



## **ANÁLISE AMBIENTAL E O SISTEMA HIDROGRÁFICO DO CÓRREGO DO PORTO, TRÊS LAGOAS (MS) PARA FINS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

## **ENVIRONMENTAL ANALYSIS AND SYSTEM HYDROGRAPHIC STREAM OF PORTO, TRÊS LAGOAS (MS) FOR ENVIRONMENTAL PLANNING PURPOSES**

## **ANÁLISIS Y AMBIENTAL SISTEMA HIDROGRÁFICO STREAM OF PORTO, TRES LAGOS (MS) PARA FINES DE PLANIFICACIÓN AMBIENTAL**

Luziane Bartolini Albuquerque

Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Campus de Três Lagoas, MS, Avenida Ranulpho Marques Leal, 3484 ó Distrito Industrial, 79620-340.  
luzianebartolin@uol.com.br

Arnaldo Yoso Sakamoto

Doutor em Geografia e Professor Associado da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Campus de Três Lagoas, MS, Avenida Ranulpho Marques Leal, 3484 ó Distrito Industrial, 79620-340.  
arnaldosakamoto@gmail.com

### **RESUMO**

Este trabalho tem por objetivo, uma análise ambiental e descrição do sistema hidrográfico do córrego do Porto ó Três Lagoas (MS) como subsídio ao planejamento ambiental, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, a fim de verificar as possíveis mudanças ocorridas nos anos de 2001 e 2008. Para tal estudo, foram utilizadas imagens de satélite Landsat +5 TM, juntamente com a carta topográfica para identificação do sistema hidrográfico e das transformações ocorridas. Através da análise morfométrica, verificou-se que seus canais estão bem distribuídos ao longo do seu percurso, e conforme a leitura dos índices não apresenta riscos de inundações em condições naturais de precipitação. Quanto ao uso e cobertura, observou-se que a bacia sofreu pequenas alterações, apesar da pastagem não deixar de ser predominante.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica, Sistema hidrográfico, Uso e cobertura da terra.

### **ABSTRACT**

This study aims, an environmental analysis and description of the river system Stream Porto - Três Lagoas (MS) as an aid to environmental planning, using techniques of remote sensing and GIS in order to determine possible changes in 2001 and 2008. For this study, we used Landsat TM satellite images +5, along with the topographic maps to identify the river system and the changes that have occurred. By morphometric analysis, it was found that their channels are well distributed along its route, and as you read the indices presents no risk of flooding in natural precipitation conditions. As for the use and coverage, it was observed that the basin has undergone minor changes, despite the pasture only be predominant.

**Keywords:** Basin, Hydrographic system, Land use and land cover.

### **RESUMEN**

Este trabajo tiene el objetivo de analizar el ambiente y describir el sistema hidrográfico del arroyo del Puerto ó Três Lagoas (MS) como subsidio al plano ambiental, utilizando técnicas de teledetección y geoprociamiento, com vistas a averiguar los posibles cambios que ocurrieron entre 2001 y 2008. Para tal estudio, fueron utilizadas imágenes de satélite Landsat+5 TM, junto a la carta topográfica para la identificación del sistema hidrográfico y de las transformaciones ocurridas. Por medio del análisis morfométrico, se verificó que sus canales están bien repartidos a lo largo de su percurso, y conforme la lectura de los índices no presenta riesgos de inundación en condiciones naturales de precipitación. cuanto al uso y cobertura fue posible observar que la bacia hidrográfica sufrió pequeñas alteraciones a pesar de que el prado no es predominante.

**Palabras clave:** bacia hidrográfica, sistema hidrográfico, uso y cobertura de la tierra.

## 1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é uma unidade de estudo dos elementos naturais e sociais, além de poder acompanhar as mudanças introduzidas pela ação humana e as respostas da natureza, processos estes que devem ser monitorados de forma a compreender uma visão integrada (GUERRA; CUNHA, 1996).

O planejamento é um processo contínuo e dinâmico que consiste em um conjunto de ações intencionais, integradas, coordenadas e orientadas para tornar realidade um objetivo futuro de forma sustentável.

Nas palavras de Bertoni e Neto (1990), o planejamento conservacionista é um instrumento para o ambiente agrícola, visando à conservação do solo com sua exploração lucrativa, ocasionando a complexa renovação dos sistemas de trabalho, das técnicas agrícolas e, sobretudo, da organização da propriedade.

Assim, entende-se a importância no levantamento de uso, cobertura e descrição do sistema hidrográfico em bacias hidrográficas e seus reflexos para análises e avaliações das alterações ambientais, já que ocupar um determinado espaço sem planejamento pode resultar em uma enorme gama de impactos negativos, tanto ao meio ambiente, como aos próprios agentes modificadores do espaço.

É nesse sentido que a análise ambiental e a descrição do sistema hidrográfico em bacias hidrográficas se tornam uma importante ferramenta para o planejamento ambiental, e até mesmo, a orientação à tomada de decisões. Além de servir como instrumento na elaboração de indicadores ambientais, contribuindo na criação de alternativas que garantem a utilização deste ambiente a gerações futuras (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2008).

Conforme Santos (2004), entende-se o conceito de bacia hidrográfica, como sendo um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes, permanente ou intermitente. Quaisquer alterações, seja antrópica ou natural, interferem neste sistema, na qualidade e quantidade dos cursos de água. Nesse sentido, visualiza-se a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e gestão.

Para este estudo adotou-se o recorte espacial da bacia hidrográfica do Córrego do Porto, para uma análise ambiental do uso e cobertura a terra e a descrição morfométrica (hierarquia fluvial e análises: areal, linear e hipsométrica) deste sistema hidrográfico. Para este objetivo, as geotecnologias são úteis, baseadas em ferramentas como o sensoriamento remoto, geoprocessamento e a cartografia temática subsidiando o planejamento ambiental, como também possibilitar a verificação das alterações ambientais ocorridas durante os anos de 2001 e 2008.

Como ferramenta para análise ambiental e descrição do sistema hidrográfico do córrego do Porto foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, pois a utilização de imagens de satélite para os estudos ambientais é considerada viável já que pode ser feito de forma rápida e econômica, permitindo o planejamento e a exploração da área de estudo de forma equilibrada e produtiva (ROCHA; PIRES; SANTOS, 2000).

Segundo Florenzano (2002), o sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. A energia utilizada no Sensoriamento Remoto é a radiação eletromagnética, cuja fonte pode ser natural (o Sol e a Terra) ou artificial (radar), e segundo Rosa (1992), é definida como sendo a forma de energia que se move à velocidade da luz, seja através de ondas ou de partículas eletromagnéticas, e que não necessita de um meio físico para se propagar.

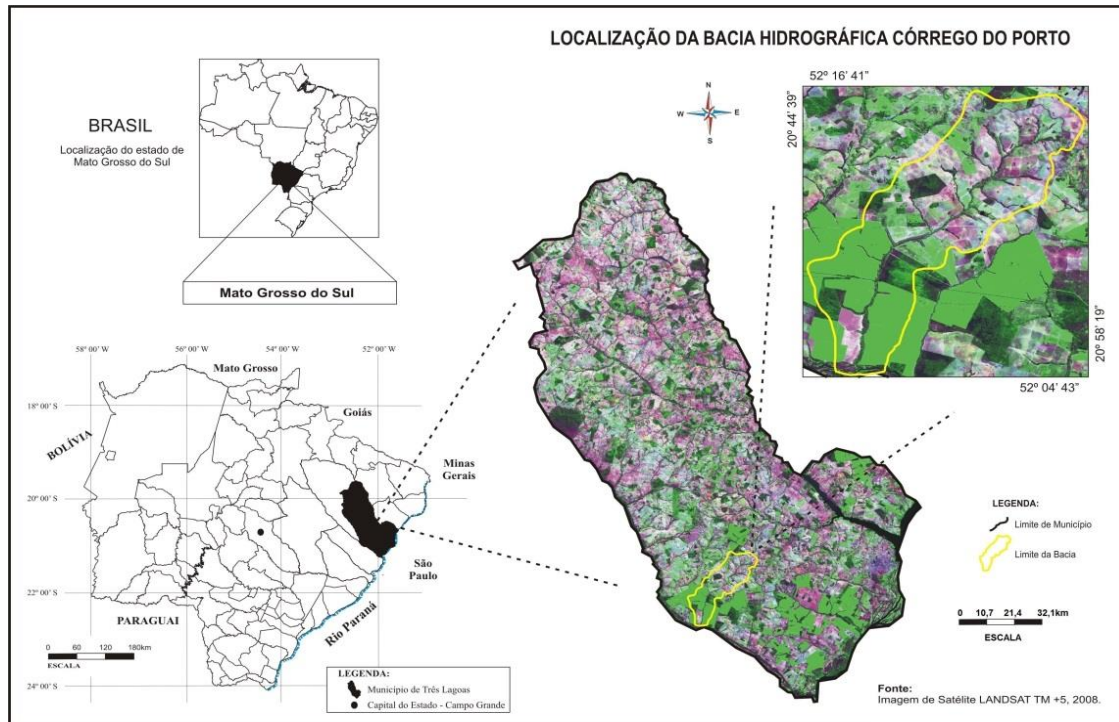
O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias direcionadas para a coleta e o tratamento das informações espaciais. Ele oferece recursos para processar dados da evolução temporal e espacial de um determinado tipo de fenômeno geográfico e suas inter-relações (CÂMARA; DAVIS, 2001). E por fim, a importância da contribuição da cartografia temática na elaboração dos mapas temáticos.

Portanto, este trabalho tem como objetivo uma análise ambiental e descrição do sistema hidrográfico do córrego do Porto - Três Lagoas (MS) como subsídio ao planejamento ambiental.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

O córrego do Porto está localizado na porção sul do município de Três Lagoas, MS, entre as coordenadas geográficas  $20^{\circ} 44' 39''$  a  $20^{\circ} 58' 19''$  S e  $52^{\circ} 04' 43''$  a  $52^{\circ} 16' 41''$  W, e possui uma área de aproximadamente 202 km<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1** - Mapa de localização do córrego do Porto ó Três Lagoas, MS.

A bacia hidrográfica córrego do Porto é afluente do rio Verde, um rio de grande importância turística e econômica da região de Três Lagoas, MS, e conseqüentemente, é tributário do rio Paraná.

### 2.2. Materiais

Para elaboração deste trabalho, foi utilizada a base cartográfica da área da bacia hidrográfica córrego do Porto, imagens de satélite, equipamentos e programas, conforme demonstra a tabela 1.

**Tabela 1** - Materiais Utilizados

<b>MATERIAIS UTILIZADOS</b>	
<b>Base Cartográfica</b>	Carta topográfica com curvas de nível obedecendo à equidistância de 40 metros (DSH, 1974): Arapuá - Folha SF-22-V-A-III ó escala 1:100.000.
<b>Produtos de Sensoriamento Remoto</b>	Imagem de satélite LANDSAT 5 TM 2001 e 2008, Bandas 3, 4, 5, órbita 223, ponto 74 e órbita 223, ponto 75 com 30m de resolução espacial (INPE, 2014).
<b>Programas</b>	- Sistema de Geoprocessamento SPRING® 5.0.6 ó INPE. ò Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, versão 5.0.6. - Editor Gráfico Corel Draw versão 12.0.
<b>Equipamentos</b>	- Microcomputador;

## 2.3. Métodos

### 2.3.1 O sistema hidrográfico da bacia

Na descrição morfométrica da bacia córrego do Porto foi utilizada a metodologia proposta por Christofolletti (1980), cujos principais parâmetros abordados estão inseridos nas análises da hierarquia fluvial, análise areal, linear e hipsométrica da bacia hidrográfica, também encontrada em Villela e Mattos (1975).

Para quantificar os parâmetros morfométricos analisados, as bacias hidrográficas foram delimitadas por meio dos divisores de água, traçando uma linha divisória entre as curvas de níveis, entorno do canal fluvial principal e seus afluentes. A medição da área e perímetro da bacia, os comprimentos do rio principal e de seus afluentes foi realizada com o uso da cartografia digital através de vetores, com base na carta topográfica e sua atualização através das imagens de satélite Landsat 5 TM 2008 com 30m de resolução espacial, na opção Edição Topológica, e logo, calculada em Operações Métricas no Sistema de Informação Geográfica SPRING 5.0.6.

Segundo a hierarquização de Horton *apud* Christofolletti (1980), os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários, os canais de segunda ordem somente recebem tributários de primeira ordem, os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também podem receber afluentes de primeira ordem, os de quarta ordem recebem tributários de terceira ordem e, também, os de ordem inferior.

#### Análise areal

Na análise areal das bacias hidrográficas estão englobados vários índices nos quais intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Podemos incluir os seguintes índices:

**a) Área da bacia (A):** É toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal;

**b) Comprimento da bacia (L):** O comprimento da bacia longitudinal pode ser determinado entre os dois extremos (ponto mais extremo a montante e o ponto a jusante (foz)) (CHRISTOFOLETTI, 1980 *apud* ALVES; CARVALHO, 2009).

**c) Relação entre o comprimento do rio principal e a área da bacia:** permite que o comprimento geométrico do curso d'água possa ser calculado por (CHRISTOFOLETTI, 1969):

$$L = 1,5 \times A^{0,6}$$

onde L é o comprimento do rio principal, em km, e A é a área da bacia em km<sup>2</sup>.

**d) Densidade de rios:** é a relação existente entre o número de rios ou cursos de água e a área da bacia hidrográfica:

$$Dr = \frac{N}{A}$$

onde Dr é a densidade de rios; N é o número total de rios ou cursos de água e A é a área da bacia considerada.

**e) Densidade de drenagem:** correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica:

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

na qual  $Dd$  significa a densidade de drenagem;  $L$  é o comprimento total dos canais e  $A$  é a área da bacia.

**f) Coeficiente de manutenção:** fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, (Schumm, 1956):

$$Cm = \frac{1.1000}{Dd}$$

na qual  $Cm$  é o coeficiente de manutenção e  $Dd$  é o valor da densidade de drenagem, expresso em metros.

### Análise Linear

Na análise linear são englobados os índices e relações a propósito da rede hidrográfica, cujas medições necessárias são efetuadas ao longo das linhas de escoamento. Podemos distinguir os seguintes:

**a) Relação de bifurcação:** Segundo Christofletti (1980), a lei do número de canais não considera nenhuma mensuração, mas ponto de origem e a confluência dos segmentos.

$$RB = \frac{Ni}{Ni+1}$$

$Ni$  é o número de canais de ordem  $i$ ;  $Ni+1$  é o número de segmentos de ordem imediatamente inferior.

**b) Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem ( $Lm$ ):** É calculado pela razão entre a soma dos comprimentos de todos os canais de ordem  $i$  ( $Li$ ) e o número total de canais dessa ordem ( $Ni$ ):

$$Lm = \frac{Li}{Ni}$$

**c) Relação entre o comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação ( $Rlb$ ):** Constitui-se um importante fator na relação entre a composição da drenagem e o desenvolvimento fisiográfico das bacias hidrográficas.

$$Rlb = \frac{Rlm}{Rb}$$

$Rlm$  = índice de comprimento médio entre duas ordens subseqüentes e  $Rb$  = relação de bifurcação entre as mesmas duas ordens subseqüentes.

**d) Extensão do percurso superficial (Eps):** Segundo Christofletti (1980), representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente. Representa uma das variáveis independentes mais importantes que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como o fisiográfico das bacias de drenagem.

$$Eps = \frac{l}{2Dd}$$

### 2.3.2 Mapa de Uso e Cobertura da Terra

As imagens de satélite foram baixadas gratuitamente pela página do INPE ó Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Para comparação entre os períodos estudados (2001 e 2008), foram utilizadas imagens do sensor TM (*Thematic Mapper*) a bordo do satélite LANDSAT 5, respectivamente, nas bandas espectrais 3, 4 e 5 ó 30 metros de resolução espacial.

Neste trabalho, as imagens de satélite referem-se ao mês de julho de 2001 e 2008, no período de estiagem, conforme demonstra a tabela 2. Segundo a classificação de Köppen, ocorrem dois tipos climáticos: o de maior abrangência na área é o AW (clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno) e o Ca (clima mesotérmico úmido sem estiagem, em que a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C, apresentando no mês mais seco uma precipitação superior a 30mm de chuva). Este último ocorrendo na parte sul do Estado (ATLAS MULTIRREFERENCIAL/MS, 1990).

**Tabela 2 - Imagens de Satélite Utilizadas**

LANDSAT TM +5		PASSAGEM DO SATÉLITE	
ÓRBITA	PONTO	2001	2008
223	074	10 de Julho	13 de Julho
223	075	10 de Julho	13 de Julho

Fonte: INPE, 2014.

Após aquisição das imagens de satélite no formato TIFF utilizou-se o módulo IMPIMA 5.0.6 para fazer a leitura das imagens. Uma vez lida, as imagens foram convertidas do formato TIFF para o formato SPG.

As imagens foram importadas para o programa SPRING 5.0.6 ®, e em seguida georreferenciadas, isto é, foram plotados um conjunto de pontos de controle passíveis de identificação na imagem e na carta topográfica.

Após o georreferenciamento, foi realizado o contraste da imagem, a fim de melhorar a qualidade, cuja opção foi equalizar histograma. A partir desse contraste, foi feito o recorte da bacia hidrográfica com base na carta topográfica, numa escala de 1:100.000, delimitadas por meio dos divisores de água, traçando uma linha divisória entre as curvas de níveis, entorno do canal fluvial principal e seus afluentes e, a composição colorida, salva como imagem sintética b3g4r5, a qual possibilitou o mapeamento de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica feita por meio de classificação.

A classificação da imagem foi então supervisionada por *pixel a pixel*, onde foi utilizado o classificador de máxima verossimilhança, cujo limiar de aceitação foi de 99,9%. Após a classificação, o mapeamento de classes foi executado, onde foi possível quantificar o uso e cobertura da terra em cada classe.

Para fazer a caracterização e evolução do uso e cobertura da terra foi utilizada a metodologia proposta pelo Manual Técnico de Uso da Terra (2006). As classes de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica córrego do Porto ó Três Lagoas (MS) foram: água, vegetação natural florestal, vegetação natural campestre, vegetação de solo úmido, área urbanizada, pastagem, solo exposto e silvicultura (Quadro 1).

**Quadro 1 - Descrição das Classes de Uso e Cobertura da Terra**

CLASSES		DESCRIÇÃO
(1)	Água	Incluem todas as classes de águas interior e costeira, como cursos d'água e canais (rios, riachos, canais e outros corpos d'água lineares), corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais d'água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica), além das lagoas costeiras ou lagoas, estuários e baías.
(2)	Vegetação Natural Florestal	Consideram-se como florestais as formações arbóreas, incluindo-se aí as áreas de Floresta Densa (estrutura florestal com cobertura superior contínua), de Floresta Aberta (estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior, conforme seu tipo ó com cipó, bambu, palmeira ou sororoca), de Floresta Estacional (estrutura florestal com perda das folhas dos estratos superiores durante a estação desfavorável ó seca e frio) além da Floresta Ombrófila Mista (estrutura florestal que compreende a área de distribuição natural da <i>Araucária angustifolia</i> , elemento marcante nos estratos superiores, que geralmente forma cobertura contínua).
(3)	Vegetação Natural Campestre	Considera-se como campestre as formações não-arbóreas. Entendem-se como áreas campestres as diferentes categorias de vegetação fisionomicamente bem diversa da florestal, ou seja, aquelas que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso. Nas áreas campestres estariam incluídas as áreas abertas ou com pouca vegetação, como dunas e campos de areias. Encontram-se disseminadas por diferentes regiões fitogeográficas, compreendendo diferentes tipologias primárias: estepes planáltinas, campos rupestres das serras costeiras e campos hidroarenosos litorâneos (restinga), com diversos graus de antropização. Conforme o <i>Manual técnico da vegetação brasileira</i> (1992) estão incluídas nessa categoria as Savanas, Estepes, Savanas Estépicas, Formações Pioneiras e Refúgios Ecológicos.
(4)	Vegetação de Solo Úmido	Áreas com presença de algum tipo de vegetação e que sofre influência fluvial nas épocas chuvosas, ou então, são depressões alagáveis ao longo de todos os anos. Entretanto, são campos alagadiços, próximos ou não de canais fluviais.
(5)	Área Urbanizada	Compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não-agrícolas. Estão incluídas nesta categoria as metrópoles, cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e instituições que podem em alguns casos encontrar-se isolados das áreas urbanas. As áreas urbanizadas podem ser contínuas, onde as áreas não-lineares de vegetação são excepcionais, ou descontínuas, onde as áreas vegetadas ocupam superfícies mais significativas.
(6)	Pastagem	Áreas destinadas ao pastoreio do gado, formadas mediante plantio de forragens perenes. Nessas áreas o solo está coberto por vegetação de gramíneas ou leguminosas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros.
(7)	Solo Exposto	São constituídos por áreas sem nenhuma cobertura. São áreas como rodovias, estradas, áreas desmatadas, ou até mesmo, áreas de preparação para plantio ou pasto.
(8)	Silvicultura	Técnica ligada às condições biológicas que abrange ação imediata do florestal na mata, executando a implantação, composição, trato e cultivo de povoamentos florestais, assegurando proteção, estruturando e conservando a floresta como fornecedora de matéria-prima para a indústria madeireira, além de ser agente protetor, benfeitor e embelezador da paisagem.

Fonte: IBGE, 2006.

O levantamento bibliográfico e cartográfico consistiu em dar suporte e entendimento sobre as relações socioambientais ocorridas na bacia hidrográfica, além da elaboração de mapas da área de estudo com a utilização do programa Corel Draw ®.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 O Sistema Hidrográfico do córrego do Porto

O padrão de drenagem da bacia hidrográfica córrego do Porto é do tipo **dendrítica** - tem uma configuração arbórea, canais tributários se dispersam em várias direções formando ângulos agudos e nunca ângulos retos o qual se houver no padrão dendrítica é considerada uma anomalia devendo estar relacionado a fenômenos tectônicos. A classificação do sistema de drenagem pode-se classificar o córrego do Porto como exorréica, pois o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar, ou oceano (CHRISTOFOLETTI, 1980).

## Hierarquia fluvial

Segundo a proposta de Horton (1945) *apud* Christofolletti (1980), a Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica Córrego do Porto é de 3ª ordem, com 20 afluentes de 1ª, 5 afluentes de 2ª ordem e 1 afluente de 3ª ordem; os índices métricos totais para cursos de cada ordem são: 1ª 40,69 km, de 2ª 17,73 km e o de 3ª 28,84 km (Figura 2).

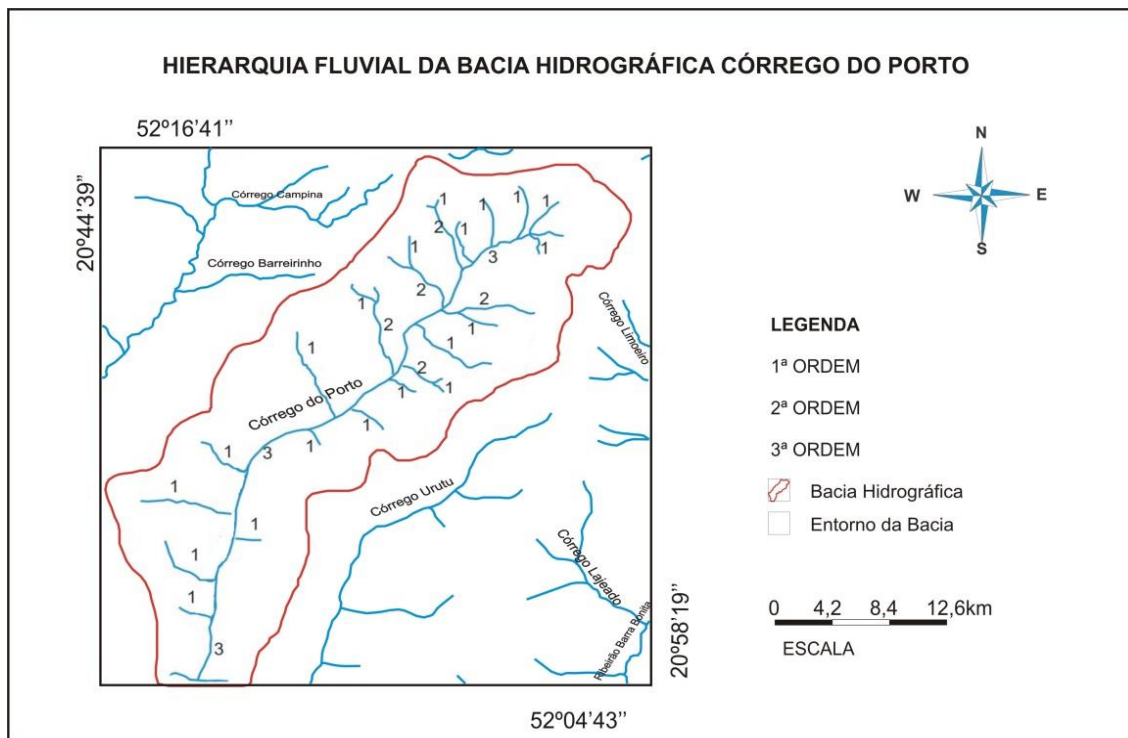


Figura 2 - Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica córrego do Porto ó Três Lagoas, MS.

## Análise Areal da Bacia Hidrográfica

**Área da bacia (A)** - Toda área drenada pela rede de drenagem definida pela projeção horizontal do divisor de águas. A determinação da área de drenagem foi feita com auxílio da carta topográfica. A área da bacia córrego do Porto é de 202 km<sup>2</sup>.

**Comprimento da Bacia (L)** ó O perímetro da bacia hidrográfica córrego do Porto é de 75,1 km. Assim, foi calculado o valor do comprimento da bacia, a qual foi representada pela distância obtida em linha reta entre os pontos da foz a um determinado ponto localizado ao longo do perímetro da bacia, obtendo o comprimento de 28,84 km.

**Densidade Hidrográfica (Dh)** ó O índice para a densidade hidrográfica encontrado foi de 0,078 km/km<sup>2</sup>, ou seja, menos de 1 canal por km<sup>2</sup>. Segundo Christofolletti (1980), o valor de densidade de rios é importante porque representa o comportamento hidrográfico de determinada área, um de seus aspectos fundamentais que é a capacidade de gerar novos cursos de água.

**Densidade de Drenagem (Dd)** ó O índice da densidade de drenagem é importante na análise da bacia hidrográfica, pois indica que à medida que o índice numérico de densidade aumenta, ocorre à diminuição do tamanho dos afluentes.

Segundo Villela e Mattos (1975), o valor da densidade de drenagem pode variar de 0,5 km/km<sup>2</sup> para



bacias com drenagem pobre e de até 3,5 km/km<sup>2</sup> para bacias excepcionalmente bem drenadas, deste modo, o índice da densidade de drenagem obtido é de 0,42 km/km<sup>2</sup>, demonstrando que essa área pode ser pobre em drenagem.

**Coefficiente de Manutenção (Cm)** ó Utilizou-se o método proposto por Schumm (1956), no qual o índice fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, de grande importância para a caracterização do sistema de drenagem.

Aplicado na análise da bacia hidrográfica córrego do Porto a área mínima para o índice do coeficiente de manutenção é de aproximadamente 2,34 m/m<sup>2</sup>, ou seja, 2,34 m/m<sup>2</sup> é a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento.

### **Análise Linear da Bacia Hidrográfica**

**Relação de Bifurcação (Rb)** ó O índice da relação de bifurcação dos canais de Rb1<sup>a</sup>/2<sup>a</sup> ordem é de 4 km e o 2<sup>a</sup>/3<sup>a</sup> ordem é de 5 km. Segundo Strahler, a relação de bifurcação é relativamente constante de uma ordem para outra e o valor mínimo é de 2, sendo que valores típicos variam entre 3 a 5. Na bacia hidrográfica córrego do Porto o valor apresentando está dentro dos padrões exigidos.

**Relação entre o Comprimento Médio dos Canais de cada ordem (Lm)** - Com essa relação obteve-se o comprimento médio de cada ordem. Através da elaboração dos cálculos para os canais de cada ordem da bacia hidrográfica córrego do Porto foram obtidos os resultados; para os de Lm 1<sup>a</sup> ordem ó 2,03 km, Lm2<sup>a</sup> ordem ó 3,54 km e o Lm3<sup>a</sup> ordem ó 28,84 km.

Tais índices indicam um crescente comprimento das ordens sobre si sucessivamente, ocorrendo um maior escoamento e menor sujeito a inundações.

**Relação entre os Comprimentos Médios (RLm)** - Essa relação é um complemento do comprimento médio dos canais de cada ordem. A relação entre comprimentos médios dos canais da bacia hidrográfica córrego do Porto obtido é para RLm3<sup>a</sup>/2<sup>a</sup> ordem de 8,14 km e o RLm 2<sup>a</sup>/1<sup>a</sup> ordem de 1,74.

**Extensão do Percurso Superficial (Eps)** ó Tal índice relaciona à distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente o que representa uma das variáveis independentes mais importantes que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como fisiográficos das bacias de drenagem; que durante a evolução do sistema de drenagem a extensão do percurso superficial está ajustada ao tamanho apropriado relacionado com as bacias de primeira ordem; sendo diferente ou igual à metade do recíproco do valor da densidade da drenagem.

Aplicado na análise da bacia hidrográfica córrego do Porto, obteve-se o índice de 1,20 km, isto é, teoricamente a gota da chuva terá que escoar pela superfície do terreno, em média, a distância de 1,20 m até atingir um canal.

### **3.2 Análise Hipsométrica do córrego do Porto**

Para entender a dinâmica do relevo é preciso fazer uma leitura do perfil longitudinal e transversal da bacia hidrográfica córrego do Porto, conforme mostra a Figura 3, 4 e 5.

Analisar o perfil topográfico nos permite verificar as variações ao longo do terreno. O perfil longitudinal, por exemplo, é um índice que demonstra o tempo de percurso da água ao longo do canal de drenagem. Nestes termos, pode-se dizer que quanto maior a inclinação, maior será a velocidade do escoamento superficial. Portanto, a declividade é de uma pequena inclinação em seu relevo (Figura 3).

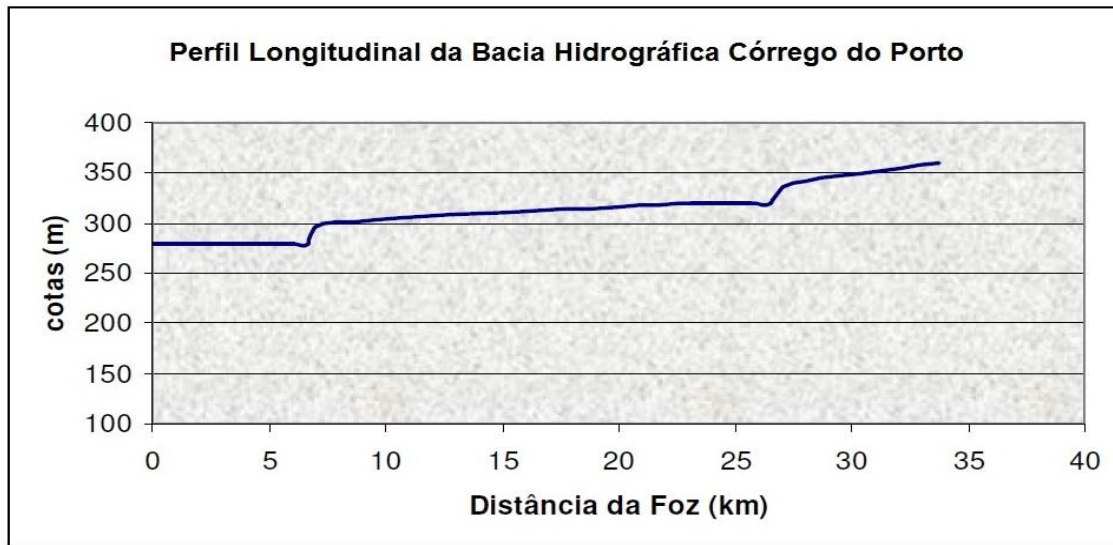


Figura 3 - Perfil longitudinal da bacia hidrográfica córrego do Porto ó Três Lagoas, MS.

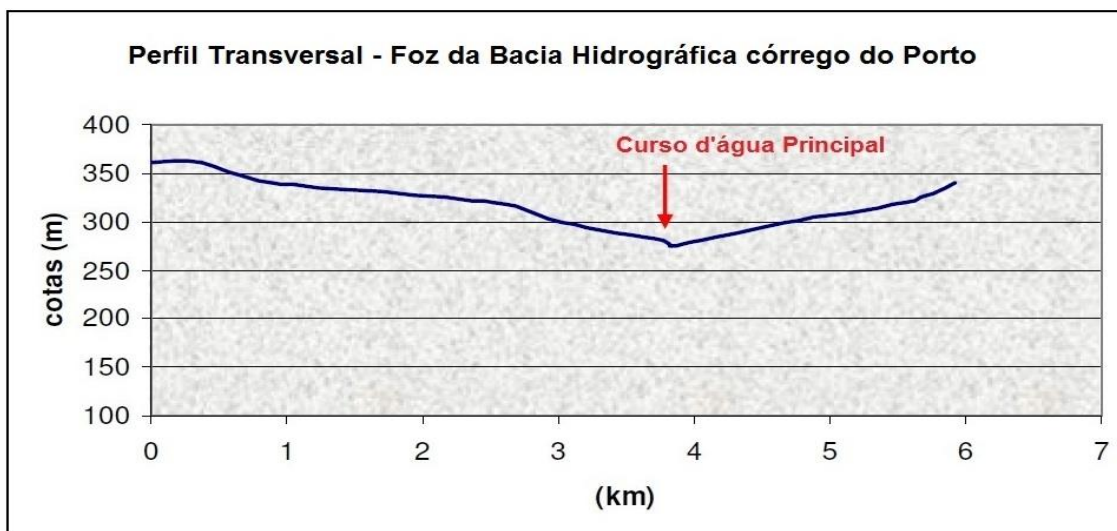


Figura 4 - Perfil transversal da foz da Bacia Hidrográfica córrego do Porto ó Três Lagoas, MS.

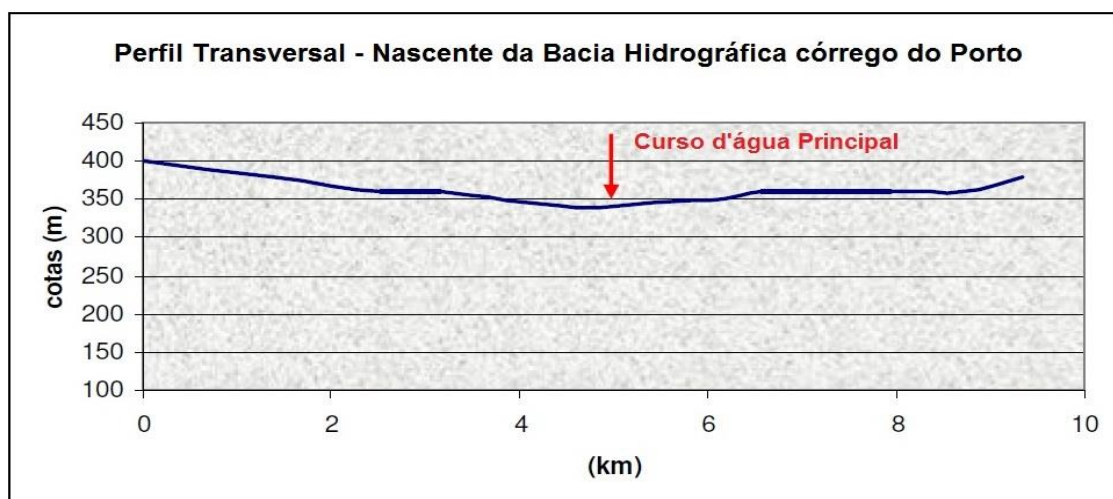


Figura 5 - Perfil transversal da nascente da Bacia Hidrográfica córrego do Porto ó Três Lagoas, MS.

Já o perfil transversal indica a inclinação das margens. O perfil transversal da foz mostra que a margem está entre 360 a 340 metros e o perfil transversal da nascente encontra-se entre 400 a 380 metros aproximadamente. Quando o leito do canal apresenta graus de inclinações elevadas, o escoamento acontece de forma acelerada, ocasionando diversos tipos de problemas ambientais. A bacia hidrográfica córrego do Porto pode ser vista com uma área relativamente aplainada, sem grandes elevações (Figura 4 e 5).

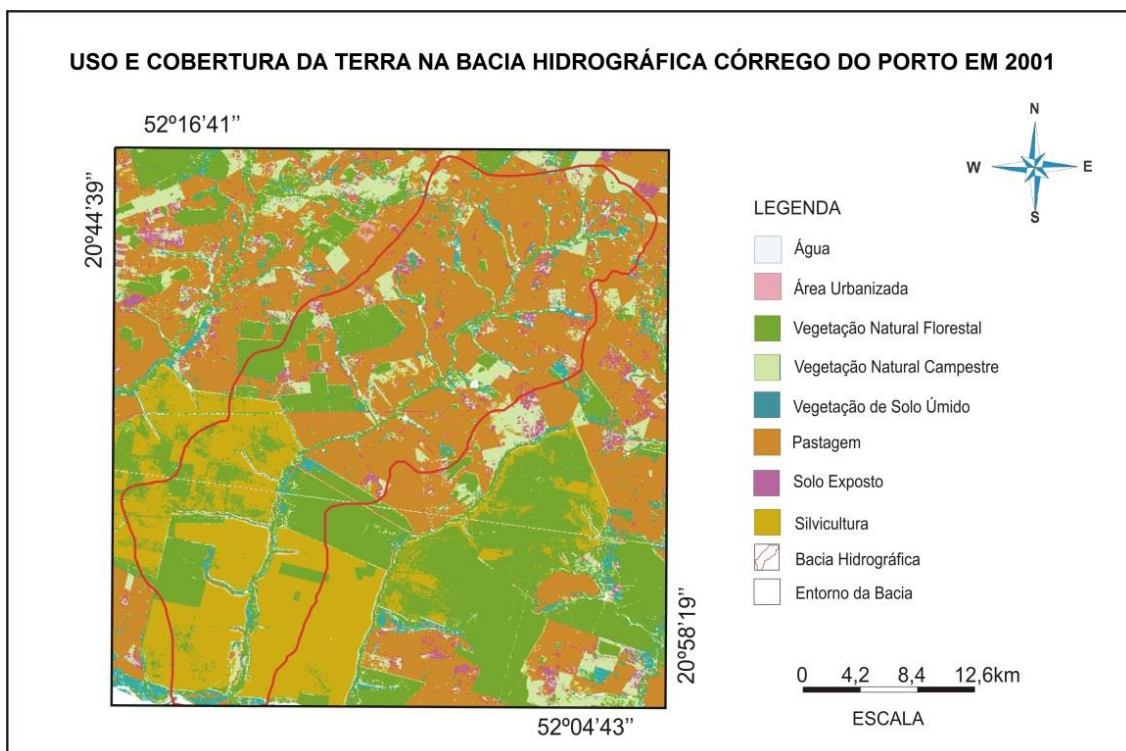
### 3.3 Análise de Uso e Cobertura da Terra

O uso e cobertura da terra é um importante fator no estudo de planejamento ambiental, pois possibilita identificar e localizar os agentes responsáveis pelas condições ambientais da área. Para Moraes; Carvalho (2013) o termo uso e cobertura da terra, representa um conjunto de elementos naturais e antrópicos, que são articulados com funções específicas, e, sobretudo, dinâmicos na escala espacial e temporal.

A figura 6 ilustra o mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica córrego do Porto em 2001. Pode-se observar que na bacia hidrográfica predomina o uso agropecuário, com algumas áreas de vegetação natural florestal e silvicultura.

Já no ano de 2008, conforme ilustra a figura 7, o uso de pastagens continua sendo predominante, com destaque as áreas de vegetação natural campestre e solo exposto.

A tabela 3 ilustra os dados em área (km<sup>2</sup>) e também em porcentagens. Deste modo, pode-se estabelecer um comparativo com os diferentes tipos de uso e cobertura da terra e suas variações ao longo do tempo.



**Figura 6** - Mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica córrego do Porto em 2001.

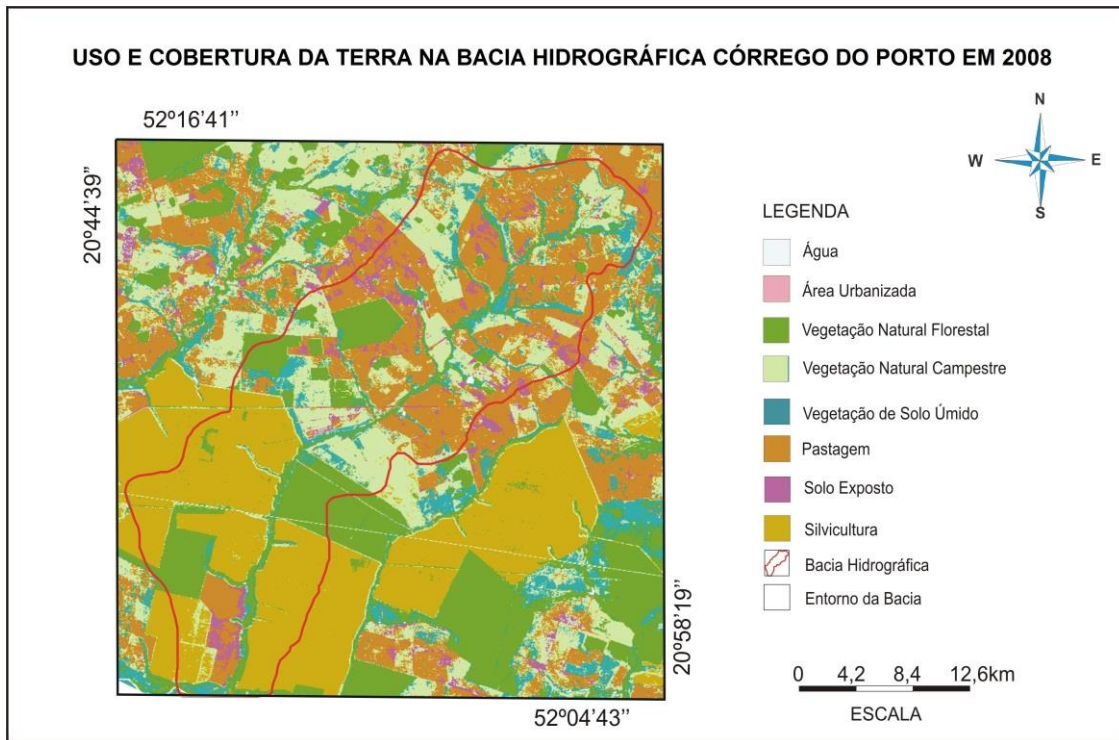


Figura 7 - Mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica córrego do Porto em 2008.

Tabela 3 - Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica córrego do Porto.

Classes/Categorias	2001		2008	
	Área (km <sup>2</sup> )	(%)	Área (km <sup>2</sup> )	(%)
Água	3,04	1,5	0,62	0,3
Vegetação Natural Florestal	37,60	18,62	32,13	15,9
Vegetação Natural Campestre	16,04	7,94	39,93	19,76
Vegetação de Solo Úmido	7,88	3,9	16,33	8,08
Área Urbanizada	0,15	0,07	0,03	0,01
Pastagem	89,56	44,35	60,40	29,9
Solo Exposto	4,25	2,1	8,40	4,17
Silvicultura	43,48	21,52	44,16	21,88
<b>TOTAL</b>	<b>202 km<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>	<b>202 km<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>

Fonte: LANDSAT 5/TM: Imagem de Satélite, 2001-2008.

Conforme mostra a tabela 3, a bacia hidrográfica córrego do Porto predomina o uso de pastagem. No ano de 2001, a pastagem cobria 44,35% da bacia. Para 2008 a pastagem diminuiu para 29,9%. Apesar do predomínio da pecuária na bacia hidrográfica, sua diminuição está ligada ao avanço da silvicultura do eucalipto na bacia e em áreas adjacentes.

A silvicultura do eucalipto em 2001 ocupava apenas 21,52% da bacia. No ano de 2008 teve um aumento, ocupando 21,88%. Este pequeno aumento ocorreu devido à instalação das empresas de papel e celulose no município, como a FIBRIA e *Internacional Paper*, e agora com a chegada da Eldorado Brasil, que necessitam cada vez mais de matéria prima para sua produção industrial.

A cobertura de vegetação natural é de Cerrado arbórea densa e aberta. No ano de 2001 ocupava 18,62%, em 2008 diminuiu para 15,9% de sua área. Sua diminuição deu lugar à silvicultura do eucalipto e/ou áreas de pastagens. Já a vegetação natural campestre em 2001 cobria 7,94% da área, em 2008 teve um aumento 19,76%.

A classe de menor proporção areal é a área urbanizada, em 2001, ocupava 0,15 km<sup>2</sup> (0,07%), em 2008 diminuiu para 0,03 km<sup>2</sup> (0,01%). Essa diminuição está associada ao erro de pixels, já que um ambiente construído dificilmente poderia ter diminuído. Deste modo, pode-se dizer que a área urbanizada na bacia

permaneceu sem nenhuma alteração.

O solo exposto em 2001, por exemplo, ocupava 2,1% da área da bacia e em 2008 aumentou para 4,17%. As áreas de solos expostos são consideradas áreas sem nenhum tipo de cobertura, como estradas, rodovias ou até mesmo área de preparação para algum tipo de plantio. Contudo, seu aumento está associado às áreas de preparação para plantio de eucalipto e/ou de vegetação em regeneração.

Outra classe de pequena proporção areal é a água. Em 2001 cobria 1,5%, diminuindo sua área de cobertura em 2008 para 0,3%. Sua diminuição está ligada muitas vezes a dia de chuva, períodos chuvosos ou dias posteriores a grandes precipitações em que o satélite esteja mapeando a superfície terrestre. Desse modo, é importante lembrar que os sistemas atmosféricos possuem grande influência nos resultados das imagens de satélite.

A vegetação de solo úmido muitas vezes são reflexos de épocas chuvosas por sofrerem ou não influência fluvial. No ano de 2001, a vegetação de solo úmido ocupava 3,9% e em 2008, teve um aumento 8,08% da área da bacia.

Contudo, pode-se observar que o uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica predominante é a pecuária com grandes áreas de silvicultura, isso indica que o uso da terra é definido de acordo com os interesses sócio econômicos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia mostrou satisfatória ao que se propunha o presente trabalho. Os mapas temáticos gerados serviram para uma análise ambiental de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica córrego do Porto ó Três Lagoas (MS), a fim de verificar as alterações ambientais ocorridas na área da paisagem, além de servir como banco de dados para subsidiar futuros estudos ambientais e de planejamento na área. Deste modo, pode-se dizer que os mapas são os melhores meios de comunicação, de fácil leitura e compreensão. Eles nos fornecem uma visão gráfica da distribuição e das relações espaciais.

Os índices morfométricos apurados indicaram dados importantes para entender como a bacia hidrográfica está inserida no sistema hidrográfico do município e suas possíveis implicações. O córrego do Porto possui uma área de aproximadamente 202 km<sup>2</sup>, comprimento total da nascente a foz de 28,84km<sup>2</sup>. Seus canais estão bem distribuídos ao longo do seu percurso, e conforme a leitura dos índices não apresenta riscos de inundações em condições naturais de precipitação.

Destaca-se a importância dos perfis topográficos longitudinal e transversais que possibilitou visualizar a inclinação do terreno, ou seja, estes indicam o grau de inclinação da bacia e o ponto mais alto e mais baixo que o rio poderá chegar. Sendo assim, pode-se dizer que o relevo possui suaves inclinações.

A bacia hidrográfica córrego do Porto sofreu pequenas alterações no uso e cobertura da terra. Apesar da pastagem não deixar de ser predominante, como por exemplo, em 2001 ocupava 44,35% e em 2008 diminuiu para 29,9%, dando lugar a outro tipo de uso e cobertura da terra.

As fábricas de papel e celulose estão adentrando o município, conforme observou nos períodos estudados. A Silvicultura em 2001 ocupava 21,52%, aumentando em 2008 para 21,88% de cobertura. Apesar do pequeno aumento, acredita-se que nos próximos anos este número poderá aumentar, já que a instalação e ampliação da indústria (FIBRIA/IP) podem ser consideradas recentes, além da empresa Eldorado Brasil.

A monocultura ocupa grandes áreas da bacia hidrográfica. A prática de uma cultura única causa consequências danosas ao solo, como por exemplo, desertificação das áreas plantadas, empobrecimento do solo, redução da biodiversidade, desmatamento, além de outras consequências. Quando ocorre a derrubada da cobertura vegetal nativa e planta-se outro tipo de cultura, os animais têm dificuldade não encontram proteção, abrigo e alimento para produzir e reproduzir. Muitos acabam procurando refúgio em outros ambientes, invadindo até mesmo áreas urbanas.

Portanto, o estudo de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica demonstrou a importância de conhecer de forma representativa o meio físico da área estudada. E, conclui-se que um planejamento eficiente conservará e protegerá o solo, a fauna e flora, além de garantir a própria conservação dos corpos aquosos, uma vez que, a água é um recurso natural essencial à vida de todos os seres vivos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, T. M.; CARVALHO, T. M. 2009. **Análises Morfométricas Em Estudos Geomorfológicos: A Bacia Do Rio Crixás-Mirim, Estado De Goiás.** Biologia Geral e Experimental (Impresso), v. 9, p. 31-37, 2009.
- ARAÚJO, G. H. S; ALMEIDA, J. R & GUERRA, A. J. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo.** 3º edição. Ed. Ícone. São Paulo, 1990.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2ª ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1980.
- CÂMARA, G. & DAVI, C. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. & MONTEIRO, A. M. V. (Org.). **Introdução a Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos, 2001. Disponível em: <[http://www.geolab.faed.udesc.br/paginaweb/Pagina%20da%20disciplina%20geop\\_files/intoducao.pdf](http://www.geolab.faed.udesc.br/paginaweb/Pagina%20da%20disciplina%20geop_files/intoducao.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2014.
- FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de textos, 2002.
- GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente.** Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1996.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra.** 2ª edição. n° 7. Rio de Janeiro, 2006.
- INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** Imagens de satélite LANDSAT TM +5, 10 jul 2001.
- INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** Imagens de satélite LANDSAT TM +5, 13 jul 2008.
- MORAIS, R. P.; CARVALHO, T.M. Cobertura da terra e parâmetros da paisagem nno município de Caracaraí - Roraima. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 7, n. 1, p. 46-59, 2013.
- ROCHA, O; PIRES, J. S; SANTOS, J. E. dos. **A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento.** In: A bacia hidrográfica do rio do Monjolinho. Uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. Espindola, E. L. G; SILVA, J. S. V; MARINELLI, C. E.; ABDON, M. M. (Org.). São Carlos: RIMA, 2000. p. 1 a 25.
- ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** 2.º Ed. rev. Uberlândia: Edefu, 1992.
- SANTOS, R. F. dos,. **Planejamento Ambiental: teorias e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- SEPLAN, **Atlas Multirreferencial.** Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Fundação IBGE, 1990.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: McGraw- Hill do Brasil, 1975.