

ALTERAÇÕES NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E OS IMPACTOS NAS VAZÕES DE BACIAS HIDROGRÁFICAS AGRÍCOLAS AFLUENTES AO RESERVATÓRIO DO DESCOBERTO (DF/GO)

CHANGES IN LAND USE AND OCCUPATION AND IMPACTS ON FLOWS OF AGRICULTURAL TRIBUTARIES WATERSHEDS OF THE DESCOBERTO'S RESERVOIR IN BRAZIL

Priscilla Regina da SILVA, Ricardo Tezini MINOTI

Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília – DF. E-mails: pri.ambiente@gmail.com; rtminoti@unb.br

Introdução
Área de estudo
Metodologia
 Dados de uso do solo
 Perfil de uso agrícola
 Dados hidrológicos
 Geoprocessamento de imagens e vetorização de feições
Resultados e discussões
 Evolução do uso e ocupação do solo
 Tendências e correlação do uso do solo com o regime de vazões
Conclusões
Referências

RESUMO - O uso de técnicas de geoprocessamento para o mapeamento do uso do solo é um instrumento determinante para a compreensão da evolução da ocupação antrópica e do comportamento hídrico de bacias hidrográficas. Este estudo teve como objetivo analisar as mudanças de uso do solo em bacias hidrográficas afluentes e contribuintes do reservatório do Descoberto, principal manancial de abastecimento humano do Distrito Federal, correlacionando o uso com os impactos das alterações nas vazões de saída das bacias. Foram construídos cenários de uso do solo dos anos 1964, 1980, 2009 e 2019 com apoio de imagens aerofotogramétricas e de satélites em ambiente SIG para as bacias hidrográficas do córrego Capão Comprido e do ribeirão Rodeador. A evolução do uso e ocupação do solo nas duas bacias hidrográficas mostraram resultados semelhantes em todos os cenários retratados, o que indica a homogeneidade da utilização da região a montante do manancial. Observou-se a tendência de diminuição de áreas de vegetação nativa e crescimento do uso agropecuário nos três primeiros períodos e a estabilidade dessa cobertura entre os anos 2009 e 2019. Constatou-se aumento de áreas de infraestruturas indicativas de parcelamento e urbanização. Os resultados da análise integrada evidenciaram um impacto elevado, desde 1964, na disponibilidade hídrica quantitativa afluyente.

Palavras-chave: Uso e ocupação do solo. SIG. Cenalização.

ABSTRACT - Geoprocessing techniques for mapping land use are a crucial instrument for understanding the evolution of occupation and water behavior of watersheds. This study aimed to analyze the changes in land use in affluent watersheds of the Descoberto reservoir, the main source of human supply in the Federal District- Brazil, correlating use with the impacts of changes in the watersheds' outflows streams. Scenarios for the years 1964, 1980, 2009, and 2019 were built with the support of aerophotogrammetric and satellite images in GIS software for Capão Comprido and Rodeador watersheds. Land use and occupation evolution in both watersheds showed similar results in all scenarios, which indicates the homogeneity of use in the upstream Descoberto reservoir region. There was a trend of decreasing areas of native vegetation and growth of agricultural use in the first three periods and the stability of this coverage between the years 2009 and 2019. There was an increase in infrastructure areas that are indicative of irregular parceling land and urbanization. The integrated analysis results showed a high impact, since 1964, on tributary quantitative water availability.

Keywords: Land use and occupation. GIS. Scenarios.

INTRODUÇÃO

O mapeamento do uso e ocupação do solo é uma etapa essencial para o entendimento de padrões ambientais, visto que a utilização inadequada do solo ocasiona impactos diretos ao meio ambiente, como a impermeabilização do solo, a poluição de corpos hídricos, a alteração nas vazões e balanço hídrico de bacias hidrográficas, a incidência de erosões, a exploração imprópria de recursos naturais, o desmatamento e até mesmo a emissão de gases de efeito estufa (Assis

et al., 2014; Trindade et al., 2021).

A análise das mudanças do uso do solo tem sido facilitada pela utilização de técnicas de geoprocessamento, dentre elas a utilização de imagens provenientes de sensores remotos que possibilitam a visão geral da paisagem de maneira mais rápida, inclusive de áreas de acesso mais restrito e de grande porte (Mendonça-Santos et al., 2003). Por meio de processamento de imagens aéreas e de satélites em ambientes SIG -

Sistema de Informações Geográficas - torna-se possível caracterizar e vetorizar feições, identificar seus usos preponderantes e até visualizar problemas ambientais, bem como auxiliar na adequação ambiental do território, a partir da delimitação de unidades de conservação, áreas protegidas, áreas de transbordos, determinação de declividade, modificação da paisagem entre outros (Farias et al., 2021).

Dados devidamente processados podem ser empregados como base para estudos hidrológicos e para a compreensão da dinâmica dos fenômenos físicos decorrentes de situações adversas ao ambiente.

Parte dessas situações, relacionadas às alterações nos usos do solo das bacias hidrográficas, podem ocasionar impactos localizados e, também, cumulativos, associados às alterações nas paisagens, e que podem ser avaliados pelos efeitos nos recursos hídricos, como modificações no escoamento superficial e o aporte de sedimentos (França et al., 2021; Santos et al., 2010; Venzela et al., 2010).

Além do uso de geotecnologias para analisar, de maneira integrada, o território de bacias hidrográficas, a construção de cenários tem sido utilizada como ferramenta estratégica para análises

prospectivas de sistemas (Xavier & Silva, 2018; Preis et al., 2021). O diagnóstico e averiguação de cenários de uso e levantamento de tendências em uma bacia hidrográfica contribuem na compreensão de seu comportamento e possibilitam pressupor situações e efeitos quali quantitativos futuros (Oliveira et al., 2021). Dessa maneira, favorece-se o planejamento de ações e as tomadas de decisões de gestores, de forma a buscar antecipações de episódios prováveis de conflitos e de eventos com potencial de impactar diretamente na qualidade e quantidade de água disponível (Cortez, 2007).

Neste contexto, este estudo teve como objetivo identificar o perfil de uso e analisar as mudanças de uso do solo em bacias hidrográficas afluentes e contribuintes do reservatório do Descoberto, principal manancial de abastecimento humano do Distrito Federal, a partir da construção de cenários fundamentados em momentos históricos da região, sendo eles o início da colonização da região (1964), a inauguração do reservatório do Descoberto (1980), a consolidação de série hídrica histórica e de estudos hidrológicos (2009) e o uso atual do solo (2019), correlacionando o uso com os impactos das alterações nas vazões de saída das bacias hidrográficas.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do reservatório do Descoberto encontra-se na região noroeste do Distrito Federal e ocupa também áreas no território do estado de Goiás.

Atualmente, o reservatório é o principal responsável pelo abastecimento público do DF, atendendo aproximadamente 60% da população. A região tem como finalidade além do abastecimento de água, a de preservação ambiental e também de produção agropecuária para abastecimento do mercado local.

A bacia é protegida pela Área de Proteção Ambiental - APA - do Rio Descoberto, unidade de conservação de uso sustentável que foi criada visando assegurar condições ecológicas satisfatórias às represas da região. A APA dispõe de zoneamento específico, que pode restringir atividades de alto potencial poluidor e limitar o tamanho de parcelas rurais na região, dependendo de sua localização (ICMBIO, 2014).

O uso do solo é predominantemente rural, sendo dominante o cultivo de hortifrutigranjeiros, principalmente a olericultura, com a produção de hortaliças folhosas e caixarias. Expressiva parte

dos produtores rurais são classificados como agricultores familiares, classificação dada aqueles que residem na pequena propriedade rural, possuem mão de obra essencialmente familiar e têm a propriedade rural como principal fonte de sustento.

A região atravessou eventos críticos durante os anos de 2016 a 2018, período que ficou conhecido como “Crise Hídrica” no Distrito Federal, devido às baixas vazões disponíveis nos cursos de água e, conseqüentemente, aumento do conflito do uso da água entre agricultura e abastecimento humano. Ações de alocação de água tiveram que ser realizadas, o que resultou na restrição e diminuição no valor de vazões outorgadas e também na limitação de horários de captação de água e do uso do recurso na agricultura, o que impactou diretamente na socioeconomia dos agricultores (Adasa et. al, 2018).

As bacias hidrográficas do córrego Capão Comprido e do ribeirão Rodeador (Figura 1), localizadas no território do DF, são afluentes e contribuintes do reservatório do Descoberto, sendo assim componentes importantes da bacia hidrográfica afluente ao Reservatório. Possuem

dimensões de áreas de drenagem díspares, a bacia hidrográfica do córrego Capão Comprido possui 16,70 km², contudo a bacia hidrográfica

do ribeirão Rodeador detém dimensões superiores, contando com 113 km² de área de drenagem.

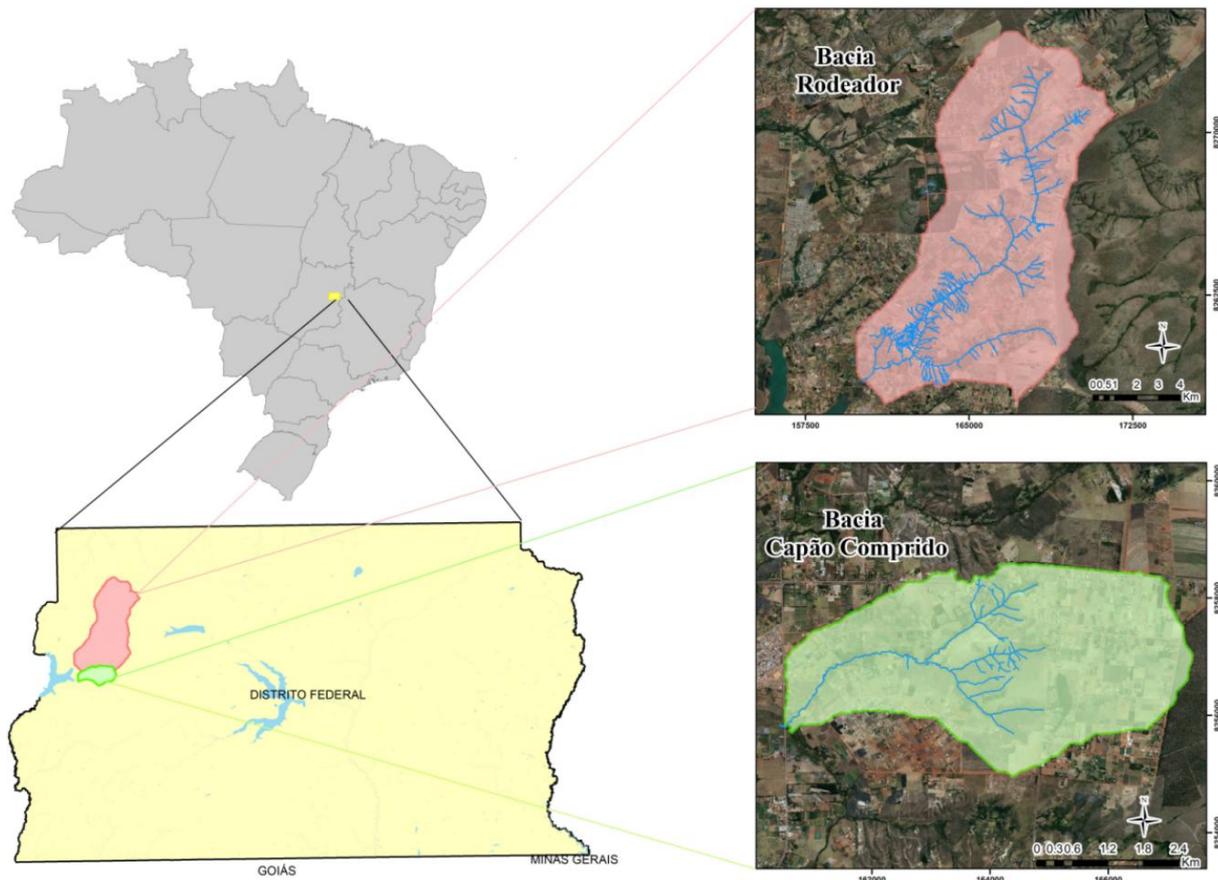


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas do ribeirão Rodeador e do córrego Capão Comprido em relação ao DF e ao Brasil.

METODOLOGIA

Dados de uso de solo

Para a análise do uso do solo, construiu-se quatro cenários, fundamentados sobretudo no histórico da região. Entretanto adaptou-se os períodos considerando a disponibilidade de imagens aerofotogramétricas ou de satélites existentes, apresentados posteriormente. A figura 2 apresenta uma síntese dos cenários, os principais episódios históricos e a data das imagens usadas como base para construção do mapa de

uso do solo.

O cenário 1 - ano de 1964 - tem como acontecimento principal a criação de Brasília e o início da colonização da Região Administrativa de Brazlândia no Distrito Federal. Durante essa década o Inbra iniciou a implantação do Projeto Integrado de Colonização Alexandre Gusmão (PICAG) na região, o qual visava o estabelecimento de um cinturão verde para abastecimento da nova capital.

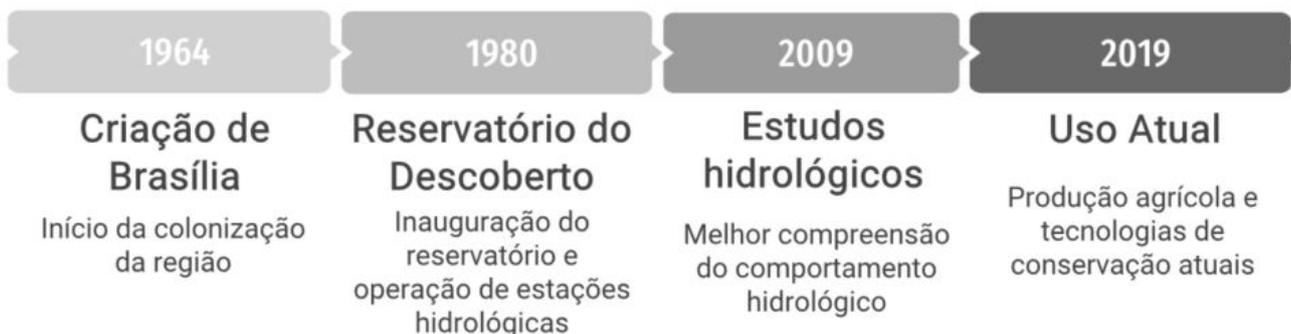


Figura 2 - Linha do tempo dos quatro cenários escolhidos.

O cenário 2 - ano de 1980 - compreende um período referente aos primeiros anos da instalação do reservatório do Descoberto, em que a região já contava com 4 estações pluviométricas e 2 fluviométricas.

O cenário 3 - ano de 2009 - abrange um período em que a série histórica já contava com intervalo de dados considerável e um relevante número de estudos hidrológicos nas bacias.

O cenário 4 - ano 2019 - remete ao uso atual do solo, com as produções agropecuárias e técnicas de produção existentes. Escolheu-se o ano de 2019, pois considerou-se que esse representava de forma mais adequada as atividades rurais atuais, visto que foi um ano em que a região já se recuperava do momento de “Crise Hídrica” e precedente à pandemia de Coronavírus, eventos que impactaram diretamente na produção agropecuária da região.

A divisão em classes de uso e as informações relacionadas ao uso e ocupação do solo dos cenários 1 e 2 foram provenientes de entrevistas realizadas com agricultores e extensionistas rurais que dispõem do conhecimento histórico da região.

Já as informações voltadas para os cenários mais atuais (3 e 4) tiveram como fonte principal

os dados agropecuários provenientes de relatórios anuais da Emater-DF, os quais apresentam as informações agropecuárias ramificadas em Regiões Administrativas do DF (Emater-DF, 2008, 2020).

Perfil do uso agrícola

Os relatórios agropecuários da Emater-DF provenientes dos últimos 10 anos (2011 a 2020) revelam que a região possui como principais classes de cultivo as Grandes Culturas, a Fruticultura e a Olericultura, sendo essa última a responsável pela maior parte da produção agrícola em área plantada, como pode ser observado nos gráficos da figura 3.

Observa-se que o perfil agrícola da região não se difere no passar dos anos, sendo a Olericultura a principal atividade, contudo verifica-se o crescimento da área plantada referente à Fruticultura e a diminuição da área de cultivo de Grandes Culturas. A figura 4 apresenta a área, em hectares plantados, da produção agrícola de cada classe de cultivo no período. Porém, é importante ressaltar que a área contabilizada se refere ao somatório de área plantada por tipo de cultura no ano, podendo essa se sobrepor, no caso de plantios consecutivos, no mesmo talhão da propriedade.

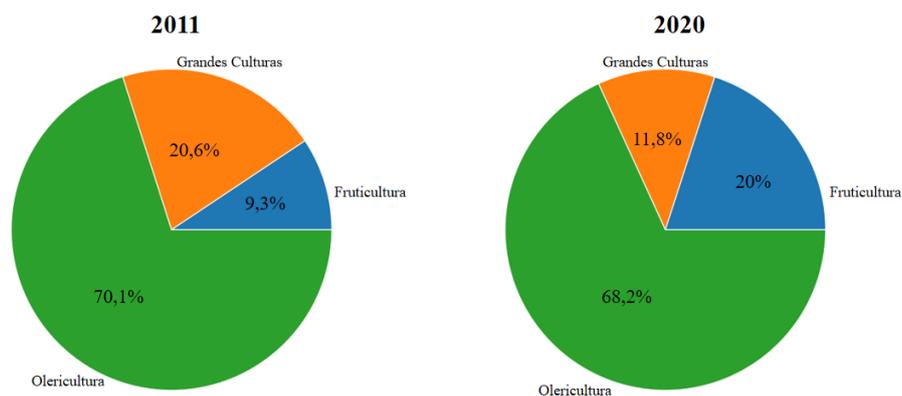


Figura 3 - Comparação de porcentagem de área plantada (2011 e 2020) por classe de cultivo na Região Administrativa de Brazlândia. (Fonte de dados: Emater-DF)

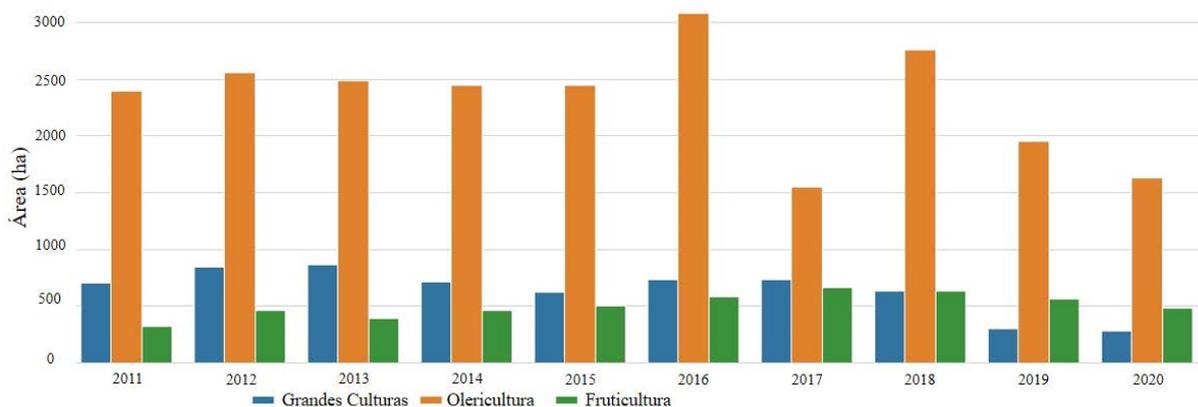


Figura 4 - Produção agrícola (ha) na RA de Brazlândia de 2011 a 2020. (Fonte de dados: Emater-DF)

Observou-se que a maior produção de olerícolas aconteceu no ano de 2016 (3.084,21 ha) e a menor produção se deu no ano de 2017 (1.544,96 ha). Pressupõe-se que essa diminuição foi um dos efeitos do período de “Crise Hídrica” que ocorreu na região, que culminou na limitação das vazões de captações outorgadas em até 75% e só podendo ocorrer em horários pré-definidos, resultando na perda de produção e desistência de áreas a serem plantadas.

O ano de 2020 apresentou a segunda menor taxa anual de área plantada de olerícolas (1.625,39 ha), o que se relaciona aos efeitos da pandemia de Coronavírus, pois as ações preventivas de confinamento da população interferiram na produção e comercialização dos produtos, por meio de fechamento de feiras e restaurantes, e também pela suspensão de programas de governo que adquirem alimentos para distribuição em escolas públicas. A área plantada de Grandes Culturas diminuiu em comparação às outras classes, tendo seu pico no ano de 2013 (867 ha) e seu menor valor no ano de 2019 (302,9 ha) e 2020 (281,9 ha), o que contrasta com o aumento da área de Fruticultura no decorrer do tempo, tendo seu índice mais elevado em 2017 (661 ha). Contudo, os anos de 2018 a 2020 têm indicado a diminuição da área de fruticultura na região.

Dados hidrológicos

Os dados hidrológicos utilizados referem-se à vazão do exutório dos cursos d’água córrego Capão Comprido e ribeirão Rodeador e suas séries históricas, provenientes de estações de monitoramento de dados fluviométricos, dados obtidos no Portal Hidroweb da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e também pelo envio de informações da Escola Corporativa da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

O painel interativo da Rede de Monitoramento de Águas Superficiais (RMSP) da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do DF (Adasa) e o portal Hidroweb mostram que a bacia do Rodeador possui 9 estações de monitoramento de dados fluviométricos, sendo que apenas uma com série histórica superior a 20 anos (exutório da bacia). No que tange à bacia do Capão Comprido, esta conta com apenas uma estação de monitoramento superficial.

Tais informações foram utilizadas de forma a observar e correlacionar o regime de vazão dos anos de referência dos cenários com o uso do solo do mesmo período.

Geoprocessamento de imagens e vetorização de feições

Para a construção de mapas de uso do solo alusivo a cada cenário proposto utilizou-se fotos aéreas e imagens de satélites. No que tange aos cenários 1 e 2, utilizou-se de arquivos WMS de imagens aéreas dos anos 1964 e 1980 originárias do Serviço Geográfico do Exército, adquiridas pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (Codeplan) e mosaicadas pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH). Tais imagens estão disponibilizadas no GeoPortal oficial do DF, e contam com escala de 1:60.000 para a imagem 1964 e 1:30.000 para a 1984. Ressalta-se que, devido às imagens serem oriundas de fotos áreas daquele período, essas são apresentadas em escalas de cinza, o que dificulta a identificação visual de feições.

Quanto ao Cenário 3, esse foi construído a partir de imagem aérea ortoretificada do ano de 2009, também proveniente da Codeplan, a qual possui aproximadamente 20 cm de resolução espacial.

No que se refere ao Cenário 4, recorreu-se a dois recursos diferentes, sendo o primeiro a utilização de imagem datada de 2019 originária do *World Imagery Wayback* com resolução espacial de aproximadamente 30 cm. Essa imagem é disponibilizada, via link WMTS, pela empresa americana ESRI, porém observou-se a influência de sombras de nuvens em fragmentos, o que impedia a visualização de certas feições. Assim, optou-se por utilizar também imagens oriundas do satélite CBERS-4A de data aproximada, para apoiar a vetorização das feições. A imagem CBERS-4A passou por fusão das bandas RGB (verdadeira cor) de sua câmera imageadora de alta resolução (CCD) com sua banda pancromática (HRC), o que alterou sua resolução espacial original de 8 metros para 2 metros. A diferença da qualidade das imagens base de cada cenário pode ser observada na figura 5, a qual ilustra cada imagem utilizada com corte na região referente à porção da APA do Descoberto pertencente ao Distrito Federal.

Inicialmente, buscou-se a classificação automática das imagens, porém a mesma não foi possível devido a impossibilidade de acesso às imagens originais com suas bandas espectrais e somente a sua composição colorida através de seu link WMS de acesso. Assim, realizou-se a vetorização de feições por meio de verificação visual.

Realizou-se todo o processo de vetorização e a composição de dados georreferenciados no ambiente do software QGIS, em sua versão 3.16 - Hannover e extensões existentes. A vetorização

realizada a partir da identificação visual de feições contou com escala fixa de edição em 1:3.500 para imagens 1964 e 1980 e em 1:3.000 para imagens 2009 e 2019.

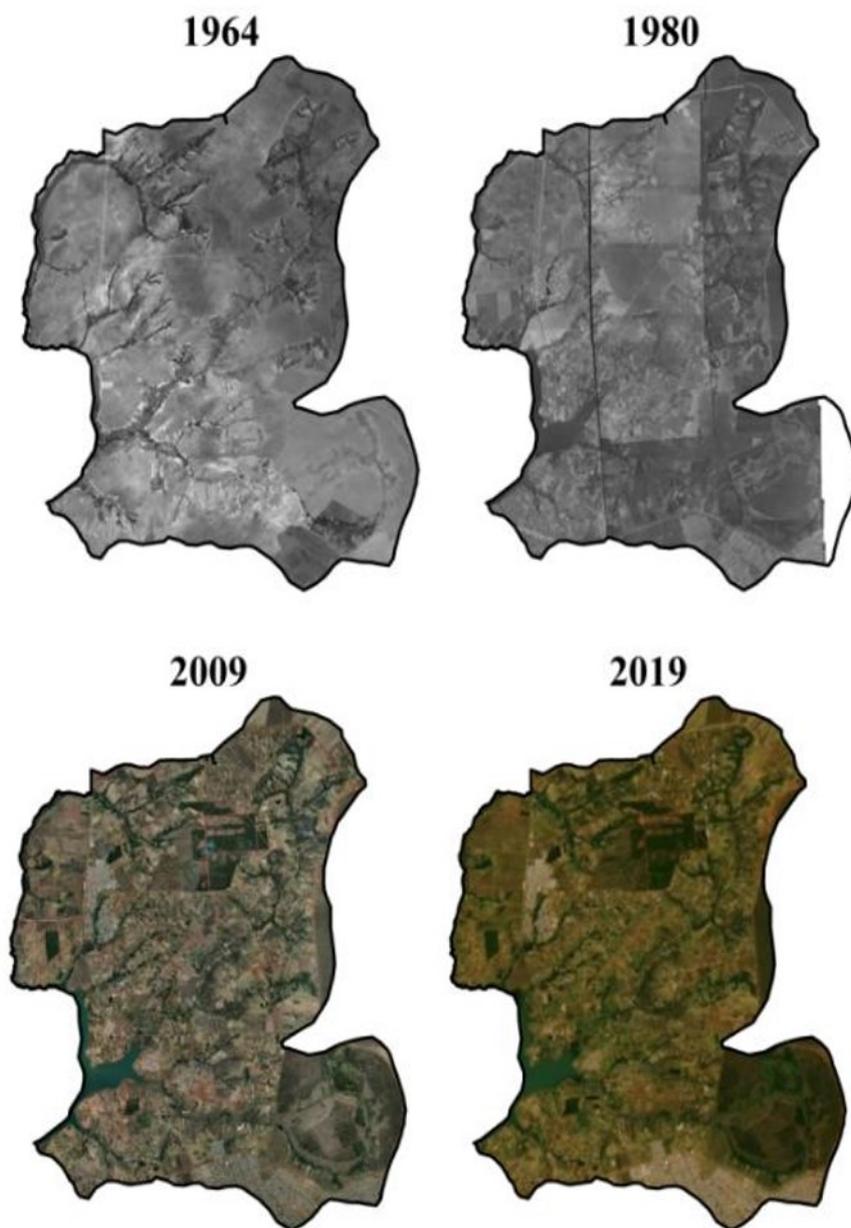


Figura 5 - Imagens utilizadas para vetorização, considerando a APA do Descoberto no DF. (Fontes citadas no Quadro 1)

Ressalta-se que foram realizadas oito visitas em campo (dez/2020 a jun/2021) para aprimoramento do diagnóstico do uso do solo, essencialmente para reconhecimento do território e conferência de feições, sobretudo das observadas

nos cenários 3 e 4, mais atuais.

A figura 6 apresenta a síntese das informações das imagens aéreas e de satélites, referentes a cada cenário, utilizadas como base para vetorização de uso do solo das bacias de estudo.

Cenário	Data da imagem	Tipo/Fonte
Cenário 1	Ano de 1964	Fotos aéreas Serviço Geográfico do Exército /GeoPortal
Cenário 2	Ano de 1980	Fotos aéreas Serviço Geográfico do Exército /GeoPortal
Cenário 3	Ano de 2009	Imagem aérea ortorretificada / Codeplan
Cenário 4	Dezembro de 2019	Imagem <i>World Imagery Wayback</i> (via WMS) / ESRI
	Agosto de 2020	Imagens de satélite CBERS-4A / INPE

Figura 6 - Informações de tipo, fonte e data da imagem utilizada para mapeamento de uso do solo.

A figura 7 expõe e caracteriza a divisão das classes de uso de solo estipuladas para cada cenário, baseadas pelas informações agropecuárias

obtidas pelos relatórios da Emater-DF e complementadas por entrevistas realizadas com técnicos da empresa.

	Classificação	Caracterização
Áreas Preservadas	Mata de Galeria	Vegetação nativa densa e perene localizada às margens de cursos d'água formando corredores. Formação florestal.
	Cerrado (Savana)	Vegetação nativa de densidade média a alta com incidência de árvores e arbustos, abrangendo principalmente as fitofisionomias: Cerrado Sentido Restrito e Cerrado Denso. Formação savânica.
	Cerrado (Campo)	Vegetação nativa de densidade baixa com a presença de estrato arbustivo-herbáceo, abrangendo principalmente as fitofisionomias: Campo Limpo e Campo Sujo. Formação campestre.
Uso antrópico - Agropecuária	Grandes Culturas	Cultivo de plantações de grande porte e em sistema de sequeiro. Geralmente abrange as monoculturas de milho, soja, feijão e café. Podem ou não possuir sistema de rotação.
	Fruticultura	Cultivo de frutíferas perenes, regularmente em sistemas irrigados.
	Olericultura	Cultivo de hortaliças folhosas, legumes, tubérculos, raízes e frutos em sistemas irrigados.
	Pastagem	Áreas de vegetação herbácea exótica. Utilizada para alimentação animal, contudo inclui-se aqui também pastagens degradadas e abandonadas ou áreas onde ocorreu a invasão de herbáceas exóticas.
	Silvicultura	Cultivo florestal de eucalipto e pinus.
Uso antrópico - Infraestrutura	Água (reservatórios)	Reservatórios de água ou tanques de peixes. Podem ser escavados ou impermeabilizados.
	Estradas não pavimentadas	Vias principais e vicinais que não possuem pavimento asfáltico.
	Estradas pavimentadas	Vias principais e vicinais que possuem pavimento asfáltico.
	Agrovila/ Benfeitorias	Áreas impermeabilizadas ou compactadas referente às infraestruturas de moradias, galpões de apoio, entre outros. Também identificado aqui parcelas referentes a quintais compactados.
	Solo Exposto	Áreas de retirada de camadas significativas do perfil de solo, impedindo sua regeneração natural.

Figura 7 – Caracterização das classes de uso do solo escolhidas, identificadas e vetorizadas no ambiente do software QGIS.

Já a figura 8 (a até c) exibe a visualização de cada feição na escala estabelecida no QGIS para

a vetorização, podendo ser notada a assimetria na qualidade das imagens.

Imagens - Cenários 1 a 4				
	Cenário 1- 1964	Cenário 2 - 1980	Cenário 3 -2009	Cenário 4 - 2019
Mata de Galeria				
Cerrado (Savana)				

Figura 8a - Identificação visual para vetorização em software de SIG de uso do solo das bacias de estudo nos cenários propostos a partir de imagens aéreas e de satélites.

Imagens - Cenários 1 a 4				
	Cenário 1- 1964	Cenário 2 - 1980	Cenário 3 -2009	Cenário 4 - 2019
Cerrado (Campo)				
Grandes Culturas				
Fruticultura				
Olericultura				
Pastagem				
Silvicultura				

Figura 8b - Identificação visual para vetorização em software de SIG de uso do solo das bacias de estudo nos cenários propostos a partir de imagens aéreas e de satélites.

Imagens - Cenários 1 a 4				
	Cenário 1- 1964	Cenário 2 - 1980	Cenário 3 -2009	Cenário 4 - 2019
Água (reservatórios)				
Estradas não pavimentadas				
Estradas pavimentadas				
Agrovia/ Benfeitorias				
Solo Exposto				

Figura 8c – Identificação visual para vetorização em software de SIG de uso do solo das bacias de estudo nos cenários propostos a partir de imagens aéreas e de satélites (continuação).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Evolução do uso e ocupação do solo

Uso do solo - bacia hidrográfica do córrego Capão Comprido.

A distribuição e evolução espacial e temporal do uso do solo da bacia hidrográfica do córrego Capão Comprido referentes aos anos 1964

(Cenário 1), 1980 (Cenário 2), 2009 (Cenário 3) e 2019 (Cenário 4) estão exibidos na tabela 1 e na figura 9.

O uso do solo referente ao ano de 1964 indica a alta incidência de áreas de vegetação nativa, decorrendo em mais de 90% de sua área, sendo

67% de cerrado senso restrito (savana) com a presença considerável de árvores e arbustos. As atividades agrícolas presentes consistiam basicamente no cultivo de grandes culturas,

como milho, cultivadas em sequeiro na época chuvosa e encontradas prioritariamente às margens do curso d'água, devido à qualidade do solo e acesso à água.

Tabela 1 - Área e porcentagem de cada cenário de uso do solo na bacia hidrográfica do córrego Capão Comprido (DF).

Uso do solo		1964		1980		2009		2019	
		Área (ha)	% da bacia						
1	Mata de Galeria	65.99	3.95	69.46	4.16	53.25	3.19	67.61	4.05
2	Cerrado (Savana)	1124.04	67.30	771.63	46.20	50.96	3.05	39.78	2.38
3	Cerrado (Campo)	355.71	21.30	179.59	10.75	372.48	22.30	360.95	21.61
4	Grandes Culturas	114.70	6.87	363.15	21.74	157.06	9.40	155.77	9.33
5	Fruticultura	-	-	21.99	1.32	87.46	5.24	96.25	5.76
6	Olericultura	-	-	145.16	8.69	448.45	26.85	290.39	17.38
7	Pastagem	-	-	23.10	1.38	278.37	16.67	329.52	19.74
8	Silvicultura	-	-	64.67	3.87	46.03	2.76	100.79	6.04
9	Água	-	-	0.62	0.04	5.57	0.33	8.00	0.48
10	Estrada não pavimentada	9.19	0.55	19.87	1.19	14.63	0.88	18.74	1.12
11	Estrada Pavimentada	-	-	2.10	0.13	8.14	0.49	8.72	0.52
12	Benfeitorias- Agrovila	0.45	0.03	8.74	0.53	139.64	8.36	186.36	11.16
13	Solo exposto	-	-	-	-	8.04	0.48	7.20	0.43

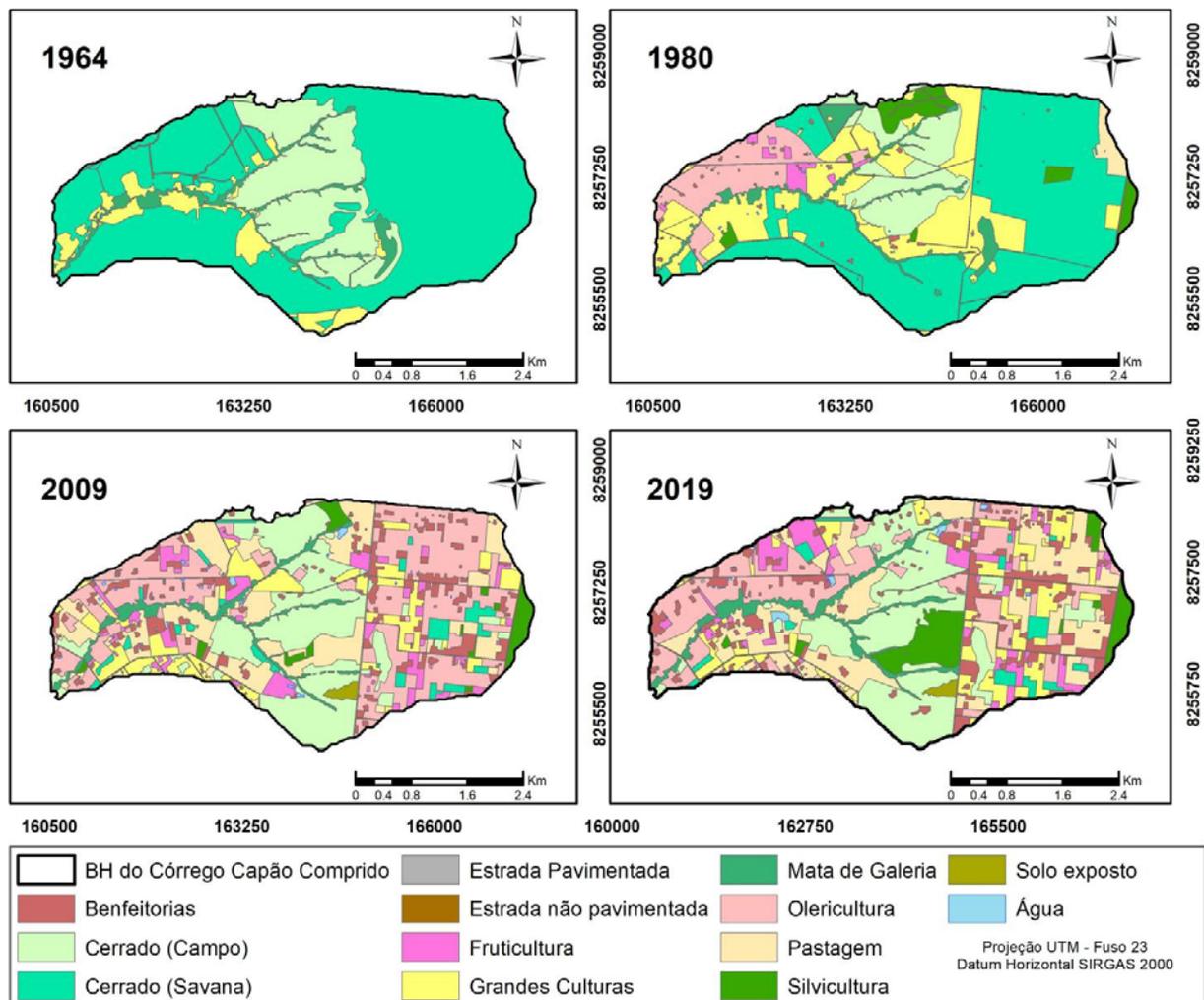


Figura 9 - Uso do solo dos anos 1964 / 1980 / 2009 / 2019 - Bacia Capão Comprido.

A criação de gado estava presente na área, contudo a formação de áreas de pastagem não era uma prática comum, sendo aproveitada a pastagem natural da própria vegetação do cerrado.

As áreas de benfeitorias não puderam ser observadas com nitidez, identificou-se apenas parcelas iniciais da agrovila do Incra 08 e também uma reduzida quantidade de estradas.

O ano de 1980 manifesta a consolidação da ocupação agrícola e o parcelamento do solo em propriedades individuais, sobretudo na região próxima ao curso d'água. Identifica-se novas classes de atividade, como a olericultura e a fruticultura, contudo o cultivo em sequeiro de grandes culturas continua mais evidente e em área mais abrangente, observa-se agora áreas de pastagens cultivadas e também manchas de silvicultura, sendo a mais significativa a área da ProFlora, que atualmente é a Floresta Nacional de Brasília.

Existe, ainda, parcela relevante de áreas de vegetação nativa, correspondendo a mais da metade da bacia, contudo cerca de 40% a menos do que a observada no cenário anterior. No que tange às benfeitorias, foi possível identificar a localização de quintais e moradias, bem como áreas de reservatórios de água. A extensão de estradas é superior e conta com algumas vias pavimentadas.

A mudança temporal de quase 30 anos entre o cenário 2 e 3 confirma o domínio e a expansão da atividade agropecuária da região, a qual agora apresenta um maior número de propriedades rurais, porém em menores extensões. A atividade predominante é a olericultura e é perceptível também a evolução da fruticultura.

Quanto às áreas de vegetação nativa, essas não atingem sequer 30% da extensão da bacia, sendo agora predominante a vegetação campestre, que geralmente é identificada em locais mais declivosos da bacia ou então resultante do raleamento de fitofisionomias de cerrado savana. A amplitude da feição benfeitoria, referente às moradias e quintais, alargou-se consideravelmente quando somadas, passando de 135 ha e correspondendo a mais de 8% da bacia, o número de reservatórios de água para apoio à produção irrigada também foi ampliado e parte das estradas foram pavimentadas.

Quanto ao último e mais recente cenário, observou-se a estabilização da extensão total de vegetação nativa, porém um leve aumento na extensão da mata de galeria, o que pode ser resultado das ações de conservação e recuperação de áreas de preservação permanente (APP)

presente na bacia desde o ano de 2010, dentre elas o Projeto Descoberto Coberto. Constatou-se um acréscimo de quase 3% da área total da bacia correspondente a “benfeitorias”, o que manifesta o crescimento do parcelamento e impermeabilização do solo. Observou-se um irrisório aumento de áreas de fruticultura e larga diminuição de áreas de olericultura, o que pode estar diretamente ligado às ações de controle da “Crise Hídrica” dos três anos anteriores e o receio dos produtores rurais no investimento em cultivos irrigados. A área de silvicultura presente na bacia dobrou em extensão e a área de pastagem também teve um crescimento considerável.

Uso do solo - bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador

As áreas totais divididas por classe de uso do solo em cada cenário referente à bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador podem ser observadas na tabela 2. Já a figura 10 exhibe visualmente a evolução e distribuição da ocupação territorial.

A vegetação nativa é predominante no cenário 1, incidindo em 80% da bacia, sendo dominante o cerrado campestre, como as fitofisionomias de Campo Limpo e Campo Sujo, prevalecendo a vegetação herbácea, a qual possivelmente era utilizada como pastagem natural para o gado. A atividade agrícola, assim como na bacia do Capão Comprido, baseava-se no cultivo de grandes culturas de sequeiro e localizada às margens dos cursos d'água.

Identifica-se uma capilaridade média de estradas, porém as mesmas possuíam percurso assimétrico, em virtude da impossibilidade de passagem em áreas naturais como declives e áreas de brejos e vereda.

O cenário 2, exhibe a intensificação das atividades antrópicas na bacia e o decréscimo da vegetação nativa, que passa para cerca de 50% da área total. Áreas para pastagem exótica foram abertas, a atividade agrícola principal continua sendo o cultivo de grandes culturas em sequeiro, contudo, a existência da atividade de fruticultura e olericultura já pode ser observada. Benfeitorias como casas e galpões já contabilizam mais de 62 hectares, o que demonstra a ocupação territorial mais acentuada e a presença de propriedades rurais de áreas menores. Diferente da bacia do Capão Comprido, o Rodeador ainda não possuía estradas pavimentadas neste período e grande parte das não pavimentadas continua apresentando percurso irregular.

Tabela 2 - Área e porcentagem de cada cenário de uso do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador (DF).

Uso do solo		1964		1980		2009		2019	
		Área (ha)	% da bacia						
1	Mata de Galeria	445.78	3.94	276.16	2.44	543.47	4.81	545.50	4.82
2	Cerrado (Savana)	2884.35	25.51	1484.21	13.13	1027.11	9.08	896.65	7.93
3	Cerrado (Campo)	6383.46	56.45	4327.98	38.27	1839.01	16.26	1805.13	15.96
4	Grandes Culturas	1498.78	13.25	1599.71	14.15	1740.83	15.39	1796.10	15.88
5	Fruticultura	-	-	177.74	1.57	453.00	4.01	514.38	4.55
6	Olericultura	-	-	1138.61	10.07	1646.63	14.56	1784.26	15.79
7	Pastagem	-	-	2092.45	18.50	2511.92	22.21	2602.00	23.01
8	Silvicultura	-	-	31.96	0.28	1072.61	9.49	787.30	6.96
9	Água	-	-	3.56	0.03	40.09	0.35	48.19	0.43
10	Estrada não pavimentada	95.98	0.85	113.43	1.00	101.64	0.90	107.87	0.95
11	Estrada Pavimentada	-	-	-	-	40.76	0.36	46.86	0.41
12	Benfeitorias	-	-	62.54	0.56	282.79	2.50	369.00	3.26
13	Solo exposto	-	-	-	-	8.49	0.08	5.11	0.05

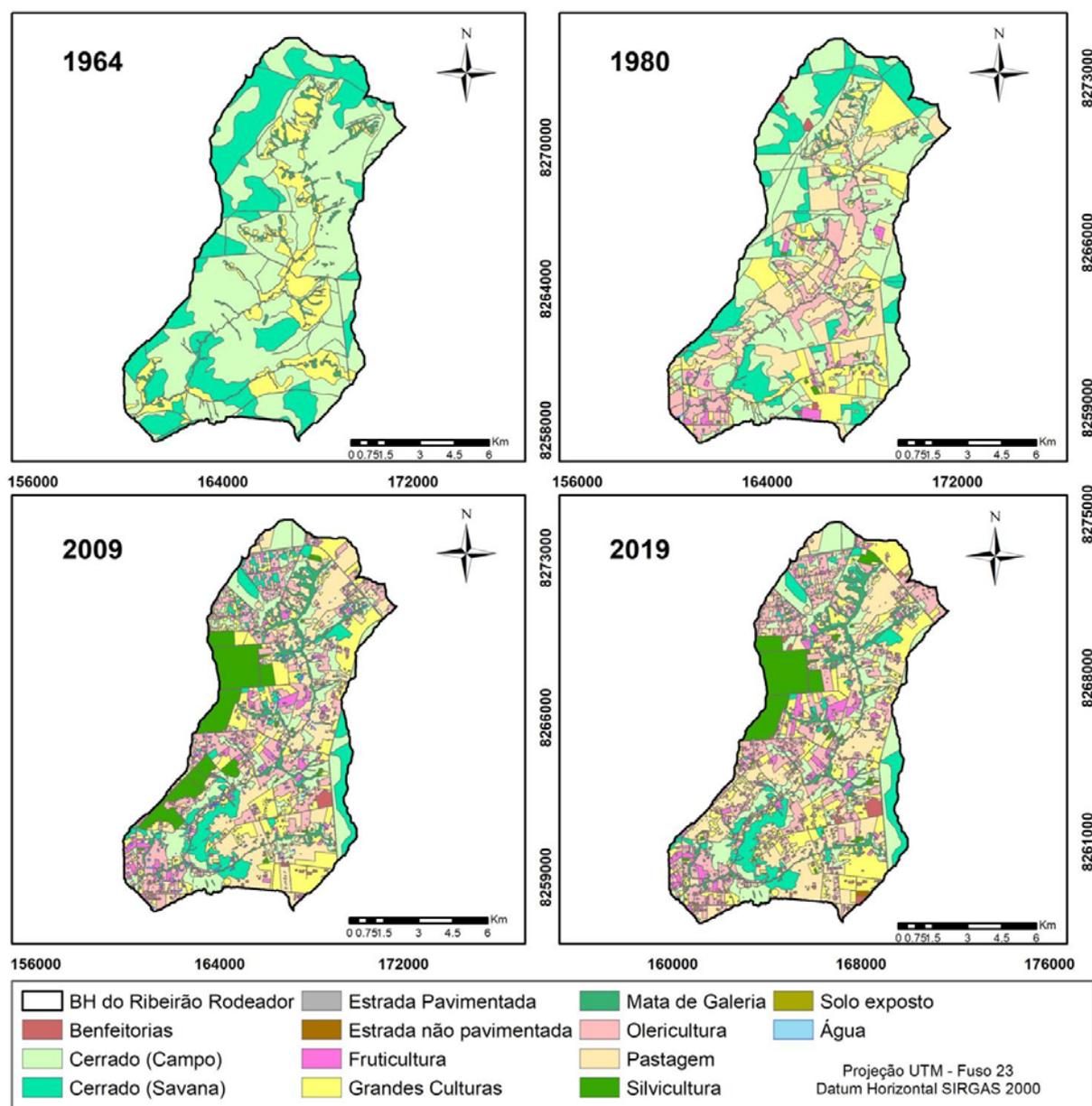


Figura 10- Uso do solo dos anos 1964 / 1980 / 2009 / 2019 - Bacia do Ribeirão Rodeador.

O cenário 3 apresenta a delimitação de novas propriedades rurais com áreas totais que vão de 5 a 10 hectares, como o caso do assentamento Betinho na parte noroeste da bacia que conta com mais de 200 chácaras. Duas grandes áreas de silvicultura ficam em evidência na bacia, sendo a maior referente à Floresta Nacional de Brasília e a menor referente a área de reserva legal de propriedades assentadas pelo Incra nos anos 80. Há o aumento acentuado da atividade de fruticultura, com o acréscimo de mais de 250 ha considerando o cenário anterior e também da atividade de olericultura, que totaliza mais de 1500 ha cultivados.

As áreas de vegetação nativa reduziram notavelmente, consistindo em 30% da bacia, entretanto observou-se o crescimento da vegetação florestal, principalmente da mata ripária. No que se refere às áreas de benfeitorias, é perceptível a amplificação do número de moradias, galpões e construções de apoio às atividades rurais, todavia, já é possível identificar na bacia um condomínio residencial com características de ocupação mais intensiva. Quanto às estradas rurais, esse cenário apresenta certas vias de acesso pavimentadas, porém a maioria ainda são estradas sem pavimentação asfáltica.

O cenário atual revela como principal tópico a ampliação do número de benfeitorias e o parcelamento do solo em pequenas propriedades, identifica-se ainda áreas de invasão e avanço da extensão dos condomínios residenciais. As atividades agropecuárias não apresentaram acréscimo significativo em suas áreas, mantendo-se as mesmas porcentagens de ocupação da bacia do cenário anterior, isso pode ter sido motivado pelas restrições de uso da água para a irrigação e

impedimento de obtenção de novas outorgas de água na região, ações que tiveram início no ano de 2016 e podem ter contribuído nessa estagnação. Referindo-se ainda a temática água, observa-se um elevado número de reservatórios escavados e lonados, totalizando mais de 40 hectares quando somados, os quais são utilizados para a irrigação de frutas e hortaliças.

Uma das áreas de silviculturas que eram evidentes no mapa do cenário anterior foi retirada e deu lugar a mais um assentamento de reforma agrária na região. As áreas de vegetação nativa não passaram por mudanças consideráveis em sua área total, o que pode ser reflexo da consciência ambiental de sua população.

Tendências e correlação do uso do solo com o regime de vazões

As figuras 11 a 14 exibem a evolução do uso do solo de forma global, considerando as classes de uso divididas em: áreas preservadas, uso antrópico - agropecuária e uso antrópico - infraestrutura, bem como as tendências apresentadas para cada classe de uso do solo em ambas bacias afluentes ao reservatório Descoberto.

A evolução do uso e ocupação do solo em ambas bacias hidrográficas contribuintes do reservatório do Descoberto (ribeirão Rodeador e córrego Capão Comprido) assemelham-se em todos os cenários retratados, mesmo sendo bacias de dimensões diferentes, o que indica a homogeneidade da utilização da região a montante do manancial, independente da diferenciação nas dimensões totais das bacias representadas.

É perceptível o crescimento acentuado da atividade agropecuária desde o ano 1964 até 2009, contudo também se observa uma estagnação da atividade nos últimos 10 anos, inclusive com decréscimo de cerca de 3% de área total na bacia

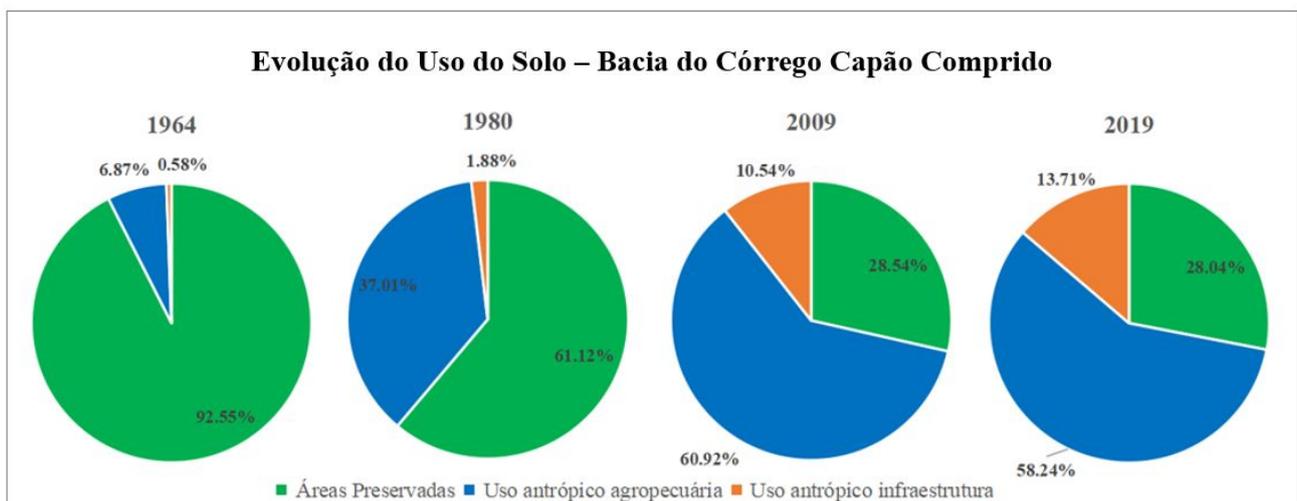


Figura 11 - Evolução do uso do solo na bacia hidrográfica do córrego Capão Comprido.

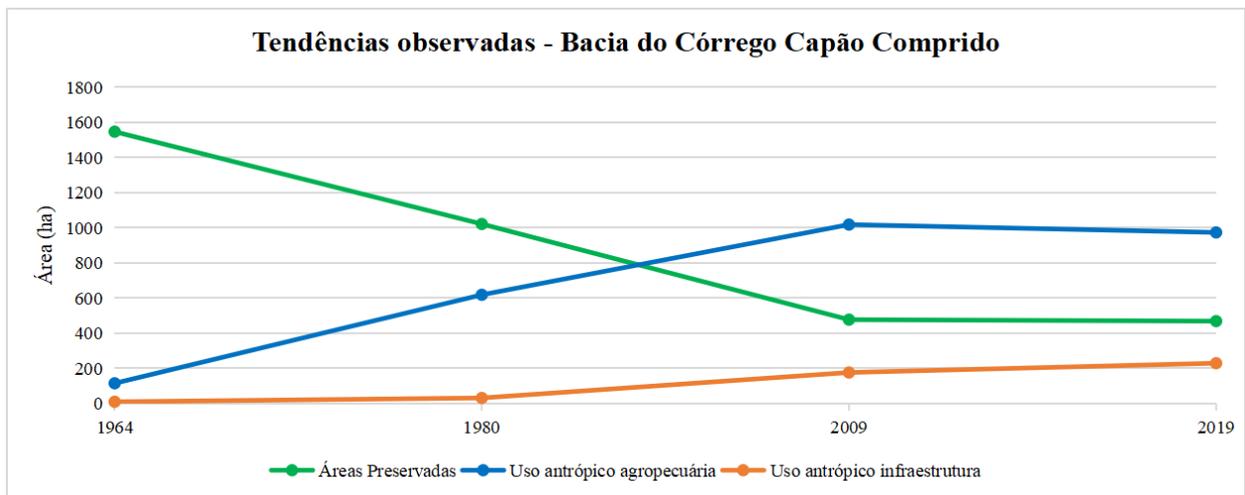


Figura12 - Gráfico de tendências de mudança de uso do solo na bacia hidrográfica do córrego Capão Comprido.

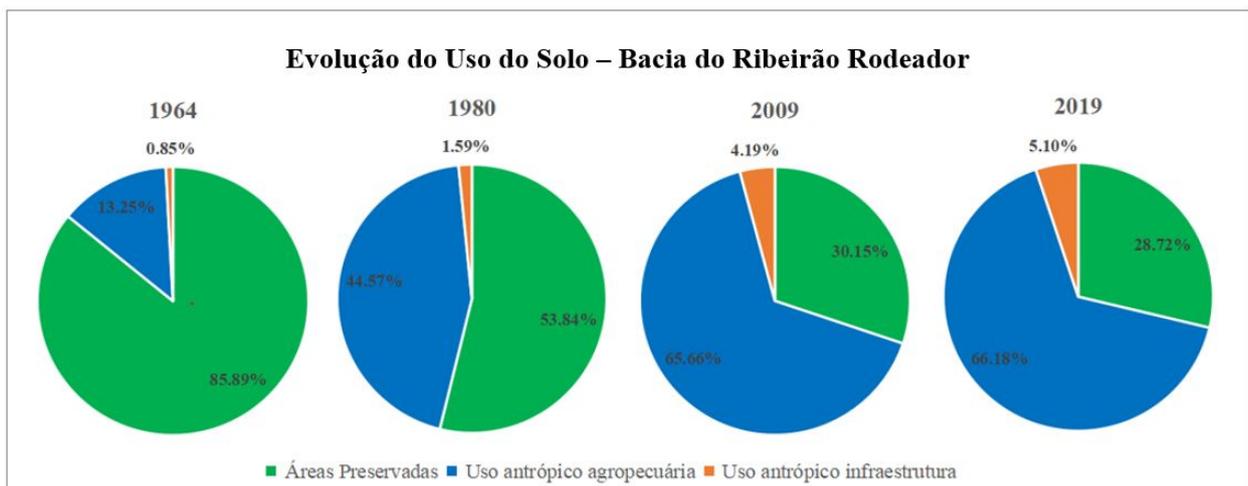


Figura 6 - Evolução do uso do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador.

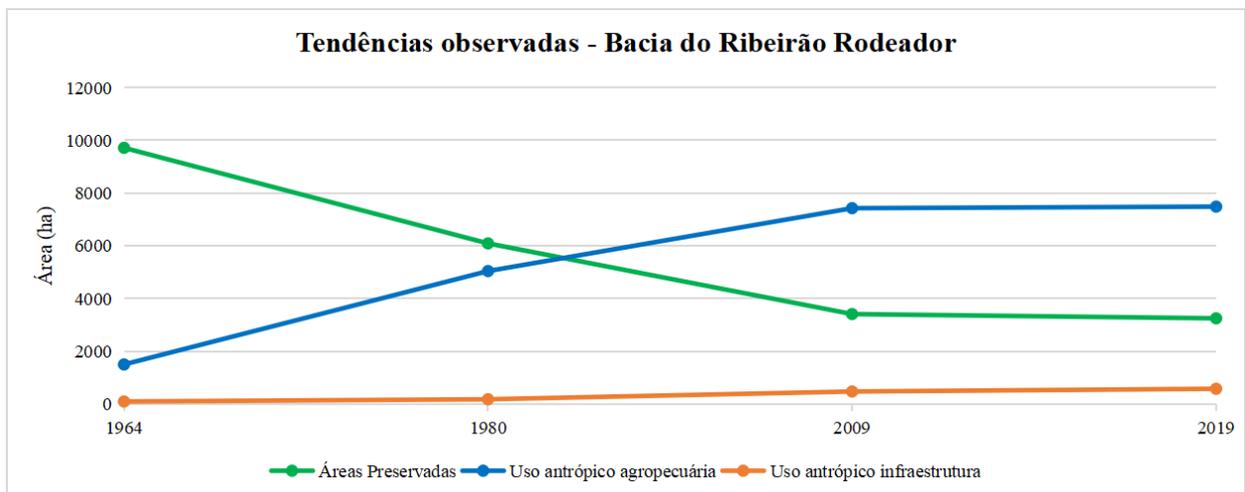


Figura 7 - Gráfico de tendências de mudança de uso do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador.

do Capão Comprido. Tal nível de decréscimo corrobora com a tendência de aumento de parcelamento irregular do solo nas áreas rurais da região, apontando a fragmentação de propriedades rurais em parcelas inferiores que inviabilizam seu uso econômico e denota a especulação imobiliária para moradia no território. Importante salientar que muitos produtores rurais da região

têm encontrado adversidades na continuação do desenvolvimento das atividades agrícolas, principalmente após a “Crise Hídrica” que anunciou e exprimiu a insegurança hídrica da região e o impacto econômico negativo das medidas de controle que impedem a captação de água aos produtores irrigantes. Procedimentos legais que limitam os valores de outorga de recursos hídricos

ou que até mesmo proíbem a expansão da atividade de irrigação enfraquecem a atividade agropecuária e aumentam a especulação imobiliária e parcelamento irregular do solo.

As áreas naturais preservadas foram as que sofreram o maior impacto, visto que no cenário 1 ainda não havia atividades antrópicas intensas na região. As áreas de vegetação nativa foram dando lugar a atividades de desenvolvimento produtivo, principalmente a agropecuária até o ano de 2009, onde observa-se um estancamento da porcentagem de conversão de áreas naturais, o que reforça a melhoria da conscientização ambiental tanto da comunidade como os esforços dos órgãos públicos para a proteção ambiental de

remanescentes e o desenvolvimento sustentável.

Enquanto as classes áreas preservadas e uso antrópico - agropecuária indicam um estacionamento em seus níveis, a classe uso antrópico - infraestruturas exibe uma contínua e significativa expansão, o que assinala a tendência de aumento de urbanização e de taxas de impermeabilização da região a montante do reservatório do Descoberto, bem como o parcelamento irregular já comentado.

Entre as alterações no uso do solo e o comportamento fluviométrico dos cursos d'água, córrego Capão Comprido e ribeirão Rodeador, as figuras 15 e 16 apresentam a evolução do regime de vazões dos anos relativos aos cenários 2, 3 e 4.



Figura 8 - Gráfico de vazões médias do exutório do córrego Capão Comprido nos anos de 1980, 2009 e 2019.

Nota-se que ambos os cursos d'água contavam, no ano de 1980, com valores de vazão média mais elevados e com picos no meio do período chuvoso. Em 1980 a vazão média máxima observada deu-se no mês de fevereiro, em que o córrego Capão Comprido alcançou 0,713 m³/s e o ribeirão Rodeador 6,97 m³/s, índices bem acen-

tuados quando comparados com os outros dois cenários, observa-se também que o decréscimo da curva era mais alongado, mantendo maiores níveis do recurso hídrico durante alguns meses.

Desprende-se que essas vazões se mantinham devido a conservação de áreas naturais e o desenvolvimento e predomínio de atividades agro-

pecuárias consideradas de “sequeiro”, ou seja, que não necessitavam de irrigação, como áreas de cultivo de grandes culturas e de pastagem, conforme demonstrado pelo mapa de uso do solo do cenário 2.

As vazões médias alusivas ao cenário 3 (2009) exibem um declínio em seus níveis durante todo o ano, contando com vazões máximas no mês de janeiro de 3,72 m³/s no ribeirão Rodeador e de 0,344 m³/s no córrego Capão Comprido no mês de fevereiro, além disso percebe-se uma diminuição das vazões no período de seca da região com mínimas de 0,58 m³/s no ribeirão Rodeador e de 0,11 m³/s no córrego Capão Comprido. Pode-se correlacionar essa queda das vazões com a diminuição da incidência de áreas naturais protegidas e o aumento das atividades agrícolas com uso consuntivo de água mais intenso, como a olericultura e fruticultura irrigada e também com o aumento das infraestruturas e urbanização da região, o que diminui as taxas de infiltração

do solo.

Já quanto ao cenário 4 (2019), percebe-se a diminuição das vazões médias durante todo o ano, constando as menores vazões médias dos 3 cenários, com 0,16 m³/s no ribeirão Rodeador e 0,032 m³/s no córrego Capão Comprido no mês de outubro. Inclusive observa-se a diminuição das vazões durante o período considerado chuvoso, como os meses de fevereiro e janeiro, isso pode estar correlacionado a fatores climáticos, visto que o ano de 2019 é considerado o período imediatamente posterior à “Crise Hídrica”, assim os níveis do lençol freático e a disponibilidade contínua de água não estavam ainda integralmente regularizados. Contudo, correlaciona-se também com a visível fragmentação das áreas, com o aumento dos índices de urbanização e das áreas referente às benfeitorias, que expandem o impacto negativo na disponibilidade hídrica da região devido ao aumento sucessivo da impermeabilização intensiva do solo.

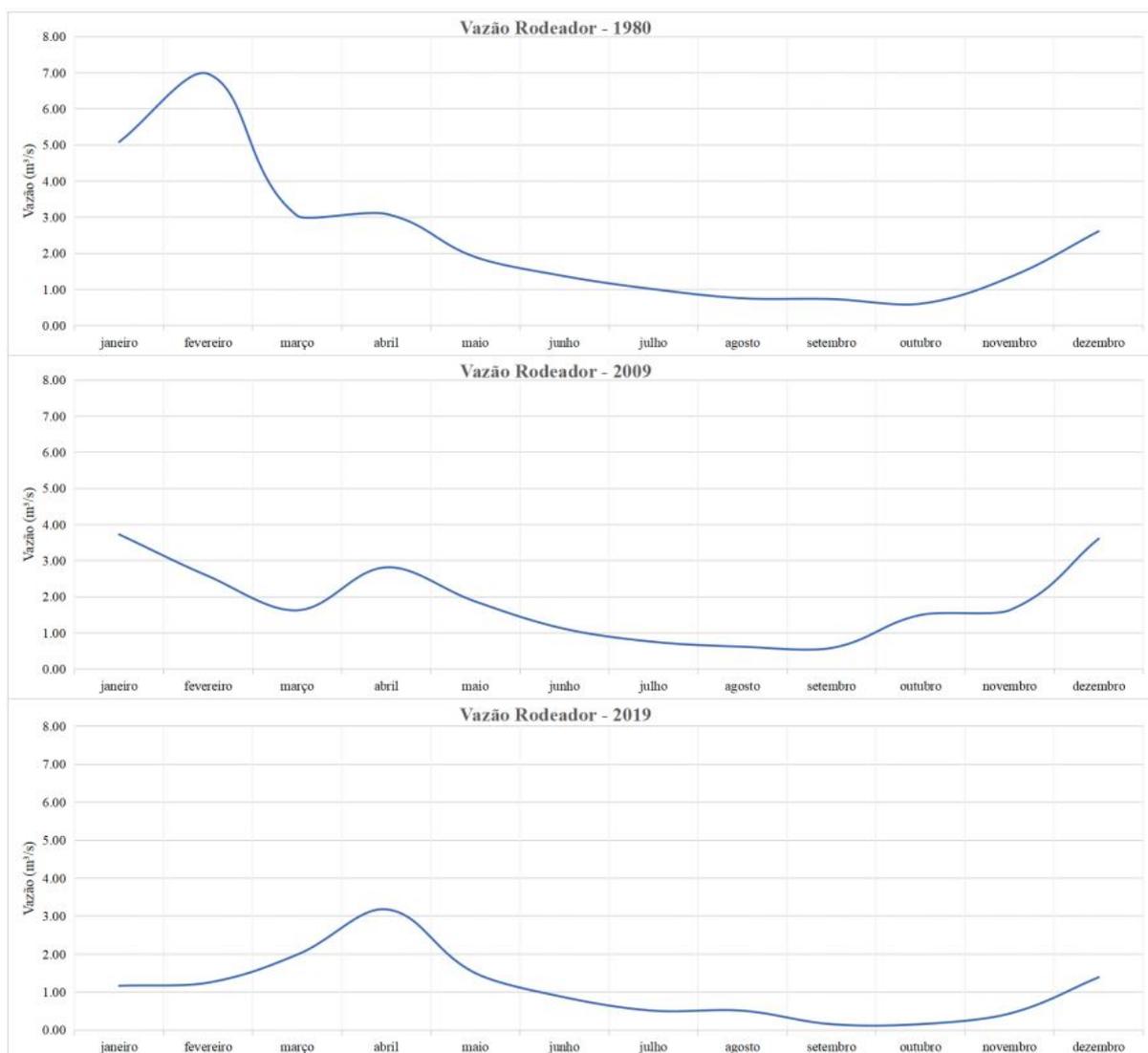


Figura 9 - Gráfico de vazões médias do exutório do ribeirão Rodeador nos anos de 1980, 2009 e 2019.

CONCLUSÕES

O enfoque de análise aplicado no estudo evidenciou que a utilização de imagens aerofotogramétricas e de satélites assistem de forma satisfatória a construção de cenários e a observação da evolução do uso do solo, mesmo quando apoiado em imagens de resolução espacial reduzida. Contudo, é crucial que se respalde a definição das classes de uso em informações e relatos históricos da utilização do território.

O levantamento e mapeamento de uso do solo indicou a expansão considerável da área antropizada desde a criação de Brasília, prevalecendo a cobertura de áreas de vegetação nativa no ano de 1964. Dentre os anos de 1980 e 2009, ressalta-se a conversão de significativa parte dessas em uso agropecuário, atividade que se apresentou estabilizada entre os anos 2009 e 2019.

O uso do solo da bacia hidrográfica do córrego Capão Comprido evidenciou uma ampliação mais acentuada de usos antrópicos ocupados por infraestrutura do que a bacia do ribeirão Rodeador, no período de 2009 a 2019. Tais alterações correlacionam-se com a elevação de índices de crescimento populacional acelerado no DF e à constante pressão imobiliária, o que pode implicar na conversão de áreas agrícolas consolidadas em

parcelamentos irregulares, induzindo a formação de condomínios voltados à moradia, e assim, levando à urbanização dessas bacias.

Sobre a questão dos impactos das alterações no uso e na ocupação do solo nos recursos hídricos, novamente, os resultados da análise integrada evidenciaram um impacto elevado, desde 1964, na disponibilidade hídrica quantitativa que aflui ao reservatório do Descoberto, principal manancial do DF. Além disso, não foi objeto de análise deste estudo, mas alterações na qualidade das águas exportadas ao Reservatório também devem ter ocorrido e poderiam ser analisadas em estudos posteriores.

Considera-se que a preservação de áreas naturais e o fortalecimento da atividade agropecuária na região impactam diretamente na segurança hídrica do Distrito Federal. A adoção de técnicas de conservação de água e solo deve ser considerada instrumento essencial para a continuidade da vocação rural, dentre elas destaca-se a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes, a adequação ambiental de atividades, a adoção de terraços e plantio em nível, a restauração de áreas protegidas e, ainda, o estabelecimento de programas de pagamento por serviços ambientais.

REFERÊNCIAS

- ADASA; CAESB; SEAGRI; EMATER-DF. **Gestão da Crise Hídrica 2016-2018: Experiências do Distrito Federal** / Editado por Jorge Enoch Furquim Werneck Lima... [et al.] - Brasília, DF. 328 p, 2018.
- ASSIS, J.M.O.; CALADO, L.O.; SOUZA, W.M.; SOBRAL, M.C. Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo no Município de Belém de São Francisco – PE nos anos de 1985 e 2010. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 07, n. 05, p. 858-869, 2014.
- CODEPLAN - COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. Brasília, DF. **Imagem Aérea Ortorectificada do Distrito Federal do ano de 2009**. Resolução 20 cm.
- CORTEZ, A.S. **Métodos de Cenários Prospectivos como Ferramenta de Apoio ao Planejamento Relativo a Substituição do Atual Uso do Solo por Florestamento. Estudo de Caso: A Bacia do Rio Ibicuí - RS**. Rio Grande do Sul, 2007, 237 p. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Maria.
- EMATER-DF - EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL. **Emater-DF 30 anos - Ensinando e Aprendendo**. Brasília, DF. 152 p, 2008.
- EMATER-DF - EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL. **Informações Agropecuárias do Distrito Federal 2009 a 2020**. Relatórios anuais - Emater - DF. Brasília, DF, 2020.
- ESRI - ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. Estados Unidos. **World Imagery Wayback**. Datada de 11 de dezembro de 2019. Disp. em: <https://livingatlas.arcgis.com/wayback/>
- FARIAS, E.S.F.; SILVA, J.B.L.; PIRES, L.C.; BRITO, J.M.S.; QUINELATO, R.V. Influência do uso e ocupação do solo na disponibilidade hídrica das bacias dos rios Peruíbe, Itanhém e Jucuruçu, Bahia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 02, p. 1175-1193, 2021.
- FRANÇA, B.T.; ANDRADE, M.P.; RIBEIRO, C.B.M.; HIPPERT, H.S. Dinâmica do uso do solo e alterações na vazão na bacia do Rio São Francisco no início do Séc. XXI. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v.18, e11, 15 p, 2021.
- ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da APA Bacia do Descoberto. Brasília, 313 p, 2014.
- INPE - INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Adamantina, São Paulo**. Imagem de satélite, color. Satélite CBERS 2B, instrumento CCD. Datada de 08 de agosto de 2020. Disp. em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.
- MENDONÇA-SANTOS, M.L.; JACQUES, P.D.; COELHO, M.R.; PIMENTEL, J.; SANTOS, H.G; ALMEIDA, P.; BARBOSA, E.L.A; COSTA, T.C.C; ÁVILA, R.M.; SHINZATO, E.; BRANCO, P.C.M.P.A. Mapeamento do Uso Atual e Cobertura Vegetal dos Solos do Estado do Rio de Janeiro. Embrapa Solos. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 22. 44 p., 2003.
- OLIVEIRA, W.N.; RIBEIRO, H.J.; FERREIRA, N.C.; SIQUEIRA, R.V.; OLIVEIRA, V.T. Simulação Hidrossedimentológica da Bacia Hidrográfica e do Reservatório de Abastecimento do Ribeirão João Leite, utilizando o modelo SWAT. **Revista Geociências**. São Paulo, UNESP, v. 40, n. 3, p. 695 – 708, 2021.
- PREIS, C.M.; FRANCO, D.; VARELA, S.C. Avaliação do Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e Simulação para 2027. **Revista Geociências**. São Paulo, São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 42, n. 1, p. 13 - 30, 2023

- UNESP, v. 40, n. 2, p. 407 – 414, 2021.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS **Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2021**. Disp. em: <http://qgis.osgeo.org>.
- SANTOS, E.H.M.; GRIEBELER, N.P.; OLIVEIRA, L.F.C. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 826–834, 2010.
- SEDUH - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL. Brasília, DF. **Fotografias Aéreas do Distrito Federal - Serviço Geográfico do Exército. Anos 1964 e 1980**. Disp. em: <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>
- SEDUH - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL. Brasília, DF. **Imagem Aérea Ortorectificada do Distrito Federal do ano de 2019**. Disp. em: <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>
- TRINDADE, P.M.P; PEIXOTO, D.W.B, KUPLICH, T.M; ALMEIDA, C.A. Land Cover Mapping in Brazilian Pampa with Landsat OLI and TIRS bands. **Revista Geociências**. São Paulo, UNESP, v. 40, n. 4, p. 1115 – 1124, 2021.
- VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R.A.M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.1, p.55–64, 2010.
- XAVIER, A.P.C & SILVA, R.M. Modelagem Temporal Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo Baseado em SIG para a Bacia do Rio Tapacurá (PE). **Revista Geociências**. São Paulo, UNESP, v. 37, n. 1, p. 193 – 210, 2018.

*Submetido em 27 de agosto de 2022
Aceito para publicação em 15 de abril de 2023*