



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**DETECÇÃO TEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO E  
OCUPAÇÃO DAS TERRAS E A OFERTA DE ÁGUA NA SUB-  
BACIA DO RIBEIRÃO RODEADOR - DF**

**ALDO SOARES PIRES FILHO**

**BRASÍLIA, DF  
2017**

**ALDO SOARES PIRES FILHO**

**DETECÇÃO TEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO E  
OCUPAÇÃO DAS TERRAS E A OFERTA DE ÁGUA SUB-BACIA  
DO RIBEIRÃO RODEADOR - DF**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador:  
PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARINA ROLIM BILICH NEUMANN

**BRASÍLIA, DF  
2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Filho, Aldo Soares Pires

Detecção temporal das mudanças no uso e ocupação das terras e a oferta de água na SUB-BACIA DO RIBEIRÃO RODEADOR – DF / Aldo Soares Pires Filho; orientação Marina Rolim Bilich - - Brasília, 2017.

57 p.

Monografia (Graduação – Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2017.

1. Uso e ocupação das terras 2. Índice topográfico 3. Sensoriamento remoto 4. Sistema de informação geográfica. I. Filho, A. S. P. II Detecção temporal das mudanças no uso e ocupação das terras e a oferta de água na bacia do Ribeirão Rodeador – DF

### **Cessão de direitos**

Nome do Autor: Aldo Soares Pires Filho

Título: DETECÇÃO TEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS E A OFERTA DE ÁGUA NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO RODEADOR - DF

Ano: 2017

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desse relatório e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva - se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desse relatório pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

**ALDO SOARES PIRES FILHO**

**DETECÇÃO TEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO E  
OCUPAÇÃO DAS TERRAS E A OFERTA DE ÁGUA NA SUB-  
BACIA DO RIBEIRÃO RODEADOR - DF**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 06 de novembro de 2017

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marina Rolim Bilich Neumann  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –  
Universidade de Brasília  
Orientador

---

Prof. Dr. Henrique Llacer Roig  
Instituto de Geociências – Universidade de Brasília  
Examinador

---

Prof. Dr. André Luiz Farias de Souza  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –  
Universidade de Brasília  
Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a minha família, minha esposa Karine e meu cachorro que auxiliaram bastante durante toda trajetória.

À professora Dr<sup>a</sup> Marina Rolim Bilich Neumann, a qual me auxiliou nessa importante etapa e que tenho uma grande admiração.

Aos professor Tairone Paiva Leão pela ajuda durante todo esse tempo.

À Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília pela oportunidade concedida para realização do Curso de Agronomia.

Ao Banco do Brasil, em especial aos gestores que sempre facilitaram meu acesso à universidade.

A minha colega de turma Francielle, que além de me ajudar com os dados necessários para confecção desse trabalho sempre se disponibilizou.

Aos meus amigos.

## RESUMO

### **DETECÇÃO TEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS E A OFERTA DE ÁGUA NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO RODEADOR - DF**

A bacia hidrográfica do reservatório Descoberto é responsável por cerca de 65% do abastecimento público da população do Distrito Federal. Nos últimos anos o reservatório do Descoberto vem se deparando com situações de grave escassez de água, comprometendo a segurança hídrica da região. Ademais, está sofrendo com expansão agrícola, principalmente de práticas que possuem uma grande demanda hídrica. A sub-bacia do Ribeirão Rodeador é responsável por ocupar 25% da área da bacia do Descoberto. Por conseguinte essa também está sofrendo com a expansão de atividades antrópicas. Portanto o objetivo do trabalho foi através Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica avaliar as mudanças que ocorreram do período de 1984 a 2015 quanto ao uso e ocupação das terras da sub-bacia do Ribeirão Rodeador e avaliar o uso e ocupação em função do índice topográfico de umidade, visando entender mudanças quanto a oferta de água para referida região. Os resultados apresentam grande variação quanto ao uso e ocupação das terras ao longo do período estudado e uma diminuição acentuada da cobertura vegetal. Essas alterações podem estar relacionadas com o resultados apresentados pela estação fluviométrica localizada na sub-bacia em estudo que apresenta uma tendência histórica de queda. Por apresentar regiões com diferentes capacidades de drenagem, o índice topográfico de umidade pode ser um bom aliado para avaliar o uso e ocupação do solo afim de monitorar o uso e ocupação da terra.

Palavras-chave: Uso e ocupação das terras; índice topográfico de umidade; sensoriamento remoto; sistema de informação geográfica.

## ABSTRACT

### DETECTION OF TEMPORAL CHANGES IN LAND USE AND LAND COVER AND WATER SUPPLY IN RIBEIRÃO RODEADOR BASIN - DF

The water catchment area of Lake Descoberto is responsible for about 65% of the public supply of the population of the Federal District. In the last years the lake of the Descoberto has been facing situations of serious shortage of water, compromising the water security of the region. In addition, it is suffering with agricultural expansion, mainly of practices that have a great water demand. The sub-basin of the Rodeador stream is responsible for occupying 25% of the area of the Descoberto basin. Consequently this one is also suffering with the expansion of antropic activities. Therefore, the objective of the work was by using Remote Sensing and Geographic Information System to evaluate the changes that occurred from 1984 to 2015 about of the land use land cover of the sub-basin of the Rodeador stream and evaluate the land use land cover in function of the topographic wetness index to understand changes in the supply of water of this region. The results show great variation regarding the land use land cover for the period studied and decrease in vegetal cover. These changes may be related to the results presented by the fluviometric station located in the sub-basin under study that shows a historical downward trend. By presenting regions with different drainage capacities, the topographic wetness index can be an useful ally to evaluate the land use land cover in order to monitor the land usage.

Keywords: Land use land cover; Topographic wetness index; Remote Sensing; Geographic Information System.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Localização da sub-bacia córrego Rodeador.....	28
<b>Figura 2</b> - Mapa de localização da estação fluviométrica.....	31
<b>Figura 3</b> - Participação em porcentagem da RA de Brazlândia na área plantada e produção de Frutas e Hortaliças do DF no ano de 2016.....	32
<b>Figura 4</b> - Participação em porcentagem da RA de Brazlândia na produção das selecionadas frutas do DF.....	33
<b>Figura 5</b> - Participação em porcentagem da RA de Brazlândia na produção de produtos de origem animal do DF.....	33
<b>Figura 6</b> - Principais Hortaliças produzidas na RA de Brazlândia e sua participação na produção em porcentagem no DF no ano de 2016.....	34
<b>Figura 7</b> - Mapas do uso e ocupação das terras nos anos de 1984, 1994, 2001 e 2014, na sub-bacia do Rodeador.....	35
<b>Figura 8</b> - Evolução do uso e ocupação do solo de 1984, 1994, 2001 e 2015 em hectares.....	37
<b>Figura 9</b> - Evolução do uso e ocupação do solo de 1984, 1994, 2001 e 2015 em porcentagem.....	37
<b>Figura 10</b> - Mudanças no uso e ocupação da terra na sub-bacia do Rodeador.....	42
<b>Figura 11</b> - Sobreposição de áreas com Campo/Solo exposto e Índice topográfico de umidade.....	46
<b>Figura 12</b> - Sobreposição de áreas com Agricultura e Índice topográfico de umidade.....	47
<b>Figura 13</b> - Vazão mínima da estação 60435200 RODEADOR – DF em m <sup>3</sup> /s.....	48
<b>Figura 14</b> - Vazão média da estação 60435200 RODEADOR – DF em m <sup>3</sup> /s.....	48
<b>Figura 15</b> - Vazão máxima da estação 60435200 RODEADOR – DF em m <sup>3</sup> /s.....	48

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
2 OBJETIVOS .....	19
2.1 Objetivos gerais.....	19
2.2 Objetivos específicos .....	19
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
3.1 Ocupação territorial temporal do Cerrado e do Distrito Federal .....	20
3.2 Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG) .....	23
3.3 Recursos hídricos e o Índice topográfico de umidade .....	25
4 MATERIAL E MÉTODO .....	27
4.1 Descrição da área de estudo.....	27
4.2 Produção agropecuária da região administrativa de Brazlândia. ....	28
4.3 Elaboração do mapas de uso e ocupação da terras .....	29
4.4 Avaliação das taxas de conversão de uso e ocupação da terras .....	29
4.5 Elaboração do Índice topográfico de umidade .....	30
4.6 Avaliação da série histórica de vazão do Ribeirão Rodeador .....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 Panorama das atividades agropecuárias na sub bacia do córrego Rodeador ....	31
5.2 Uso e ocupação da terras temporal da sub-bacia do córrego Rodeador .....	34
5.3 Mudanças no uso e ocupação da terras da sub-bacia do córrego Rodeador .....	38
5.3.1 Período de 1984 a 1994 .....	38
5.3.2 Período de 1994 a 2001 .....	39
5.3.3 Período de 2001 a 2015 .....	40
5.4. Avaliação de parâmetros do terreno e disponibilidade hídrica .....	44
6. CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

A água, além de ser um elemento vital responsável pela manutenção de diversas atividades do corpo humano, é essencial para o provimento de alimentos de maneira direta e indireta e é fundamental para a manutenção do ecossistema como um todo (Chaplin, 2006). Porém, o crescimento populacional, o aumento das áreas urbanas e uma maior demanda por produtos agrícolas, principalmente para o fornecimento de alimento, e energia, exercem uma forte pressão aos recursos hídricos, podendo comprometê-los de maneira qualitativa e quantitativa (FAO, 2011).

Incessantemente, os rios e outros recursos hídricos estão sujeitos aos impactos das atividades humanas, podendo ser: descargas pontuais, provenientes de indústrias e de redes de esgoto e drenagem, e difusas, oriundas da agricultura; alteração no uso do solo das bacias hidrográficas que são consequência da agricultura e urbanização; mudanças no volume, com captações para irrigação e abastecimento público; além de mudanças na estrutura do rio para construção de barragens ou canalização. Ações como essas acarretam em mudanças no balanço hídrico, carreamento e composição de sedimento e no modo que esses complexos ecossistemas interagem (Tundisi & Tundisi, 2008). Dentre essas o uso e ocupação da terra está como um dos principais motivos capazes de comprometer a segurança hídrica (Chase et al., 2000).

Dessa maneira, o mapeamento das mudanças de uso e ocupação das terras, principalmente em escala das bacias hidrográficas, é de extrema relevância, tendo em vista que essas mudanças podem afetar a qualidade e quantidade de água, em reservatórios e cursos d'água. Por conseguinte, se tem como importante papel para estudo, a necessidade de quantificar as diferentes classes de ocupação, tais como pastagem, de cerrado, de floresta, de culturas agrícolas e de corpos d'água existentes nas bacias hidrográficas, assim como suas variações ao longo do tempo (Le Strat et al., 2011)

Para estudo do uso e ocupação da terra, além de outras informações quanto ao meio físico acerca de uma determinada área, faz-se necessário uma ampla quantidade de dados e a dinâmica temporal/espacial (Moraes et al., 2004). Técnicas de geoprocessamento se mostram eficientes para assimilação e planejamento de dados em bacias hidrográficas, proporcionando de maneira ágil a coleta e análise das

informações capazes de auxiliar no planejamento agrícola e ambiental (Valério Filho, 1994; Moraes et al., 2004).

Para Carvalho et al. (2000) a necessidade pronta de espaço físico para agricultura e pecuária tem-se como primeira consequência nociva ao meio ambiente. Após o solo estar desprotegido, este encontra-se exposto à lixiviação dos nutrientes naturalmente presentes no solo, e de produtos químicos corriqueiramente aplicados, principalmente os provenientes de fertilizantes e defensivos agrícolas. Os resultados desses processos esgotam os nutrientes do solo e transportam o material para os cursos de água, podendo alterar quanti e qualitativamente os recursos hídricos.

Além disso, os mesmo autores enfatizam uma segunda prioridade para agricultura e pecuária, que é o provimento de recurso hídrico, o que acarreta no desenvolvimento destas atividades próximas aos cursos d'água. As atividades de forrageamento e manejo agrícola intensivo ou semi-intensivo que possuem como intuito o aumento de produção mediante a utilização de produtos, de maneira gradual podem desgastar o solo o deixando exposto ao processo de compactação, podendo favorecer o escoamento superficial da água da chuva e até desencadear erosões profundas.

Dessa forma, a empregabilidade de práticas de monitoramento do uso e ocupação das terras se faz necessária, porém, deve ser acompanhada de avaliações técnicas que embasem o entendimento da sustentabilidade ambiental e suas dinâmicas, sobretudo, em áreas dominadas pelo uso agrícola e urbano (Ferreira et al., 2009). E essa interferência antrópica no ambiente de uma bacia, realizada por meio da modificação da cobertura vegetal e do uso e ocupação das terras, são um dos fatores que afetam a disponibilidade da água (Prado, 2004).

Portanto estudos quanto à disponibilidade e a qualidade da água têm sido necessários para assegurar esse, que um elemento fundamental para sobrevivência e para inúmeras atividades humanas.

Sendo assim, planejamento do uso da terra nas microbacias é de grande importância afim de que o crescimento de uma sociedade não a deteriore. Portanto, a utilização dos recursos naturais de maneira correta se faz necessário assim como o bom aproveitamento das áreas em uso (Nardini et al., 2015).

Afim de se garantir um crescimento sustentável, o estudo do uso e ocupação das terras é de grande importância para um melhor planejamento no âmbito da utilização de recursos naturais, e assim prover informações que irão auxiliar a

avaliação da sustentabilidade ambiental. Além disso deve ser um dos principais pilares para que se tenha uma agricultura sustentável (Lepsch et al., 1983; Ferreira et al., 2009).

Diante desse cenário, o entendimento das mudanças no uso e ocupação da terra ao longo do tempo se mostra necessário para que se possa entender sua relação quanto a disponibilidade de água, principalmente em regiões predominantemente relacionadas com atividades agropecuárias, com o intuito de garantir o provimento de recursos hídricos para as diversas finalidades.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Este estudo tem como finalidade, detectar as mudanças no uso e ocupação das terras no últimos trinta anos e a oferta de água na sub-bacia do Rodeador

### **2.2 Objetivos específicos**

- Verificar a taxa de mudança ou taxa de conversão do uso e ocupação da terra na sub-bacia do Rodeador.
- Avaliar evolução da produção agrícola na região administrativa de Brazlândia ao longo do tempo.
- Identificar os diferentes padrões de ocupação das terras de acordo com as classes do índice topográfico de umidade na sub-bacia do Rodeador.
- Avaliar a variabilidade temporal na oferta de água na sub-bacia do Rodeador.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Ocupação territorial temporal do Cerrado e do Distrito Federal**

No final da década de 50 e início da década de 60 o governo de Juscelino Kubitschek lançou, com o intuito de impulsionar o desenvolvimento econômico de seu governo, o Plano de Metas. Este plano se baseou na demanda futura da economia brasileira e tinha como meta principal elevar o padrão de vida dos brasileiros por meio de projetos de desenvolvimento distribuídos em cinco setores, sendo eles: energia, transporte, alimentação, indústria de base e alimentação, além de ter como parte de plano a construção da cidade de Brasília, que indiretamente auxiliaria no desenvolvimento de projetos de transporte (Caputo e Melo, 2009).

Incentivada pelo Plano de Metas a agricultura passou por uma transformação. As regiões do sul e sudeste a princípio foram as regiões que sofreram um maior desenvolvimento intensivo. Porém em decorrência da alta demanda por um aumento da produtividade agrícola e esgotamento das terras das regiões sul e sudeste, a agricultura se expandiu para outras regiões.

A região dos Cerrados absorveu novas áreas principalmente, por causa das suas características físico-ambientais e posição geográfica, além de atributos que contribuíram para o crescimento da produção agropecuária, tendo como molde a agricultura moderna, fundado pelo pacote tecnológico da “Revolução Verde” (Silva, 2000). Vale ressaltar, que na década de 40, no Governo de Vargas, houve uma intervenção do Estado nos Cerrados, por meio do Projeto de Colonização no Cerrados, com a formação de colônias agrícolas em Dourados no Mato Grosso do Sul e Ceres em Goiás (Shiki, 1997).

Dessa maneira, afim de não de permitir o crescimento desordenado da ocupação das terras e assim evitar que as matas nativas fossem extintas foi criado em 1965 o Código Florestal, lei 4.771, nele estava previsto fronteiras para atividades que envolvesse diretamente florestas e outras vegetações, além de por meio de fiscalização pelo poder público, penalizar aqueles que infringissem a legislação. A fim de permitir o crescimento econômico da zona rural sem que houvesse intervenção na capacidade do ecossistema de se manter, em 2012 foi sancionada a lei 12.651, modificando as leis 6.938/1981, 9.393/1996 e 11.428/2006 e revogando as leis 4.771/1965 e 7.754/1989 (Mendes et al, 2014).

O Cerrado, segundo maior bioma da América do Sul, ocupa aproximadamente 22% do território nacional, na área central do Brasil com uma área de 204,7 milhões de hectares, engloba parte dos estados do Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Maranhão, Goiás, Bahia, Tocantins e Distrito Federal (IBGE, 2004). Pastagens cultivadas e as culturas agrícolas são as duas classes mais representativas do uso e ocupação do solo no Cerrado, perfazendo respectivamente 26,5 e 10,5% (Sano et al., 2008). Por apresentar uma vasta abundância de espécies endêmicas e sob grande ameaça de perdas ambientais irreparáveis, o Cerrado é considerado um dos hotspots mundial de biodiversidade (Myers et al., 2000).

Além dessa ocupação o aumento das áreas urbanas em conjunto com o crescimento da atividade agrícola, principalmente a partir da década de 80, impulsionada pela entrada da cultura da soja, das culturas irrigadas e outras culturas extensivas, fez com que a área ocupada pela vegetação de cerrado fosse substancialmente reduzida. Esse cenário aconteceu de forma similar na ocupação do Distrito Federal, sendo que as áreas que compreendem as bacias hidrográficas dos rios Preto e São Bartolomeu, que ficam ao Leste do DF, foram as mais alteradas pela ocupação agrícola. (Unesco, 2002).

O estudo realizado pela Unesco mostra que no período entre 1954 e 2001 as áreas de ocupação agrícola no Distrito Federal passaram de 0,02% para 47,56% e a ocupação urbana crescem de 0,02% para 7,39%, justificando a perda de 58% da cobertura nativa no Distrito Federal (Unesco, 2002). Esse uso intenso do solo pode aumentar a disposição à erosão do solo, enchentes, perda da qualidade da água, assoreamento e impermeabilidade do solo (Pires et al., 2002; Araújo et al., 2007; Freitas et al., 2012).

Além dessas alterações no padrão de ocupação das terras sobretudo na região da Bacia do Rio Paranaíba (região hidrográfica do Rio Paraná), essa região é onde a Bacia do Alto Rio Descoberto está inserida, houve um crescimento da vazão de retirada de recursos hídricos entre o período 2000 a 2010. As demandas mais acentuadas por uso consuntivo, que são aquelas sem o retorno do recurso ao curso d'água em 2010, foram, irrigação (54%), abastecimento urbano (22%) e indústria (17%). Com aproximadamente 31% das demandas tendo origem da região hidrográfica do Paraná (Brasil, 2012).

A Bacia hidrográfica do reservatório Descoberto, que se localiza na região hidrográfica do Paraná, possui um território de 452 km<sup>2</sup> divididos entre o estado de

Goiás, que corresponde à aproximadamente 30% da área, e o Distrito Federal, que corresponde a 70% da área, esse território está em sua totalidade inserido no bioma Cerrado. Com altitudes que variam entre 1000 e 1300 m e coordenadas 15°47'30" e 15°35'0" S, e 47°10'30" e 48°02'30" W está em sua totalidade inserido no Planalto Central Brasileiro e é responsável por cerca de 65% do abastecimento público da população do Distrito Federal (et al., 2014).

A Bacia do Descoberto é um importante pólo agrícola sendo as principais atividades econômicas exercidas na área a produção de carne bovina, aves e de ovos e a produção de hortaliças (Spera et al., 2003). Em virtude dessa importância a região vem sofrendo com a expansão agrícola e conseqüentemente diminuição de áreas naturais, o que pode causar sérios impactos aos recursos hídricos da bacia (Nunes e Roig, 2015). É importante salientar que as características da água que passa por uma bacia hidrográfica, são afetadas diretamente pelo seu ecossistema (Arcova e Cicco, 1999). Embora a vegetação cause os maiores impactos, todo ecossistema, desde microrganismos a megafauna, podem afetar os serviços hidrológicos (Brauman et al., 2007). Água é um insumo fundamental para o desenvolvimento da planta, tendo em vista que quase todos os seus processos fisiológicos dependem e são diretamente ou indiretamente influenciados por suprimentos hídricos (Kramer e Boyer, 1995).

Em 2016, afim de assegurar a disponibilidade hídrica a população do Distrito Federal, a ADASA, por meio da resolução nº 15, de Setembro de 2016, declarou situação crítica de escassez hídrica no reservatório do Descoberto. Já em 2017, a ADASA lançou a resolução nº 23, de 17 de Outubro de 2017, nesta, determina aos irrigantes a suspensão da captação de água superficial nos dias pares dos principais afluentes do reservatório do Descoberto: rio Descoberto, córrego Chapadinha, córrego Olaria, córrego Capão Comprido, Ribeirão Rodeador e ribeirão das Pedras. Essa resolução está de acordo com a Lei Federal nº 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (Brasil, 1997), que além de determinar que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, determinar que dos usuários e das comunidades, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais. Durante o mês de Novembro de 2017, o nível do volume útil do reservatório do Descoberto chegou a 5,3% (ADASA).

### 3.2 Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Sensoriamento remoto, de acordo com Meneses e Almeida (2012) foi definido como uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres. Esta energia também pode ser proveniente da atividade de uma fonte de energia artificial por exemplo radar ou um laser. E de maneira sucinta o resultado dessas interações resultará em dados armazenados digitalmente em forma de imagens, que serão compostas por pixels que são elementos pictóricos discretos.

Usualmente, cada imagem possui dois arquivos, um que possui os valores numéricos para os pixels da imagem, a esse se denomina imagem digital, e o outro chamado de header da imagem, em que há informações relacionadas ao satélite, sensor, data e hora e outras características (Figueiredo, 2005).

Meneses e Almeida (2012) definem resolução espacial como sendo “O tamanho individual do elemento de área imageada no terreno” e os mesmos autores definem também resolução temporal como “Refere-se à frequência que o sensor revisita uma área e obtém imagens periódicas ao longo de sua vida útil”

Já para Druck et al. (2004) o termo “Sistema de informação geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica” e Teixeira et al. (1995) define GIS como “Conjunto de programas equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação”. A definição de SIG vai refletir a capacidade de ser uma ferramenta multidisciplinar que auxilia na elaboração de projetos e estudos em diversos setores.

Tendo como base os conceitos de SIG, Camara et al. (1996) levanta dois importantes atributos. Os sistemas possibilitam a integração, numa única base de dados, de informações geográficas provenientes de fontes diversas tais como dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, bem como imagens de satélite e modelos numéricos de terreno. Além disso, os SIG's oferecem mecanismos

para recuperar, manipular e visualizar estes dados, por meio de algoritmos de manipulação e análise.

De maneira resumida a representação das entidades do mundo real em um SIG pode ser feita de duas maneiras: dados Matriciais, que também são chamados de Raster, e dados Vetoriais. De acordo com Nunes e Monteiro (2001), a representação de um dado Matricial consiste no uso de uma malha quadriculada regular sobre a qual se constrói, célula a célula, o elemento que está sendo representado. Sendo que a cada célula, atribui-se um código referente ao atributo estudado, de tal forma que o computador saiba a que elemento ou objeto pertence determinada célula. Os mesmos autores dizem que na representação vetorial de um objeto ou elemento tende-se reproduzi-lo o mais exatamente possível. Nos dados vetoriais a geometria consiste em, pontos, linhas e polígonos (Camara et al., 1996).

SIGs auxiliam e concedem ferramentas capazes de fornecer informações em diversas áreas sobre um determinado assunto, por meio de integração de dados originários de diversas áreas distintas, do qual o resultado será uma tradução do mundo real. Dessa maneira, por meio da espacialização dos dados é possível fazer relação entre os dados existentes e gerar novos dados por meio do conteúdo pré-existente, permitindo assim a manipulação mais acessível dos dados por terem como característica o formato digital (Nunes, 2014).

Portanto, a utilização de SIG em conjunto com sensoriamento remoto se mostra uma ferramenta capaz de fornecer informações primordiais para o estudo e avaliação ambiental por fornecer múltiplas informações acerca de uma determinada área ou conjunto de lugares.

SIG e sensoriamento remoto embasam metodologias para gestão de Bacias Hidrográficas e determinação de medidas de manejo ambiental. Em decorrência da sua maleabilidade e disponibilidade, SIGs têm sido bastante usados, sendo um sistema computadorizado que deixa sobrepôr várias informações espaciais da Bacia Hidrográfica. O dado gerado é armazenado de forma digital e pode ser apresentado de maneira visual ou gráfica, assim esses dados podem embasar uma comparação e correlação entre as informações obtidas.

O uso do SIG para gerenciamento ambiental pode englobar diversas outras atividades, de onde serão extraídas as informações sobre as características do lugar de estudo (uso da terra, hidrografia, vegetação, tipos de solo etc.). Essas informações podem gerar um banco de dados georreferenciados que irá ajudar a produzir modelos

para interpretação e entendimento do ambiente e previsão dos riscos que estão ligados à qualidade dos componentes ambientais (Pires, 1995; Pires, 2002).

### 3.3 Recursos hídricos e o Índice topográfico de umidade

Água é um insumo fundamental para o desenvolvimento da planta, tendo em vista que quase todos os seus processos fisiológicos dependem e são diretamente ou indiretamente influenciados por suprimentos hídricos (Kramer e Boyer, 1995). Em decorrência do seu elevado potencial de uso para diversos fins, água é um bem de elevado valor. Uma das principais questões da atualidade é como garantir água de boa qualidade para as diversas necessidades humanas (Padovesi-Fonseca, 2005).

Sendo assim, a bacia hidrográfica, de acordo com Queiroz et al (2009) é uma unidade fisiográfica limitada por divisores topográficos que limitam as áreas de terra drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. Além disso, a bacia hidrográfica é responsável pela coleta das águas pluviais conduzidos para seu sistema de drenagem natural incluindo todos os usos da água e do solo existentes na localidade. Na perspectiva de um estudo hidrológico, Pires (2002) define que o conceito de Bacia Hidrográfica envolve explicitamente o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes.

Considerando a bacia hidrográfica, a topografia é o maior influente na variação espacial das condições hidrológicas (Sorensen et al., 2006). Além das características físicas do solo e a vegetação, o índice topográfico é determinante para descrever padrões de umidade do solo, considerando que precipitação e evaporação são uniformes na escala de interesse (Moore et al., 1991; Zinko et al., 2005). Além de serem necessários para indicar o fluxo de captação de água, modelos hidrológicos também são fundamentais para determinar a velocidade e a profundidade do fluxo hídrico, essas características auxiliam no entendimento de padrões de umidade em uma região e transporte de sedimentos e nutrientes (Moore et al., 1991).

O Índice topográfico de umidade, pode ser expresso numericamente pela equação (Beven e Kirkby, 1979):

$$TWI = \ln\left(\frac{a}{\tan b}\right)$$

Onde:  $a$  corresponde à área de contribuição x tamanho do grid em  $m^2$ ;  $b$  é a declividade expressa em radianos.

Esse índice indica o balanço entre o acúmulo de água e condições de drenagem em escala local (Pei, et al., 2010; Hancock et al., 2010).

Por meio do Índice topográfico de umidade é possível realizar planejamento de uso do solo afim de diminuir a destrutibilidade ambiental, analisar a disponibilidade hídrica do ambiente e prognóstico de enchentes (Oliveira et al., 2017).

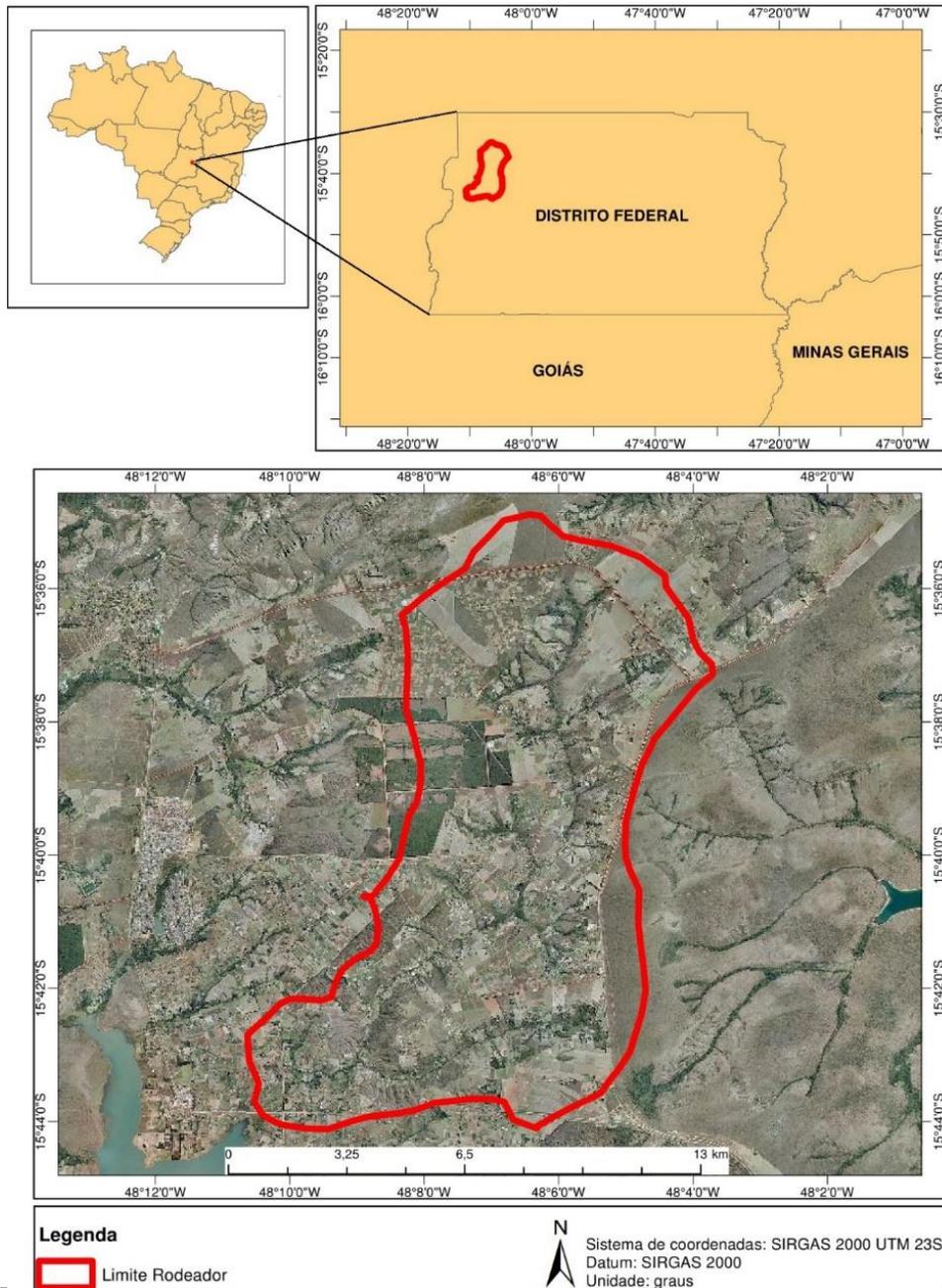
## **4 MATERIAL E MÉTODO**

### **4.1 Descrição da área de estudo**

Área de estudo compreende a região da sub-bacia do Ribeirão Rodeador (Figura 1), essa em conjunto com outras 10 sub-bacias completam a Bacia hidrográfica do reservatório Descoberto, que possui altitudes que variam entre 1000 e 1300 m e coordenadas 15°47'30" e 15°35'0" S, e 47°10'30" e 48°02'30" W está em sua totalidade inserido no Planalto Central Brasileiro e é responsável por cerca de 65% do abastecimento público da população do Distrito Federal (Lima et al., 2014).

A sub-bacia do Rodeador é responsável por aproximadamente 25% do território. De acordo com a classificação de Köppen, a região possui um clima tropical de altitude do tipo Cwa. Sendo as estações bastante demarcadas com seca entre os meses de maio a setembro e o período chuvoso de outubro a abril.

Há predominância da classe dos Latossolos, tendo Latossolo Vermelho, ocupando 143,23 km<sup>2</sup> e Latossolo Vermelho-Amarelo, ocupando 153,73km<sup>2</sup> (Spera et al., 2003).



**Figura 1** – Localização da sub-bacia do Ribeirão Rodeador

#### **4.2 Produção agropecuária da região administrativa de Brazlândia.**

Para fazer uma avaliação do contexto agropecuário onde a sub-bacia do Ribeirão Rodeador está inserida, foram utilizados dados relacionados à produção agropecuária dos últimos 6 anos da região administrativa de Brazlândia, localizada no Distrito Federal. Esses dados foram fornecidos pela EMATER – DF (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal) (Figuras 3 a 6).

### **4.3 Elaboração do mapas de uso e ocupação da terras**

Para avaliação do uso e ocupação das terras nos últimos trinta anos, na área de estudo, foram utilizados os mapas de uso e ocupação das terras elaborados pela Unesco (2002). Foram utilizados os mapas dos anos de 1984, 1994 e 2001. De acordo com Unesco (2002), os mapas dos anos de 1984 e 1994 foram obtidos a partir de imagens Landsat 5 com resolução espacial de 30 metros e o mapa de 2001 foi obtido por meio de imagem Landsat ETM fornecido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

Já para realizar o mapeamento do uso e ocupação das terras da área da sub-bacia Rodeador referente ao ano de 2015, foram utilizadas ortofotos do ano de 2015 disponibilizadas pela Terracap (Companhia Imobiliária de Brasília). O método de mapeamento aplicado nesse estudo foi o visual/manual, que consiste na identificação visual dos alvos e digitalização manual das classes por meio do software ArcGis 10.5 da ESRI. As classes de uso e ocupação foram estabelecidas de acordo com as mesmas classes dos mapeamentos realizados pela Unesco (2002) sendo eles, Agricultura, Campo/Solo exposto, Cerrado, Área urbana e Reflorestamento.

Cabe destacar que para possibilitar a comparação dos dados, as legendas das classes de uso e ocupação das terras foram compatibilizadas. Assim sendo, áreas atribuídas como solo exposto e campo foram unificadas para que os resultados fossem menos afetados por uma baixa resolução das imagens ou erro de interpretação acarretadas pela sazonalidade.

### **4.4 Avaliação das taxas de conversão de uso e ocupação da terras**

A avaliação das taxas de conversão de uso e ocupação das terras, foi realizado por meio da comparação entre os mapas em formato vetorial, de uso e ocupação da área de estudo utilizando a ferramenta intersection, do *software* Arcgis 10.5, que identifica áreas que se sobrepõem. De forma a melhorar a representação, foram separadas as áreas que não tiveram alterações quanto ao uso e ocupação da sua terra daquelas que tiveram mudanças de acordo com suas classes de uso e ocupação.

Foram elaborados gráficos e tabelas quantificando as variações relativas, ao longo do tempo, das áreas de cada classe de ocupação das terras.

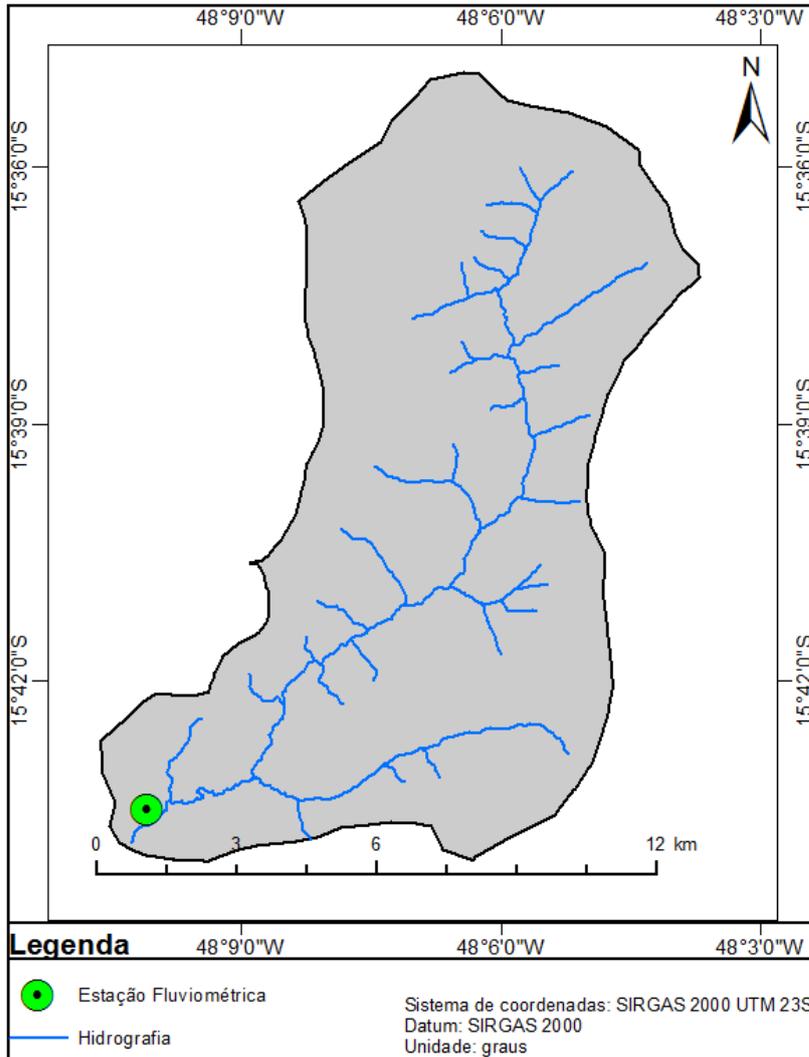
#### **4.5 Elaboração do Índice topográfico de umidade**

Por meio de dados vetoriais compostos por pontos cotados, curvas de nível e hidrografia, tendo características do terreno, foi gerado o Modelo Digital de Elevação(MDE), através da ferramenta “Topo to Raster” do ArcGis 10.5. Sendo essa etapa importante na obtenção de dados de melhor qualidade e parâmetro de análise do terreno (Capoane et al., 2015; Prates et. al., 2012). De posse do mosaico das imagens, elaborou-se, através do software SAGA-GIS, parâmetros de estudo do terreno pela ferramenta “Basic Terrain Analysis” e posteriormente “Topographic Wetness Index” (TWI). Foi utilizado para o processamento dos dados foram utilizados os softwares ArcGis 10.5 da ESRI e o software gratuito, de código aberto, SAGA-GIS - *System for Automated Geoscientific Analyses* 6.0.0.

#### **4.6 Avaliação da série histórica de vazão do Ribeirão Rodeador**

Para avaliar a oferta de água na bacia foram obtidos os dados referentes à vazão histórica do Ribeirão Rodeador por meio da página [hidroweb.ana.gov.br](http://hidroweb.ana.gov.br) disponibilizado pela ANA (Agência Nacional de Águas).

Foram utilizados dados da estação fluviométrica 60435200 RODEADOR - DF 435 (Figura 2), (localizado próximo ao exutório) que é operada pela CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal) e de responsabilidade da própria CAESB. Foram utilizados os dados de vazão média, vazão máxima e vazão mínima do período dos anos de 1978 a 2017.

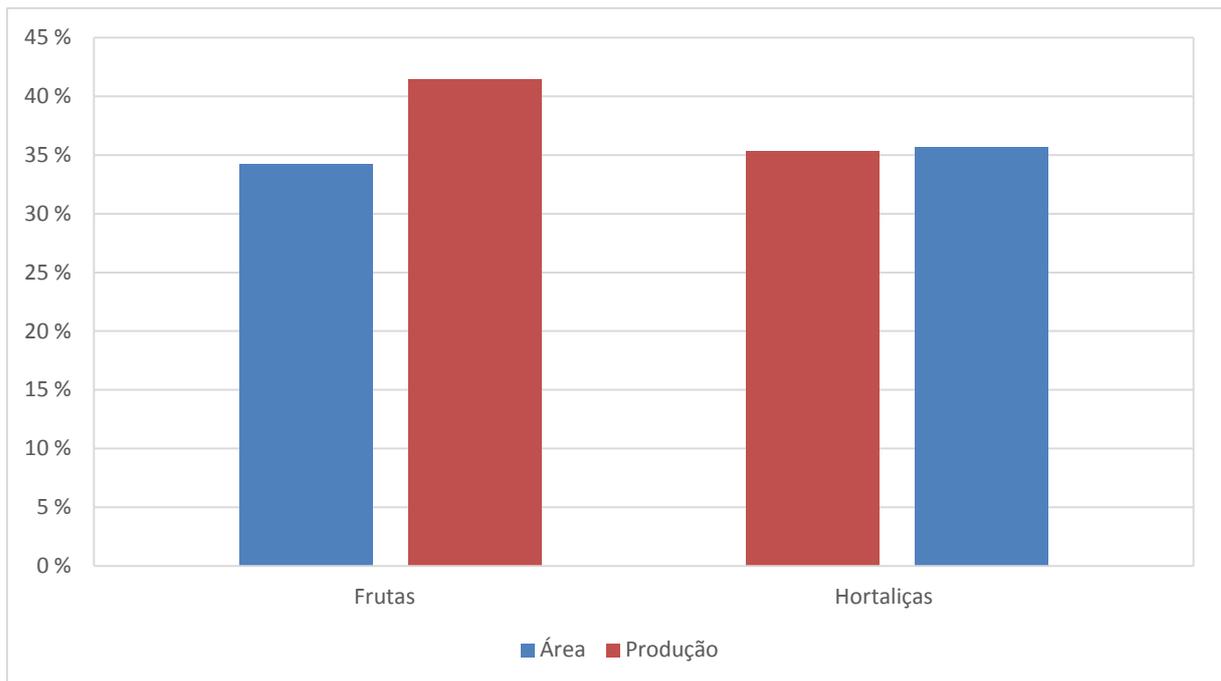


**Figura 2** – Mapa de localização da estação fluviométrica.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Panorama das atividades agropecuárias na sub-bacia do Ribeirão Rodeador

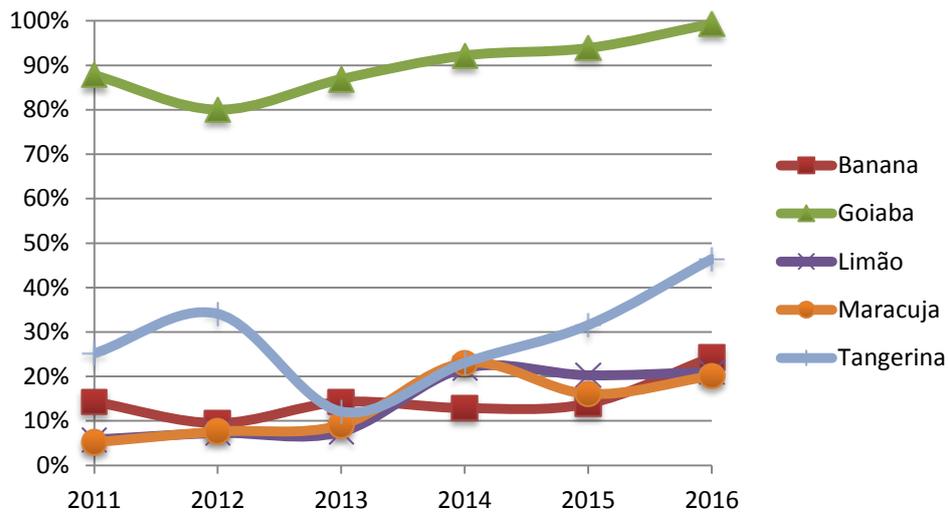
Dados relativos à produção agrícola no Distrito Federal referentes ao ano de 2011 a 2016 disponibilizados pela EMATER-DF, mostram que a região administrativa de Brazlândia é responsável por quase um terço da produção de Hortaliças (Figura 3) e Frutas (Figura 3) do Distrito Federal, sendo as culturas goiaba (Figura 4) e morango (Figura 6) as principais e função das produções. Além dessas Brazlândia foi responsável por uma expressiva participação na produção de leite (7,11%), carne bovina (8,44%) e avícola (10,49%) e carne suína (0,56%) (Figura 6).



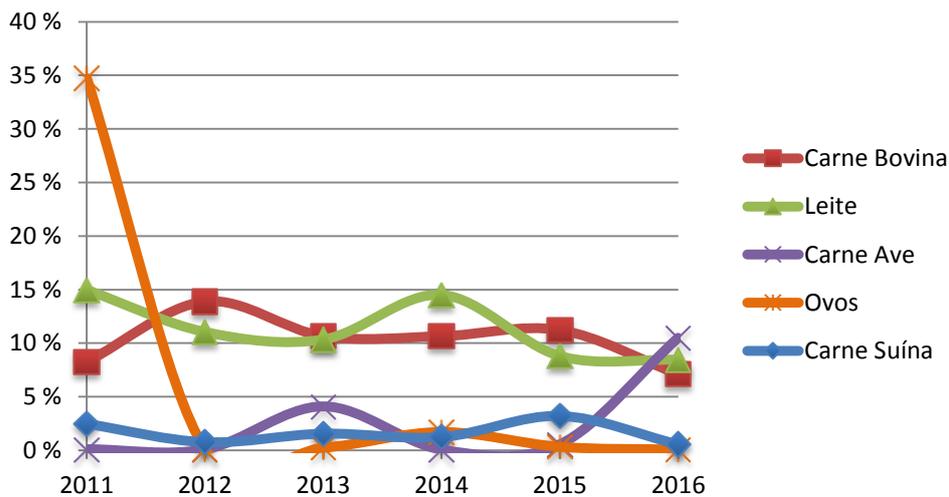
**Figura 3** - Participação em porcentagem da RA de Brazlândia na área plantada e produção de frutas e hortaliças do DF no ano de 2016.

Ressalta-se que dentre as culturas agrícolas, as hortaliças estão no topo das que possuem uma grande dependência de água para produção, tanto da irrigação quanto do regime de chuvas (Embrapa, 2015).

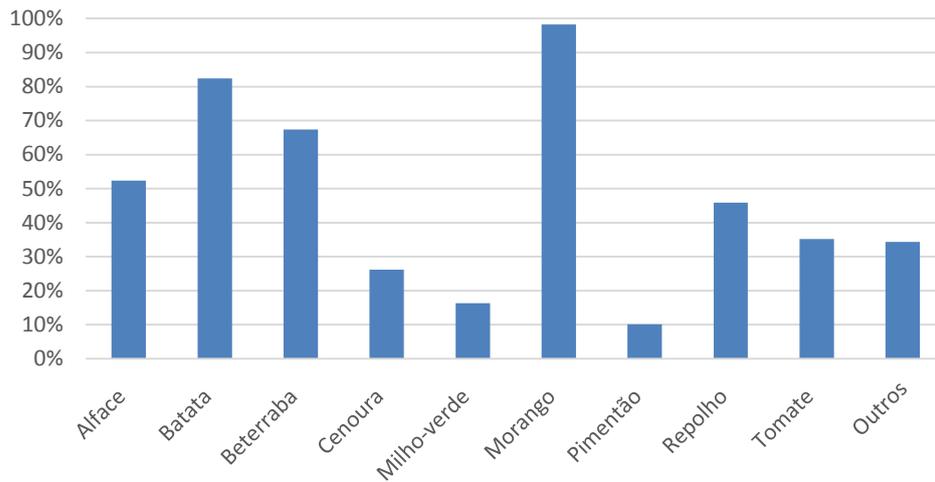
A região administrativa de Brazlândia possui uma grande importância na produção de muitas hortaliças, principalmente batata, alface, beterraba, cenoura, milho-verde, pimentão, repolho, tomate e outros (Figura 6). Não obstante Brazlândia é responsável por quase 100% da produção de morango do DF, cultura que possui uma grande importância socioeconômica para região (Falcão, 2012), porém sua produtividade é diretamente afetada pela disponibilidade hídrica (Cansian et al., 2002).



**Figura 4** - Participação em porcentagem da RA de Brazlândia na produção das selecionadas frutas do DF



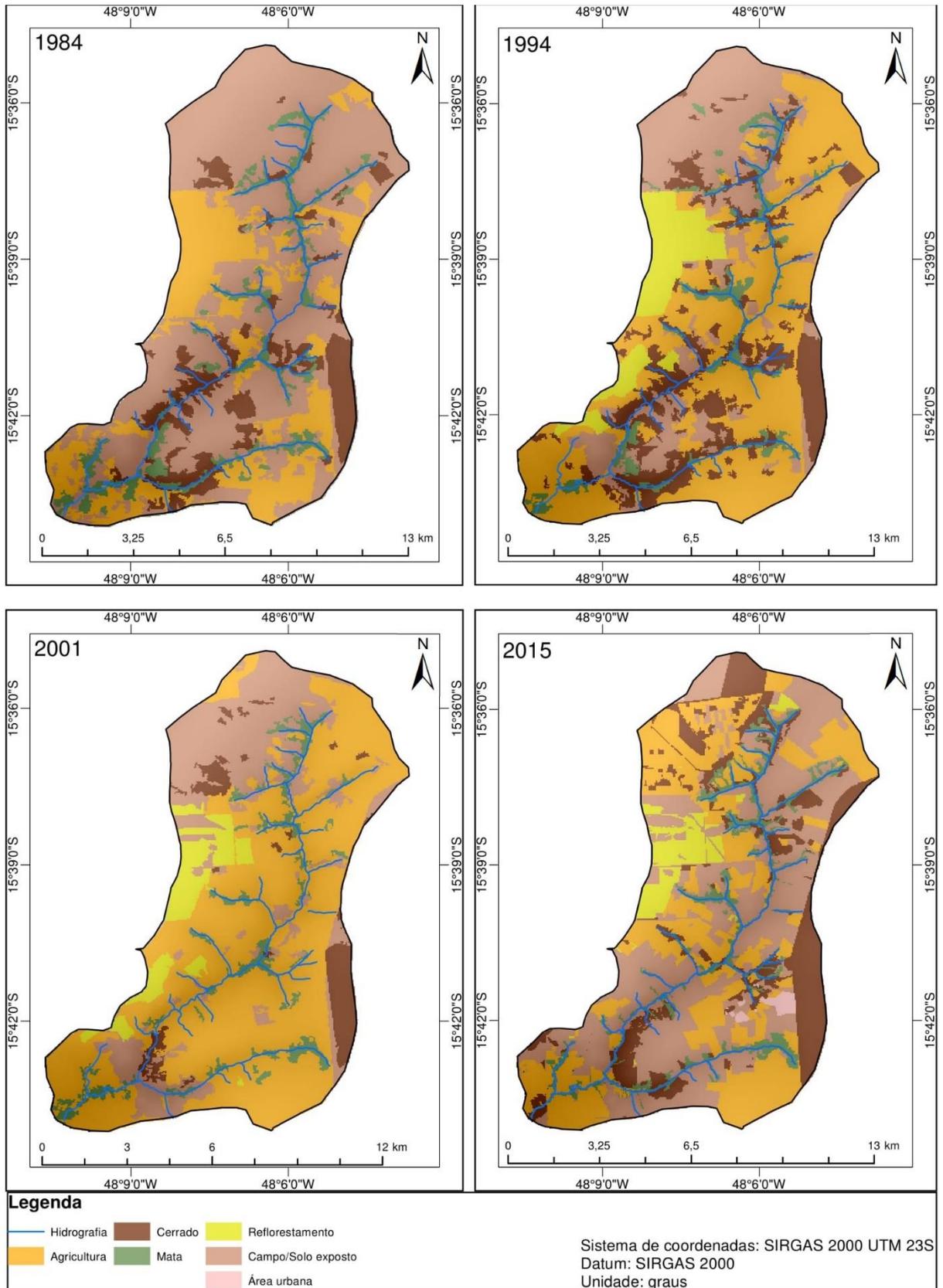
**Figura 5** - Participação em porcentagem da RA de Brazlândia na produção de produtos de origem animal do DF



**Figura 6** - Principais Hortaliças produzidas na RA de Brazlândia e sua participação na produção em porcentagem no DF no ano de 2016.

## 5.2 Uso e ocupação das terras temporal da sub-bacia do córrego Rodeador

Na Figura 7 estão apresentados os mapas de uso e ocupação das terras da sub-bacia do Rodeador, nos anos de 1984, 1994, 2001 e 2015. Na mesma figura é possível ver também que principalmente nas porções leste, nordeste e sudoeste houve um aumento visível para o uso e ocupação de “Campo/Solo Exposto” e na região oeste, que no mapa de 1994 há uma considerável área de Reflorestamento, no mapa de 2015 é possível a substituição para “Campo/Solo Exposto”. Na porção noroeste onde na década de 90 áreas com “Campo/Solo Exposto” eram predominantes, em 2015 já é possível notar que nessa região prevalece agricultura.

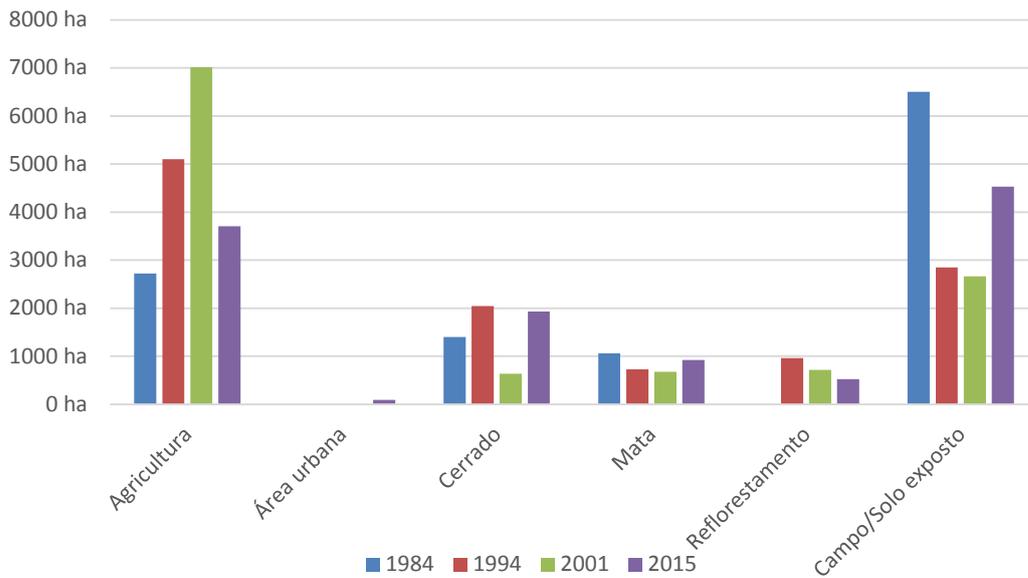


**Figura 7** – Mapas do uso e ocupação das terras nos anos de 1984, 1994, 2001 e 2014, na sub-bacia do Ribeirão Rodeador.

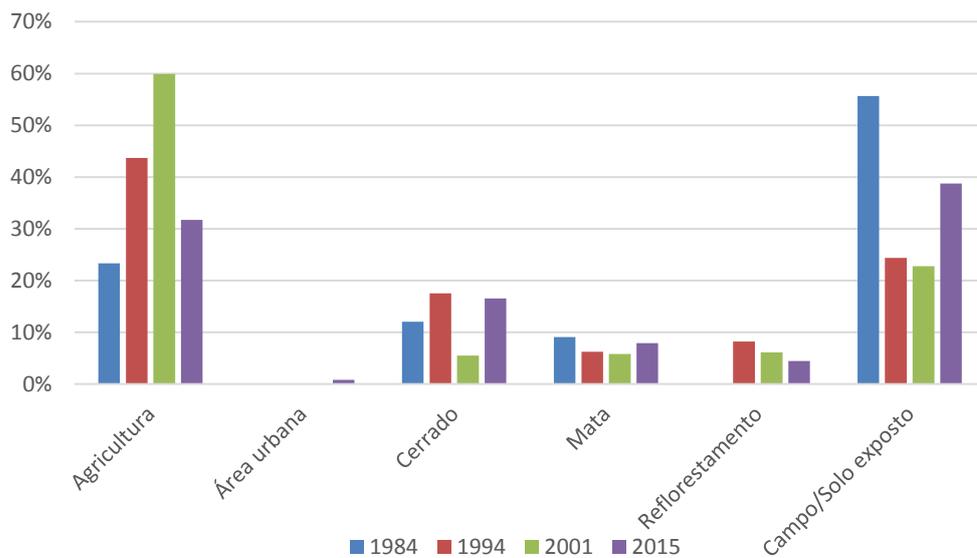
Possível notar que áreas que em 2001 eram predominante cobertas pela Agricultura passaram a ser cobertas por Campo/Solo Exposto em 2015, principalmente na região sul, central, leste e nordeste (Figura 7). Na região noroeste, nesse intervalo de tempo estudado, é notório a substituição de áreas com Cerrado para Agricultura, e a divisão dessa região em talhões com formato geométrico característico de loteamento.

Na região sudeste é possível ver a instalação de uma área urbana, que em 2001 era Agricultura, essa inversão quanto ao uso da terra pode ser um sinal de cuidado, indo de acordo com o alerta feito por Araújo et al. (2011), que evidenciam que um acelerado crescimento demográfico no Distrito Federal em conjunto com o manejo intensivo e inadequado do solo, tem implicado em um comprometimento na disponibilidade hídrica tanto de maneira quantitativa quanto qualitativa. O mesmo estudo mostrou que possivelmente em decorrência de descarga de esgoto em regiões próximas das nascentes do Rio Descoberto alteraram o nível de cloreto da água. Já Do Carmo et al. (2003) mostram que afluentes do Rio Descoberto recebem resíduo doméstico sem tratamento, o que pode ocasionar a contaminação desses mananciais que possuem uma evidente importância para a região.

O decréscimo na área ocupada por agricultura, que em 2001 representava aproximadamente 7000 hectares e em 2015 aproximadamente 3800 hectares pode ser observado na Figura 8. Embora a variação seja acentuada, a área de agricultura no ano de 2015 encontra-se de acordo com a apresentada por Silva (2016), a mesma autora em seu trabalho enfatiza que esse valor encontra-se muito acima do fornecido pela EMATER para o mesmo ano. E de acordo com Silva (2016), as principais culturas plantadas na região são: alface, goiaba, brócolis, milho, morango, couve, cenoura, beterraba, coentro, chuchu, cebolinha, rúcula, milho-verde, salsa, abacate, agrião, tomate, feijão-vagem, que juntos representam, aproximadamente, 82% da área. Em sua maioria dessas culturas se caracterizam por serem cultivadas em cultivos intensivos onde se exige um elevado nível de produtos químicos e elevada demanda hídrica (Cansian et al., 2002).



**Figura 8** - Evolução do uso e ocupação da terra de 1984, 1994, 2001 e 2015 em hectares



**Figura 9** - Evolução do uso e ocupação da terra de 1984, 1994, 2001 e 2015 em porcentagem

Portanto é válido ressaltar que, embora a área destinada à atividade agrícola tenha caído consideravelmente nos últimos 14 anos (Figura 8 e 9), segundo dados fornecidos pela EMATER (Figura 3), na região administrativa de Brazlândia, onde encontra-se a sub-bacia do Rodeador, houve um aumento da área plantada destinada a horticultura, atividade que possui um grande impacto na qualidade e quantidade de água.

Bilich (2007) observou em seu estudo que entre as atividades antrópicas, agricultura, principalmente a produção de olerícolas, foi a que apresentou uma maior deterioração da qualidade da água.

Além dos outros fertilizantes presentes nos adubos, fósforo e nitrogênio são levados até os corpos na forma de matéria particulada através de escoamento superficial, subterrâneo ou até erosão. Esses macronutrientes podem restringir o desenvolvimento de ecossistemas aquáticos além de ter outros impactos danosos aos corpos hídricos (Von Sperling, 2014). Estudo realizado por Silva (2016) mostra que durante alguns momentos do ano o aporte de fósforo total e de nitrato são superiores ao permitidos pela resolução CONAMA nº 357/2005 chegando a sete vezes acima do permitido.

### **5.3 Mudanças no uso e ocupação da terras da sub-bacia do Ribeirão Rodeador**

Na Figura 10 apresenta os mapas que possibilitam visualizar áreas que não houveram alterações no uso e ocupação da terra do período de 1984 a 1994, 1994 a 2001 e 2001 a 2015. Também é possível visualizar as áreas que tiveram mudanças no uso e ocupação das terras.

#### **5.3.1 Período de 1984 a 1994**

Visivelmente por meio da Figura 10, nota-se que durante o período de 1984 a 1994 as áreas que mais sofreram alterações foram as que na década de 80 eram ocupadas por Campo/Solo exposto, sendo essa alteração visível por todo mapa. Durante esse espaço de 10 anos, 60% de toda área que era Campo/Solo exposto sofreu alteração quanto ao uso e ocupação, sendo agricultura responsável por substituir mais da metade dessa região (Tabela 1). Teza (2008) ao avaliar valores de cobertura vegetal para a sub-bacia do Ribeirão Rodeador do ano de 1989 a 1997, teve resultado semelhante, o mesmo autor relata que agricultura seria a principal atividade exercida nessa região.

Unesco (2002), destaca que nesse intervalo de tempo citado, por conseguinte do desenvolvimento tecnológico na agricultura, principalmente no âmbito do uso de fertilizantes químicos e calagem, propiciou o aumento da fronteira de grãos sobre o cerrado, impulsionando assim a utilização da agricultura extensiva e mecanizada.

Entretanto, durante o intervalo de tempo de 1984 a 1994, reflorestamento foi responsável por ocupar boa parte da área que deixou de ser agricultura (Tabela 1). Essa área representada principalmente pela região Oeste do mapa (Figura 10), faz parte da FLONA (Floresta Nacional de Brasília) instituída em 1999, que tem como intuito a preservação e manutenção dos recursos hídricos, biodiversidade e auxiliar na recuperação de áreas degradadas (Nunes, 2014). Entretanto, Unesco (2002) ressalva, que essas áreas são constituídas principalmente por monocultura de pinus e eucaliptos, alterando a paisagem natural do cerrado.

### **5.3.2 Período de 1994 a 2001**

Ao contrário do período de tempo mencionado anteriormente, durante o intervalo de 1994 a 2001, visivelmente a quantidade de áreas alteradas não foram tantas. Porém o processo de expansão da área destinada à agricultura não foi interrompido (Figuras 8 e 9), substituindo, principalmente áreas que eram ocupadas por Campo/Solo exposto e Cerrado.

É válido destacar para esse período de tempo, as alterações relacionadas ao Cerrado. Com 79% da sua área alterada, principalmente para agricultura, Cerrado teve um decréscimo acentuado em sua área (Figura 9).

A substituição de área nativa diante da expansão da agricultura, além de ameaçar o ecossistema, possui um grande impacto nos recursos hídricos. Por causa do comprometimento da capacidade do solo de infiltrar água, o desaparecimento de veredas e assoreamento, alteração no curso d'água (Cunha et al., 2008). Em adição, Bilich (2007) em um estudo conduzido na microbacia do Ribeirão Mestre D'armas – Distrito federal relatou um aumento na condutividade elétrica podendo ser principalmente causado pelo uso de calagem e fertilizantes do tipo NPK, ambos quando aplicados de maneira incorreta podem ser lixiviados, tendo como destino curso d'água, principalmente oleícolas, que demonstra ter expressividade na região. Aguiar (2016) relata em seu estudo feito na sub-bacia do Rodeador alerta sobre o uso incorreto de fertilizantes, especialmente N e P, em decorrência de, em épocas chuvosas apresentarem valores muito acima dos tolerados.

Em estudo semelhante na bacia do Rio São Bartolomeu – Distrito Federal, Ferreira (2006), ao avaliar as mudanças no uso e ocupação das terras do ano de 1992 a 2003, também observou a manutenção de áreas com características antrópicas de

uso da terra, principalmente destinada à agrícola. A mesma autora relata também um aumento de aproximadamente 16% para uso intensivo da terra, sendo boa parte dessa área destinada à substituição do cerrado para agricultura e Campo/pastagem.

### **5.3.3 Período de 2001 a 2015**

O mapa que representa a alteração do uso e ocupação das terras do período 2001 a 2015 (Figura 10), mostra uma mudança drástica das coberturas que eram apresentadas nos anos anteriores de estudo.

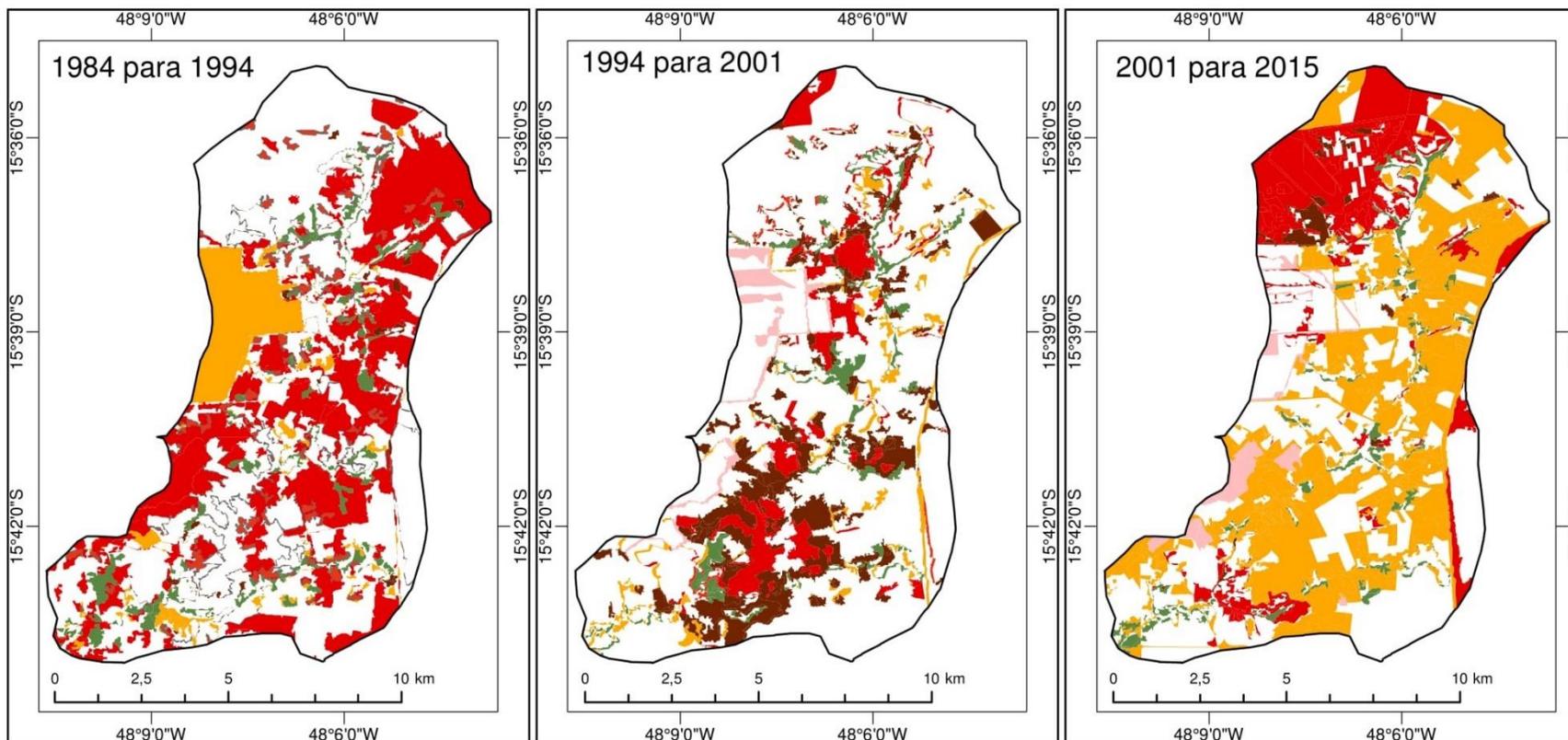
Nesse intervalo de tempo, houve decréscimo da área ocupada pela agricultura, interrompendo uma série histórica de crescimento, e aumento principalmente da área destinada a Campo/Solo exposto e Cerrado, sendo que o segundo retornou a valores muito próximos dos apresentados no ano de 1994 (Tabela 2). Sendo agricultura responsável pela maior perda quanto a área ocupada, a tabela 3 mostra que boa parte da sua área foi substituída pelo Campo/Solo exposto.

Embora esse dado mostre uma alteração considerável, podendo inclusive ter sido afetado pela qualidade das imagens para mensurar o uso e ocupação do anos anteriores, Teza (2008) em seu trabalho, que foi realizado na mesma sub-bacia, mostra um decréscimo significativo da área com cobertura vegetal do período de 1997 a 2007. O mesmo autor salienta que ao analisar as imagens, ficou constatada uma diminuição das áreas agrícolas, porém, notou-se o parcelamento dessas áreas. Características semelhantes foram constadas ao fazer o mapa de uso e ocupação das terras do ano de 2015, podendo ser visualizada especialmente na porção noroeste do mapa da Figura 7. A explicação desse fenômeno pode ser a substituição do tipo de cultura da região, principalmente para horticulturas, que geralmente possuem esse tipo de características.

É pertinente destacar o aumento da área ocupada pelo cerrado, que de acordo com a Figura 7, essa área em 2001 tinha caído para valores próximos de 5% da área total do Rodeador, porém, sua área aumentou para quase 20% em 2015. Embora pelo intervalo de tempo, esse resultado poderia ser coerente (Cavenage, 1999; Venturoli et al., 2013), seria necessário práticas ativas de recuperação para que tal ato fosse concretizado. Portanto, essa alteração quanto ao padrão de uso das terras pode ter sido principalmente afetado pela qualidade ou interpretação das imagens.

Ao relatar o aumento da área ocupada por Campo/solo exposto Demarchi et al. (2011) enfatiza que tais características podem ser explicadas pela sazonalidade de algumas culturas anuais, como soja e milho ou até mesmo a destinação da área para pastagem. No trabalho realizado por Cassol et al. (1999), de maneira resumida testou 5 tratamentos diferentes do solo na introdução de pastagem em áreas degradadas, sendo eles, testemunha, plantio direto, convencional, subsolagem e com gradagem, diante de um cenário de chuva simulada, para avaliar taxa de infiltração de água no solo e perdas de solo e água por erosão. Ficou constatado que esse tipo de cobertura independente do tratamento do solo tiveram baixa taxa de perda de solo e água por erosão e os tratamentos com maior revolvimento do solo foram os que apresentaram melhor infiltração da água. Portanto desde que manejado de maneira correta, a instalação de pastagem na região além de depender menos de recurso hídrico, pode ter uma boa relação com a infiltração do solo

O aumento da área destinada a Campo/Solo exposto, pode ser também um alerta para a deterioração do solo em decorrência do uso intensivo e de maneira continua nas décadas passadas ou loteamento para destinação urbana, em coerência com o que é apresentado na Figura 10 que consta o aparecimento de área urbana. Logo se faz necessário uma validação de campo.



#### Legenda

- Sem mudanças
- Agricultura para Campo/Solo exposto; Cerrado; Mata; Reflorestamento; Área urbana
- Campo/Solo exposto para Agricultura; Cerrado; Mata; Reflorestamento
- Cerrado para Agricultura; Campo/Solo exposto; Mata; Reflorestamento; Área urbana
- Mata para Agricultura; Campo/Solo exposto; Cerrado; Reflorestamento; Área urbana
- Reflorestamento para Agricultura; Campo/Solo exposto; Cerrado; Matas
- Área urbana para Agricultura; Campo/Solo exposto; Cerrado; Mata



Sistema de coordenadas: SIRGAS 2000 UTM 23S  
 Datum: SIRGAS 2000  
 Unidade: graus

**Figura 10** - Mudanças no uso e ocupação da terra na sub-bacia do Ribeirão Rodeador

**Tabela 1 – Mudanças do uso e ocupação das terras entre o período de 1984 a 1994**

		1994					
		Agricultura	Campo/Solo exposto	Cerrado	Mata	Reflorestamento	Total
1984	Agricultura	14,75%	0,66%	1,17%	0,44%	6,26%	23,28%
	Campo/Solo exposto	25,96%	22,47%	3,73%	1,64%	1,87%	55,66%
	Cerrado	0,46%	0,44%	10,97%	0,11%	0,02%	12,00%
	Mata	2,53%	0,84%	1,61%	4,03%	0,06%	9,06%
	Total	43,69%	24,41%	17,48%	6,22%	8,20%	100,00%

**Tabela 2 – Mudanças do uso e ocupação das terras entre o período de 1994 a 2001**

		2001					
		Agricultura	Campo/Solo exposto	Cerrado	Mata	Reflorestamento	Total
1994	Agricultura	39,74%	2,09%	0,30%	1,43%	0,13%	43,69%
	Campo/Solo exposto	7,54%	15,69%	0,68%	0,48%	0,01%	24,41%
	Cerrado	9,41%	3,01%	3,63%	1,34%	0,10%	17,48%
	Mata	2,42%	0,62%	0,69%	2,49%	0,01%	6,22%
	Reflorestamento	0,93%	1,37%	0,00%	0,04%	5,86%	8,20%
	Total	60,04%	22,78%	5,30%	5,78%	6,10%	100,00%

**Tabela 3 – Mudanças do uso e ocupação das terras entre o período de 1994 a 2001**

		2015						
		Agricultura	Área urbana	Cerrado	Mata	Reflorestamento	Campo/Solo exposto	Total
2001	Agricultura	22,70%	0,66%	4,81%	3,85%	0,34%	27,66%	60,03%
	Campo/Solo exposto	6,93%	0,07%	6,60%	1,30%	0,55%	7,33%	22,79%
	Cerrado	1,12%	0,00%	3,86%	0,09%	0,01%	0,22%	5,30%
	Mata	0,87%	0,03%	1,04%	2,61%	0,01%	1,21%	5,78%
	Reflorestamento	0,09%	0,00%	0,05%	0,04%	3,53%	2,38%	6,10%
	Total	31,72%	0,76%	16,37%	7,89%	4,45%	38,81%	100,00%

#### 5.4. Avaliação de parâmetros do terreno e disponibilidade hídrica

Nas Figuras 11 e 12 está apresentado o mapa do índice topográfico de umidade. É possível notar que aproximadamente 69% da área onde o uso da terra é caracterizada por apresentar Campo/Solo Exposto, sobrepõe áreas que apresentam boa drenagem, essa relação pode ser em decorrência dessas áreas serem utilizadas para o cultivo de culturas sazonais, pastagem ou até mesmo pode ter havido degradação do solo. E regiões onde o uso da terra é caracterizada por apresentar agricultura, 61% sobrepõe áreas são moderadamente drenados. Regiões com essas características e drenagem a correspondência naturalmente se dá com campo sujo, campo sujo com murundus, parque de cerrado e vereda (Sano et al., 2006).

Com intuito de estabelecer uma correlação entre umidade real do solo e o índice topográfico de umidade Lin et al, (2006) identificaram que índices que variam entre 4 e 5 são estabelecidos à solos bem drenados; 5 e 7 para solos moderadamente drenados e solos com índices entre 7 e 12 são mal drenados. Sendo as condições de umidade também associadas à estrutura, espessura e permeabilidade dos solos. Alguns autores utilizaram esses índices como parâmetro e observaram uma correlação com índices topográficos de umidade elevados em solos hidromórficos (Prates et al, 2012; Rego et al, 2013). O mapa discriminando esses três níveis de índices (Figuras 11 e 112), sendo atribuídos valores de 4 – 5 para solos com boa drenagem, 5 – 7 para solos quem drenagem moderada e de 7 – 22,52 para solos com baixa drenagem.

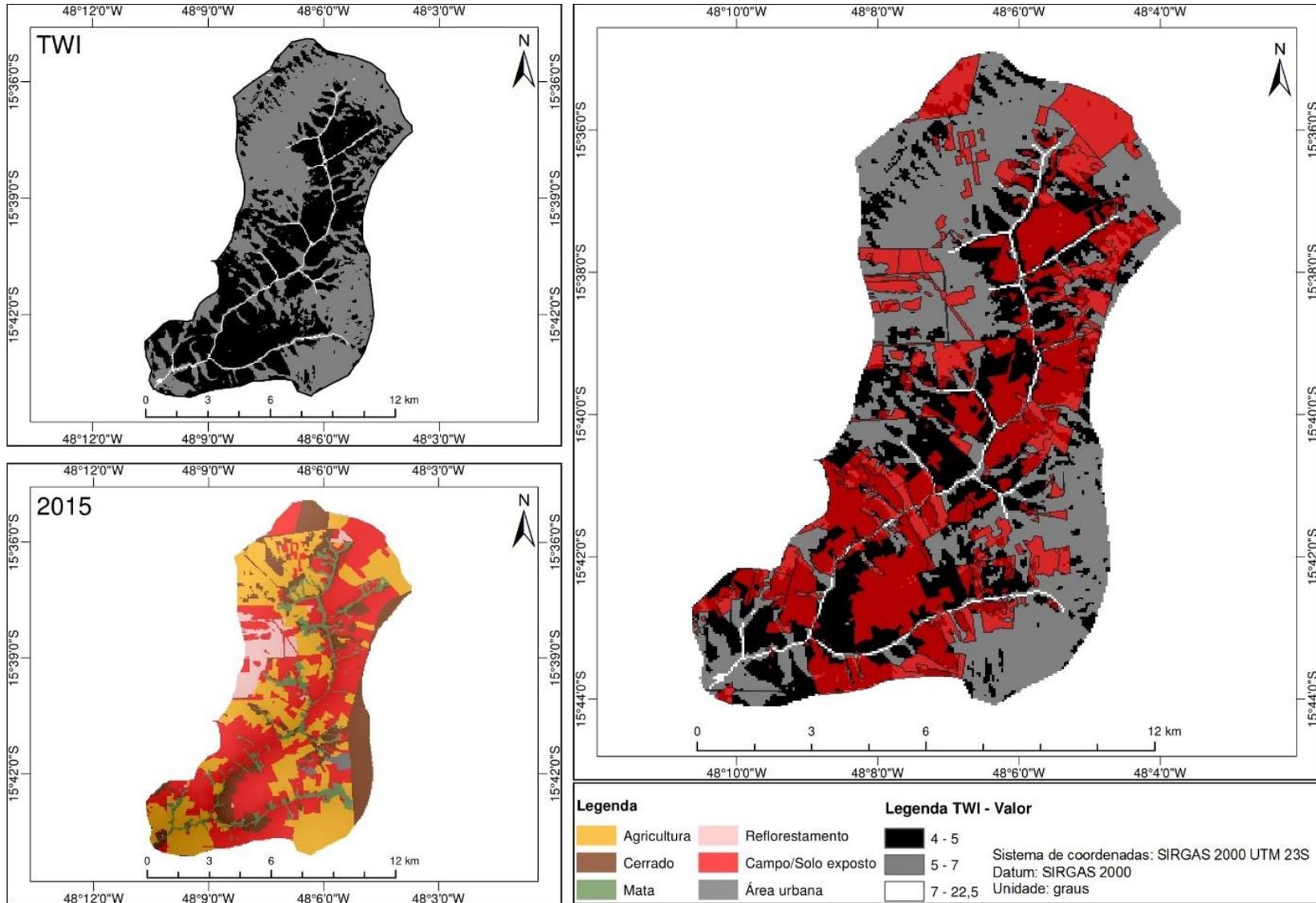
O resultado mostra que regiões da rede de drenagem da sub-bacia do Rodeador se mostraram as únicas com índices elevados de umidade, portanto, mal drenados. As áreas do mapa com esses atributos encontram-se envolvidas por uma mata mais adensada. Essas áreas possuem como característica uma posição de relevo com baixa declividade e sua posição topográfica ajuda a probabilidade de haver saturação hídrica periódica ou permanente, em vista disso essa região possui uma grande importância para os canais de drenagem mais próximos e para auxilia os rios a manter uma vazão mínima mais elevada (Lopes, 2012). Esse resultado vai de acordo com o apresentado por Hung et al, (2016), relata a importância do monitoramento e gestão ambiental e a utilização do índice topográfico de umidade nesse contexto

Capoane et al, (2015) observou que em decorrência da falta de precisão vertical e posicional um modelo digital com baixa resolução é inapropriado para particionar áreas com uma maior probabilidade de atingirem o estado de saturação do solo. Mas a mesma autora relata um modelo digital de elevação com dados altimétricos de melhor qualidade segregou de maneira satisfatória áreas propensas à saturação hídrica.

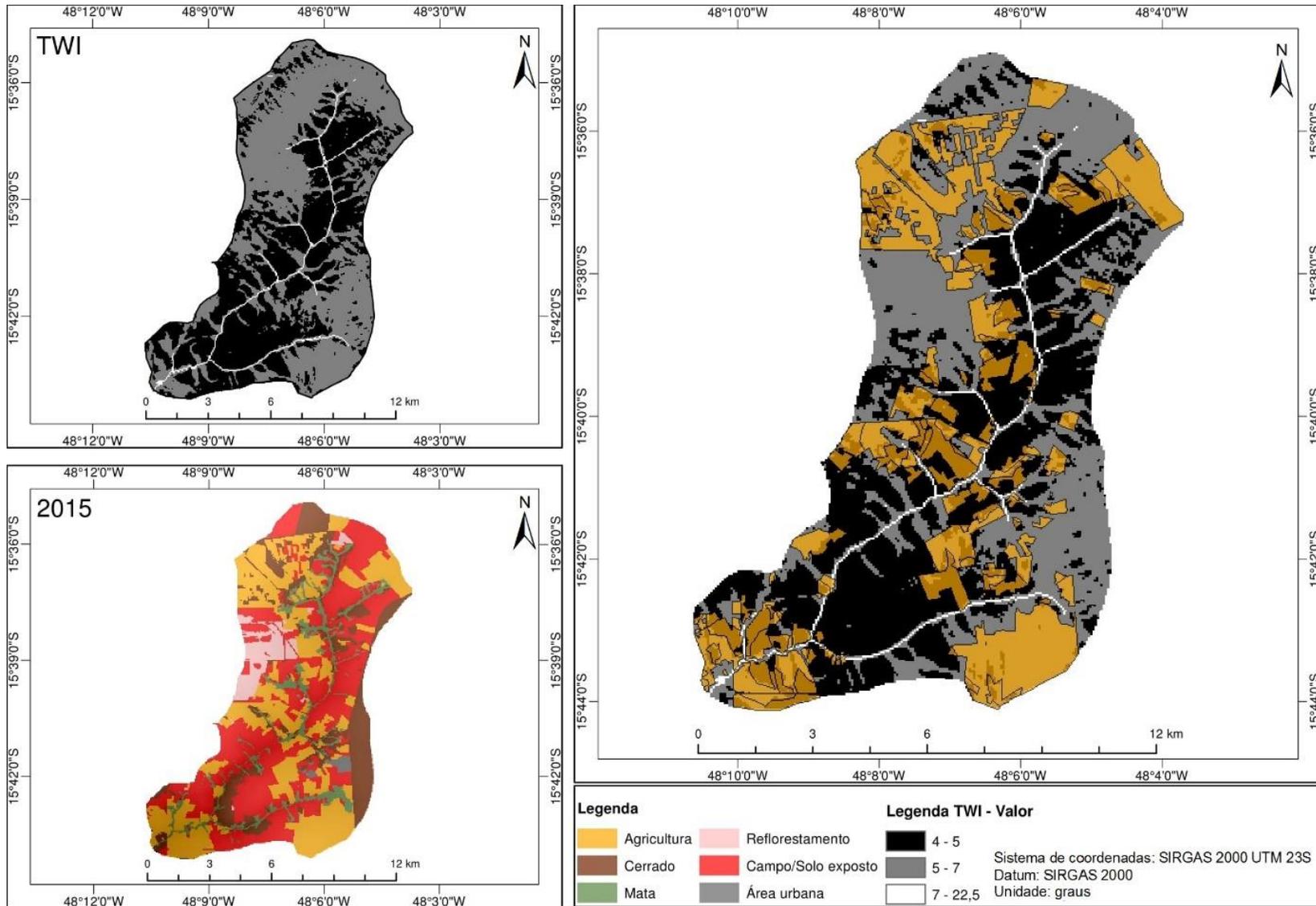
Por meio do monitoramento das médias anuais de vazão histórica da estação fluviométrica 60435200 RODEADOR – DF, de acordo com a regressão linear, nota-se um decréscimo gradual na vazão mínima (Figura 13), média (Figura 14) e de maneira mais acentuada na vazão máxima (Figura 15). Tendo em vista que esse córrego Rodeador é um dos principais afluentes do reservatório do Descoberto, vale-se alertar quanto a diminuição contínua dessa vazão (Aguiar, 2016).

Contudo, esses dados podem estar relacionados com o uso e ocupação da terra nessa região (Teza, 2008). Um caso a se alertar é que boa parte da área que possui solos bem drenados estão cobertos por Campo/Solo exposto. Netto (2008) mostra em seu trabalho, a utilização de maneira exagerada de implementos e máquinas agrícolas, independentemente de ser para preparo cultural, em conjunto com o trânsito de animais, que com alto consumo e pisoteio constante, podem destruir vegetação e a ação da chuva em solos descobertos compõem cenários que destroem o solo. O resultado dessas atividades seria um solo com camadas compactadas e baixa infiltração de água.

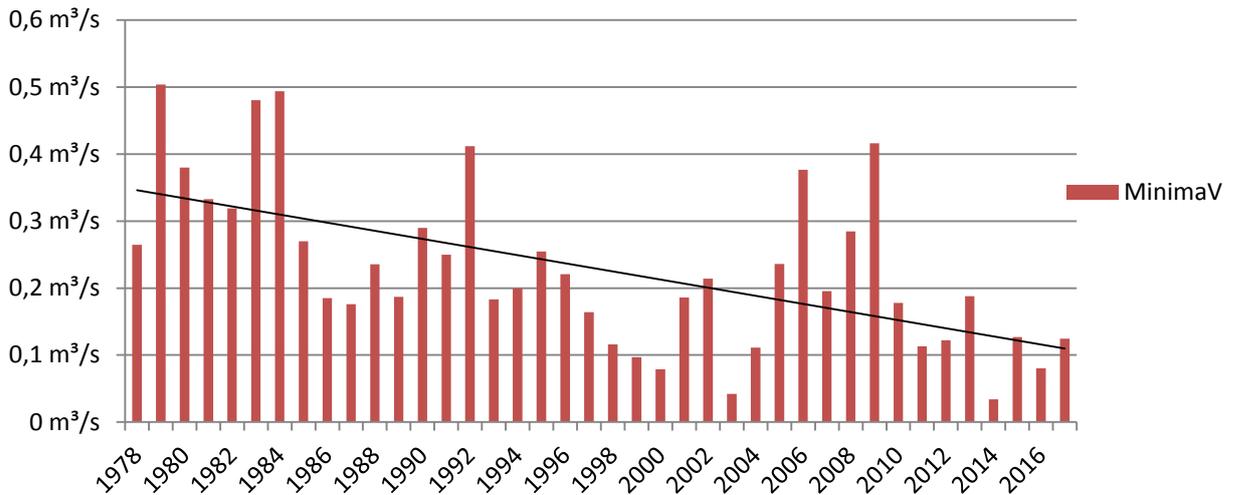
O mesmo autor enfatiza a melhora da qualidade do solo com Cerrado nativo daquele coberto por pastagem. Portanto a diminuição da vazão histórica da região pode ser consequência gerada pela substituição de áreas nativas. Entretanto, Panachuki (2006) destaca a importância da cobertura vegetal saudável e do sistema radicular no âmbito da infiltração da água, mesmo em áreas com pastagens ou com culturas anuais.



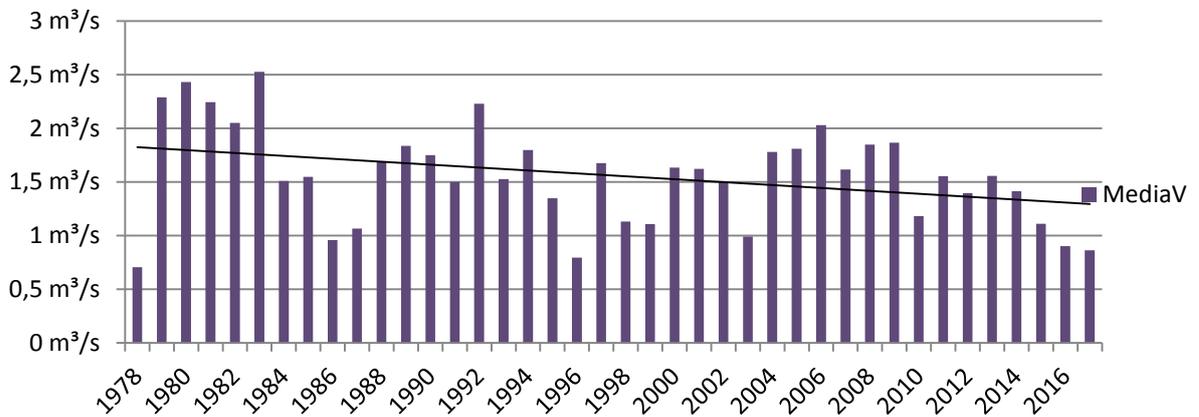
**Figura 11 - Sobreposição de áreas com Campo/Solo exposto e Índice topográfico de umidade**



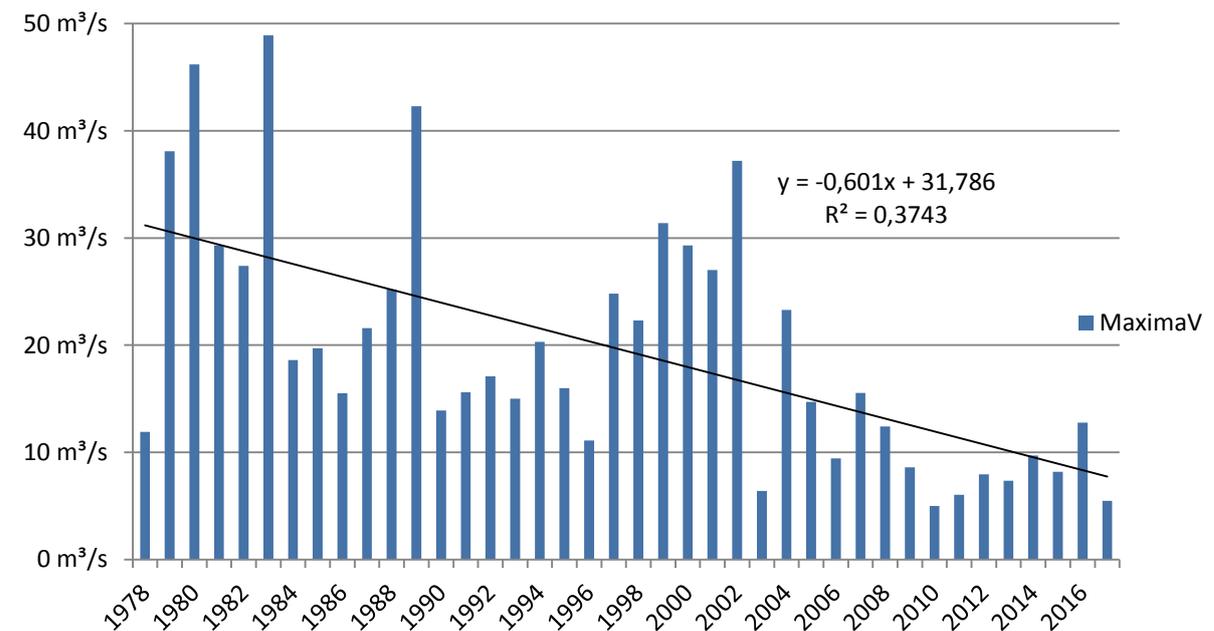
**Figura 12 - Sobreposição de áreas com Agricultura e Índice topográfico de umidade**



**Figura 13** – Vazão mínima da estação 60435200 RODEADOR – DF em m³/s



**Figura 14** - Vazão média da estação 60435200 RODEADOR – DF em m³/s



**Figura 15** - Vazão máxima da estação 60435200 RODEADOR – DF em m³/s

## 6. CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação antrópica na sub-bacia do Ribeirão Rodeador apresentou ao longo do ano 1984 a 2015 grande variação quanto ao uso e ocupação da terra.

Dados do uso e ocupação da terra mostram que a sub-bacia do Ribeirão Rodeador perdeu boa parte da sua cobertura vegetal, podendo ser em função da produção pecuária ou esgotamento do solo. Porém nos últimos anos houve um aumento da área ocupada pelo Cerrado, podendo esse ser em decorrência de imagens de menor resolução espacial.

A região administrativa de Brazlândia possui uma posição de destaque na produção agrícola do DF sendo responsável pela produção de boa parte das frutas e hortaliças da região.

A estação fluviométrica 60435200 RODEADOR – DF apresenta uma tendência histórica de queda, podendo ser esse um sinal de alerta a segurança hídrica do Distrito Federal.

O índice topográfico de umidade pode ser um importante aliado para o monitoramento da saúde ambiental de uma região, pois mostra regiões que apresentam diferentes capacidades de drenagem d'água.

Para todos os dados se faz necessário à validação de campo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADASA. **Proposta de Resolução para o caso de escassez hídrica recebe importantes sugestões.** Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br/legislacao/resolucoes-adasa>>. Acesso em: 16 de Nov. 2017.

ADASA. 2011. **Plano de Gerenciamento Integrado de recursos Hídricos do Distrito Federal - PGRH. Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal.** Disponível em: <[http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/rtp-3\\_rev.03.pdf](http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/rtp-3_rev.03.pdf)>. Acesso em: 27 Ago. 2017.

AGUIAR, L. M. **INTEGRAÇÃO ENTRE CURVAS DE PERMANÊNCIA DE QUALIDADE DE ÁGUA E MODELAGEM HIDROLÓGICA COMO SUPORTE À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS - ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO RODEADOR/DF** Brasília, 2016, 134p. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso) Universidade de Brasília, DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, Brasília-DF, 2016

ARAÚJO, P. C; BILICH, M. R; LACERDA, M. P. C; CARMO, F. F; BORGES, T. D; SOUZA, R, Q; BERNARDES, C. B; ROLIM, R. L. **Avaliação da qualidade da água numa microbacia com diferentes tipos de uso agrícola, por meio de geoprocessamento.** In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1419.

ARAÚJO, R; GOEDERT, W. J; LACERDA, M. P. C. **Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 05, p. 1099-1108, 2007.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. **Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo.** Scientia Forestalis, v.5, n.6, p.125-134, 1999.

BEVEN, K.J., KIRKBY, M.J., 1979. **A physically-based variable contributing area model of basin hydrology.** Hydrology Science Bulletin, v.24, n.1, p.43-69.

BILICH, M. R. **Ocupação das terras e a qualidade da água na microbacia do ribeirão Mestre D'Armas, Distrito Federal.** Brasília, 2007, 134p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF, 2007..

BRASIL. (1997) **Política Nacional de Recursos Hídricos**: Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei no 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei no 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, janeiro de 1997.

BRASIL. (2012). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**: Informe 2012 (p. 215). Brasília: Agência Nacional de Águas.

BRAUMAN, K. A.; DAILY, G. C.; DUARTE, T. K.; MOONEY, H. A. **The nature and value of ecosystem services: an overview high lighting hydrologic services**. Annual Review of Environment and Resources, v. 32, p. 67-98, 2007. Disponível em: <[http://www.biodiversity.ru/programs/ecoservices/library/functions/water/doc/Brauman\\_2007.pdf](http://www.biodiversity.ru/programs/ecoservices/library/functions/water/doc/Brauman_2007.pdf)>. Acesso em: 28 Ago. 2017.

CAPOANE, V; ALVAREZ, J. W. R. R; PELLEGRINI, A. SCHAEFER, G. L; SANTOS, L. J. C; SANTOS, D. R. Influência da resolução do modelo digital de elevação na determinação do índice topográfico de umidade e na capacidade de predição dos teores carbono orgânico do solo. Geo Uerj, [s.l.], n. 27, p.145-155, 2015.

CÂMARA, G., CASANOVA, M. A., HEMERLY, A. S., MAGALHÃES, G. C., MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP. 197p, 1996.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação**. In: Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001. 344 p. Disponível em: <<http://urlib.net/6qtX3pFwXQZ3ukuKE/BQGus>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

CANSIAN, R. L.; MOSSI, A. J.; LEONTIEVORLOV, O.; BARBIERI, C.; MURTELLE, G.; PAULTTI, G.; ROTA, L. **Comportamento de cultivares de morango (Fragaria x ananassa Duch.) na região do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v. 8, p. 103-105. 2002.

CAPUTO, ANA C.; MELO, HILDETE P. A Industrialização Brasileira nos Anos de 1950: Uma Análise da Instrução 113 da SUMOC. Estudos Econômicos, São Paulo, V. 39, N. 3, p.513-538, 2009.

CARVALHO, A. R.; SHILITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico químicos da água. Química Nova, v. 23(n.5), 2000.

CASSOL, E.A.; LEVIEN, R.; VAN LIER, Q.J.; BADELUCCI, M.P. Infiltração de água e perdas de água e solo por erosão influenciadas por diferentes métodos de melhoramento da pastagem nativa gaúcha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.923-931, 1999.

CAVENAGE, A. Alterações das propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho Escuro sob diferentes usos e manejos. 1996. 75f. (Trabalho de Graduação)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista. "Juliode Mesquita Filho", 1996

CHAPLIN, M. 2006. Do we underestimate the importance of water in cell biology?, *Nat Rev Mol Cell Biol* 7 : 861-866.

CHASE, T. N, R. A. PIELKE and T. KITTEL, 2000: Simulated impacts of historical land cover change on global climate in northern winter. *Clim. Dyn.*, 16, 93–105.

CODEPLAN. Atlas do Distrito Federal II. Governo do Distrito Federal, Brasília. 1984.

CUNHA, Nina Rosa da Silveira et al. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. *Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília* , v. 46, n. 2, p. 291-323, June 2008 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032008000200002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032008000200002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 30 Nov. 2017.

DO CARMO, M. S.; BOAVENTURA, G. R.; ANGÉLICA, R. S. **Estudo geoquímico de sedimentos de corrente da bacia hidrográfica do Rio Descoberto (BHRD), Brasília/DF**. *Geochim. Brasil.*, 17(2) 106-120. 2003

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP usando imagens Landsat – 5. *Revista Raíega*, v.21, p.234-271, 2011

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília**, EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

EMBRAPA. **PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS & CRISE HÍDRICA**, 2015. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2732320/producao--de-hortalicas--crise-hidrica>>. Acesso em: 03 de Set. 2017.

FALCÃO, J. V. **Qualidade do solo e desempenho econômico do cultivo do morango em Brazlândia, Distrito Federal**. 2012. 80 f. Dissertação (Mestrado em

Ciências Agrárias), Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF, 2012.

FERREIRA, C. S. Avaliação temporal do uso e ocupação das terras na Bacia do Rio São Bartolomeu, DF. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) — Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF, 2006.

FERREIRA, C.S.; LACERDA, M.P.C. Adequação agrícola do uso e ocupação das terras na Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal. In: XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Anais. Natal: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. p.183-189.

HANCOCK, G. R.; Murphy, D.; Evans, K. G., 2010. **Hills lope and catchments cale soil organic carbono concentration:** An assessment of the role of geomorphology and soil erosion in na undisturbed environment. *Geoderma*, v.155, n.36–45.

HUNG, M. N. W. B ; WROBLEWSKI, C. A. ; OLIVEIRA, J. G. ; PAULA, E. V. . **Utilização do Índice Topográfico de Umidade como suporte ao planejamento e gestão ambiental de Unidades de Conservação de Uso Sustentável.** In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2016, Maringá. Anais do XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2016.

IBGE. Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 03 Set 2018.

KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. **Water relations of plants and soils.** San Diego: Academic Press, 1995. 495p.

LE STRAT, A.; SANTOS, J. W. M. C; DUBREUIL, V. **Avaliação das mudanças de uso do solo na bacia hidrográfica do rio manso – MT – Brasil.** Anais xv Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE. p. 6081-6088.

LEPSCH, I.F.; BELINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C.R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: SBCS, 1983. 175p.

LIMA, J. E. F. W.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. de A.; KOIDE, S. **Comparative hydrology: relationships among physical characteristics, hydrological behavior and results of the SWAT model in different regions of Brazil.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 6, p. 1187-1195, 2014.

LIN, W.; CHOU, W.; LIN, C.; HUANG, P.; TSAI, J. **Automated suitable drainage network extraction from digital elevation models in Taiwan's up stream watersheds.** Hydrological Processes, v. 20, p. 289–306, 2006.

LOPES, F. C. A. **Uso de atributo topográfico para estabelecer relação topografia-vazão na bacia do Altíssimo rio Negro, PR/SC.** Revista Geonorte, edição especial, v.3, n.4, p. 1320-1331, 2012.

FAO. 2011. The State of the world's Land and Water Resources for Food and Agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and London, Earthscan

FERRANTE, J. E. T.; NETTO, P. B. Hidrografia. In: FONSECA, F. O. **Olhares sobre o Lago Paranoá.** Brasília: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos hídricos, 2000.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto.** Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Brasília - DF, 2005.

FREITAS, D. A. F.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; CURTI, N. **Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente.** Revista Ciência Agronômica, v. 43, p. 417-428, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902012000300002&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902012000300002&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)>. Acesso em: 27 Ago. 2017.

MENDES, B. C.; GOMES, R. A. T.; MATRICARDI, E. A. T. ; FARIAS, M. F. R. ; CARVALHO JUNIOR, O. A. ; GUIMARAES, R. F. **Análise do uso e ocupação da terra, Fragmentação Florestal e Áreas de Preservação Permanente no Município de Cerro Azul - PR.** Espaço e Geografia (UnB), v. 17, p. 235-253, 2014.

MENESES, P. R.; ALEMIDA, T. de. **Introdução ao Processamento de Imagens em Sensoriamento Remoto.** Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>. Acesso em 13 de Novembro de 2017.

MORAES, J. F. L.; CARVALHO, J. P.; CARLSTROM, F.; Alfredo A.; ADAMI, S. F. Caracterização e Evolução do Uso das Terras na Sub-bacia Tietê Cabeceiras. 2004

MOORE, I. D., GRAYSON, R. B., AND LADSON, A. R.: **Digital terrain modeling – a review of hydrological, geomorphological, and biological applications**, Hydrol. Process., 5, 3–30, 1991.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G.A. DA; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, Estados Unidos, v.403, n. 6772, p. 853-858, Jan. 2000.

NARDINI, R. C.; CAMPOS, S.; RIBEIRO, F. L.; GOMES, L. N.; FELIPE, A. C.; CAMPOS, M. **AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE CONFLITO DE USO EM APP DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO MORRO GRANDE**. Caminhos de Geografia, [S.l.], v. 16, n. 55, out. 2015. ISSN 1678-6343. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/26353>>. Acesso em: 27 nov. 2017

NETTO, I. T. P. Qualidade física e química de um latossolo vermelho amarelo sob pastagens com diferentes períodos de uso. Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2008. 67p. Dissertação de Mestrado

NUNES, J. F. **O Modelo LUCIS e o Planejamento Territorial da Bacia do Alto Rio Descoberto**. Dissertação Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. Brasília, 2014.

NUNES, J.F.; ROIG, H.L. 2015. **Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto Descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa**. Revista Árvore, 39.

OLIVEIRA, A. H.; NETO, G. K.; PEREIRA, S. Y. **Análise do Relevo para o mapeamento de áreas favoráveis ao processo de infiltração**. XIX Congresso brasileiro de águas subterrâneas, 2017.

PADOVESI-FONSECA, C. **Caracterização dos ecossistemas aquáticos do cerrado**. In: SCARIOT, J. C.; SOUSA-SILVA, J. M.; FELFILI, J. (Orgs). Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 422-425.

PANACHUKI, E.; ALVES SOBRINHO, T.; VITORINO, A.C.T.; CARVALHO, D.F & URCHEI, M.A. Avaliação da infiltração de água no solo, em sistema de integração agricultura-pecuária, com uso de infiltrômetro de aspersão portátil. Acta Sci. Agron., 28:129-137, 2006.

PEI, T.; QIN, C.; ZHU, A.; YANG, L.; LUO, M.; LI, B. & ZHOU, C. **Mapping soil organic matter using the topographic wetness index**: A comparative study based on different flow- direction algorithms and kriging methods. *Ecological Indicators*, 10:610-619, 2010.

PIRES, J.S.R. **Análise Ambiental voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente Rural**: Abordagem Metodológica Aplicada ao Município de Luiz Antônio - SP. (Tese de Doutorado), PPG-ERN, UFSCar, 1995.

PIRES, J. S. R.; DOS SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. **A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais**. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (edit). *Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações*. Ilhéus, Ba: Editus, 2002.

PRADO, R. B. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de barra bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos**. 2004. 195 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

PRATES, V; SOUZA, L C. P.; OLIVEIRA JUNIOR, J. C. **Índices para a representação da paisagem como apoio para levantamento pedológico em ambiente de geoprocessamento**. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Campina Grande, v. 16, n. 4, Apr. 2012 .

QUEIROZ, A.T.; BARBOSA, G.R.; ZANZARINI, R.M.; ALBINO, K.A.; MENDES, P.C. **Caracterização da distribuição pluviométrica do Rio Tijuco**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, 2009. Viçosa. Anais.

REGO, L. F. S. M.; LIMA, F. M.; Neumann, M. R. B. **Uso da cobertura vegetal e índices topográficos como subsídio para o mapeamento digital de solos, no Distrito Federal**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013.

SANO, E.E.; DAMBRÓS, L.A.; OLIVEIRA G.C.; BRITES, R.S. **Padrões de cobertura de solos do Estado de Goiás**. In: Ferreira Júnior, L. G. (Eds.) *Conservação da biodiversidade e sustentabilidade ambiental em Goiás: prioridades, estratégias e perspectivas*. Goiânia: UFG, 2006. p.76–93.

SANO, E. E. et al. **Mapeamento semi detalhado do uso da terra do Bioma Cerrado**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 1, p.153-156, jan. 2008.

SHIKI, S. **Sistema agroalimentar nos cerrados brasileiros: caminhando para o Caos?** In: SHIKI, S., GRAZIANO DA SILVA, J. e ORTEGA, A. C. (org.) *Agricultura*,

meio ambiente e sustentabilidade do cerrado brasileiro. Uberlândia: EDUFU, 1997, p.135-167.

SILVA, I. R. O. **Aplicação do método de cargas máximas totais diárias de nutrientes na bacia do córrego Rodeador – DF**. Tese. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

SILVA, L. L. **O papel do estado no processo de ocupação das áreas de cerrado entre as décadas de 60 e 80**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v.1, n.2, p. 24-36, dez 2000.

SORENSEN, R.; ZINKO, U.; SEIBERT, J. (2006). On the calculation of the topographic wetness index: **evaluation of diferente methods based on field observations**. Hydrology and Earth System Sciences, v. 10, p. 101-112, 2006

SPERA, S. T.; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; CARDOSO, E. A.; CARVALHO Jr., O. A.; GUIMARÃES, R.; FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V. **Aptidão agrícola das Terras da bacia do Alto curso do Rio Descoberto. DF/ GO** escala de 1:100.000. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/853990/aptidao-agricola-das-terras-da-bacia-do-alto-curso-do-rio-descoberto-dfgo-escala-de-1100000>>. Acesso em: 27 Ago. 2017.

TEIXEIRA, A. et al. Qual a melhor definição de SIG. Revista FATOR GIS. n 11, 1995

TEZA, C. T. V. (2008). Bacia Hidrográfica do Alto do Descoberto: as influências da ocupação e uso na disponibilidade hídrica para abastecimento publico. Universidade Catolica de Brasilia.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Rios. In: Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008

VALÉRIO FILHO, M. 1994. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de bacias hidrográficas, Páginas 223-242 in V.P. Pereira, M.E. Ferreira, M.C.P. Cruz (editores), Solos altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal.

VENTUROLI F, VENTUROLI S, BORGES JD, CASTRO DS, SOUSA DM, MONTEIRO MM ET AL. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no Distrito Federal. Bioscience Journal 2013; 29(1): 143-151.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. 588p.

ZINKO, U., SEIBERT, J., DYNESIUS, M., AND NILSSON, C.: **Plant species numbers predicted by a topography based ground water-flow index**, *Ecosystems*, 8, 430–441, 2005.













