36, n. 1, p. 83-92, Fevereiro de 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622012000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 dez, 2014.

VEIGA, J. E. DA. **Indicadores para a Governança Ambiental - VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Anais de Congresso em Ecologia. 2007. Disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vii_en/mesa2/trabalhos/indicadores_para_a_governanca_ambiental.pdf(In:\n27.05.10).

VEIGA, T.C.; SILVA, J. X. **Geoprocessamento aplicado a identificação de áreas potenciais para atividades turísticas: O caso do município de Macaé - RJ**. In

XAVIER-DA-SILVA, J.; Z AidAN, R. T. (organizadores). **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações**. 2^a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 368 p.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda., 1980.

VITTALA, S. S.; GOVINDAIAH, S.; GOWDA, H. H. **Prioritization of sub-watersheds for sustainable development and management of natural resources**: An integrated approach using remote sensing, GIS and socio-economic data. *Current Science*, v.95, n.3, p.345-354, 2008.

VITTAE, A. C.; MELLO, J. P. **Determinação da fragilidade ambiental na bacia do Rio Verde, região Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil**. *Territorium*, Portugal, v. 2, n. 16, 2009. Disponível em: <http://www1.ci.uc.pt/nicif/riscos/downloads/t16/fragilidade_ambiental.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2014.

XAVIER-DA-SILVA, J.; Z AidAN, R. T. (Ed.). **Geoprocessamento e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.