

AValiação GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO Córrego BAGAGEM, GOIÁS (GO)

Fernanda Alves de Oliveira Ferreira¹
José Carlos de Souza²
Diego Tarley Ferreira do Nascimento³

Resumo: Este artigo apresenta uma análise geoambiental integrada da paisagem da Bacia Hidrográfica do Córrego Bagagem, considerando parâmetros físico-ambientais e climáticos associados aos múltiplos usos da terra e dos recursos hídricos. Para isso, foram levantadas e avaliadas as características pedológicas, geomorfológicas, climáticas e de uso e cobertura do solo, com aplicações de técnicas de geoprocessamento. Os resultados indicaram que há um predomínio de cobertura natural de Cerrado (57%), mas, as características pedológicas e morfológicas atribuem alta fragilidade ambiental à bacia. As características geométricas da drenagem associadas aos elementos do meio físico e ao regime de chuvas concentradas atribuem à bacia potencial à erosão, assoreamento e ocorrência de enchentes. As pastagens são a principal cobertura antrópica na bacia (39%) e evidenciam extensas áreas degradadas, resultado da falta de manejo, apresentando solos compactados. Essa situação é agravada pelo déficit hídrico no período seco, o que provoca a redução da cobertura verde e das chuvas intensas do período úmido, que, por sua vez, causa erosões. Foram identificados conflitos de usos nas APPs que estão ocupadas, principalmente, por pastagens (26,49%). A totalidade das drenagens da bacia apresenta intermitência no período de estiagem e infere-se que o represamento das drenagens à montante e o desmatamento de nascentes são as possíveis causas. O produto final desta pesquisa tem a finalidade de subsidiar planos de manejo da bacia, com enfoque nas fragilidades ambientais, principalmente nos conflitos de uso da terra e da água.

Palavras-chave: Paisagem. Cerrado. Recursos hídricos. Degradação ambiental.

GEOENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE Córrego BAGAGEM HYDROGRAPHIC BASIN, GOIÁS (GO)

Abstract: This article presents an integrated geoenvironmental analysis of the landscape of the Córrego Bagagem Hydrographic Basin, considering physical-environmental and climatic parameters associated with multiple uses of soil and water resources. For this, the pedological, geomorphometric, climatic and those of land use

¹ Mestranda em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (UEG). Email: fernanddafferreira@hotmail.com

² Professor Titular do curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás (UEG) Campus Minaçu (GO). Email: jose.souza@ueg.br

³ Professor Adjunto do curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás - Campus Jataí (GO). Email: diego_nascimento@ufg.br

and cover characteristics were surveyed and evaluated using geoprocessing techniques. The results indicated a predominance of natural Cerrado coverage (57%), but the pedological and morphometric characteristics attribute high environmental fragility to the basin. The geometric characteristics of the drainage associated with the elements of the physical environment and the concentrated rainfall regime attribute the potential to erosion, silting and the occurrence of floods to the basin. Pastures are the main anthropogenic coverage in the basin (39%) and show extensive degraded areas, resulting from the lack of management, with compacted soils. This situation is worsened by the water deficit in the dry season, which reduces the green cover and promotes intense rains in the wet season, in turn, causing erosion. Conflicts of use were identified in EPAs that are mainly occupied by pastures (26.49%). All drainages in the basin are intermittent during the dry season and we infer that the damming of upstream drainages and the deforestation of springs are the possible causes. The final product of this research aims to subsidizing management plans for the basin, focusing on environmental weaknesses, mainly on land and water use conflicts.

Keywords: Landscape. Cerrado. Water resources. Environmental degradation.

INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são consideradas sistemas ambientais e células básicas de estudos voltados ao planejamento e gestão integrados dos recursos naturais (BOTELHO; SILVA, 2010). Como sistema ambiental, as bacias se apresentam como recortes espaciais ideais para aplicação de estudos integrados da paisagem, objetivando averiguar os processos e as interações, no sentido de compreender as causas e consequências das intervenções humanas (BOTELHO; SILVA, 2010; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014).

Estudos geoambientais em bacias hidrográficas fornecem diagnósticos que podem subsidiar a implementação de formas adequadas de manejo dos recursos naturais, visando a conservação e preservação ambiental, bem como prevenir e/ou mitigar os processos de degradação ambiental (LEAL, 1998). Contudo, uma análise integrada de um sistema ambiental requer estudos criteriosos dos elementos físicos e bióticos e a avaliação da dinâmica de uso da terra, empenhada pela ação antrópica (SOUZA; OLIVEIRA, 2017).

Além disso, as bacias hidrográficas são espaços ideais para aplicação de metodologias voltadas aos diagnósticos de vulnerabilidade ambiental; potencial à erosão, inundação e assoreamento; qualidade dos recursos hídricos; fragmentação da paisagem; zoneamento ecológico econômico, dentre outras possibilidades (BELTRAME, 1994). O resultado de estudos dessa natureza tem contribuído para a gestão ambiental, ao ordenamento territorial e para a implementação de políticas públicas (SPADOTTO, 2012; SOUZA; OLIVEIRA, 2017).

Dentre as metodologias que contribuem para o diagnóstico geoambiental de bacias, estão as modelagens morfométricas. Essas modelagens se referem à descrição matemática das formações e configurações da superfície de uma bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1969; MOREIRA; NETO, 1998). Os índices morfométricos podem ser agrupados em características geométricas da rede de drenagem e do relevo e podem ser utilizados para diagnosticar áreas com potencial à ocorrência de enchentes, alagamentos, processos erosivos, assoreamento dos cursos d'água, dentre outros (FARIA *et al.*, 2009; CAMPANHARO, 2010).

De forma igualmente importante, a análise pedológica é imprescindível para a avaliação e planejamento do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica, bem como para a recuperação de áreas degradadas e definição da vulnerabilidade ambiental (SHELEME, 2011). Estudos nesse sentido vêm apresentando vínculos diretos entre as características físicas e químicas dos solos com a mudança na paisagem, principalmente, voltados à relação do solo com o escoamento superficial, declividades, cobertura vegetal, formas de manejo e drenagens (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014).

Vale ressaltar que o solo é um dos elementos importantes na estrutura da paisagem por ter relação direta, contínua e dinâmica com os elementos climáticos, promovendo intemperismos, modelando a superfície, desenvolvendo os organismos e abastecendo as drenagens (KER, 2012). A relação clima e solo, para além de uma interação ambiental, está atrelada à dinâmica de uso da terra, influenciando na alteração das paisagens (SANT'ANNA NETO, 2001; BARRY; CHORLEY, 2013).

O uso e cobertura do solo é uma variável indispensável em estudos geoambientais de uma bacia hidrográfica, pois a supressão da vegetação natural e a introdução de atividades antrópicas são desencadeadores dos processos de degradação ambiental, interferindo diretamente na dinâmica hidrológica, pedológica, geomorfológica, climática, de ciclagem de nutrientes, dentre outras (SANTOS, 2004; SANTOS; GRIEBELER; OLIVEIRA, 2010). As informações sobre o tema devem descrever não só a situação do momento, mas também as mudanças temporais, pois servem como indicadores de vulnerabilidade e riscos ambientais (CUNHA; SILVA *et al.*, 2016).

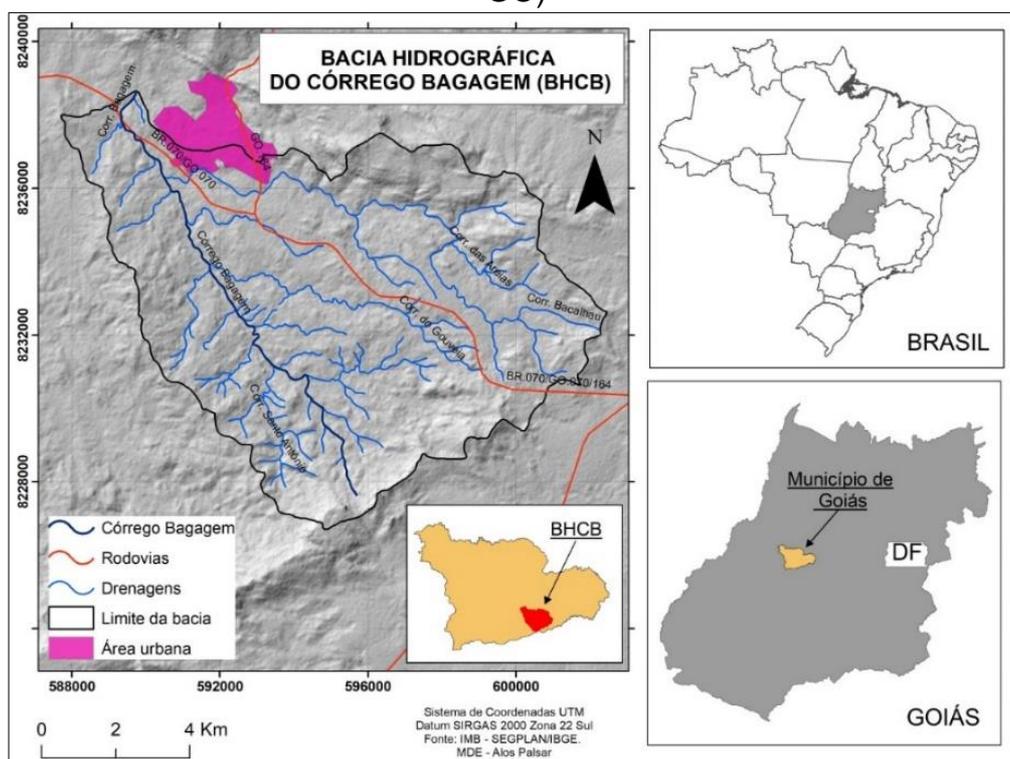
Assim, este estudo apresenta uma análise geoambiental integrada da paisagem da Bacia Hidrográfica do Córrego Bagagem, localizada no Município de Goiás, Estado de Goiás, considerando parâmetros físicos e climáticos associados aos múltiplos usos do solo e dos recursos hídricos. A Bacia Hidrográfica do Córrego Bagagem está numa região com sérios problemas de escassez de água. A bacia fornece água para abastecimento urbano e rural e é a que apresenta a situação mais grave, por apresentar intermitência de todos os canais fluviais no período de estiagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e características da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Córrego Bagagem (BHCB) está localizada entre as coordenadas 15°55'50" e 16°02'10" de Latitude Sul e 50°02'30" e 50°10'50" de Longitude Oeste, área que se posiciona na porção sudeste do Município de Goiás, Estado de Goiás (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Bagagem (Goiás-GO)



Fonte dos dados: IMB – SEGPLAN/IBGE, MDE Alos Palsar (2011).
Organizado pelos autores, 2021

A área da bacia é de 98,7 km² e seu território está, em sua totalidade, no Município de Goiás. Os principais tributários do Córrego Bagagem são os córregos Areias, Santo Antônio, Gouveia e Bacalhau, sendo este último a principal fonte de captação de água que abastece a população da Cidade de Goiás. Os cursos d'água que compõem a bacia fazem parte do sistema de drenagem da Alta Bacia do Rio Vermelho.

Caracterização climática

Foram compilados os dados do Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, do período de 1981 a 2010, para a estação meteorológica convencional do Município de Goiás (código 83374), referentes às normais climatológicas provisórias. Foram obtidos dados mensais referentes à precipitação, temperatura (máxima, mínima e média) e ao balanço hídrico, este último utilizando a fórmula: Balanço Hídrico = Precipitação – Evapotranspiração. As chuvas foram analisadas ao longo de uma série temporal de dados mais extensa (1961-2016), até o fechamento da estação meteorológica convencional do Município de Goiás.

Caracterização morfométrica

A caracterização morfométrica da Bacia foi feita com base na avaliação de variáveis geométricas do relevo e da rede de drenagem. O Quadro1 elenca tais variáveis e apresenta uma síntese descritiva e a equação e/ou fonte empregada para a obtenção das mesmas.

Quadro 1. Variáveis morfométricas empregadas

Variável	Definições	Equação/Fonte
Área (A)	Expressa em quilômetros quadrados (km²).	Cálculo automático em softwares de geoprocessamento
Comprimento(L) e Largura	Medida de maior distância entre os divisores de água e exutório.	Cálculo automático no software de geoprocessamento.
Coefficiente de compacidade (Kc)	Relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo (CARDOSO <i>et al.</i> , 2006).	$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$
Comprimento do curso d'água principal	Perfil longitudinal do trecho entre a nascente mais distante e o exutório (TUCCI, 2004).	Cálculo automático no software de geoprocessamento.
Comprimento total dos cursos d'água	Soma do total dos cursos d'água.	Informação extraída do MDE do Alos Palsar (2011).
Padrão de drenagem	Variações de forma, organização e densidade da rede de drenagem (MAGESH <i>et al.</i> , 2013).	Informação extraída do MDE do Alos Palsar (2011).
Densidade dos rios (Dr)	Relação do número de canais com a área da bacia (CHRISTOFOLETTI, 1969).	$Dr = \frac{N}{A}$
Altitudes: inicial e final do curso principal e média da bacia	Elevação em relação ao nível do mar.	Informação extraída do MDE do Alos Palsar (2011).
Extensão média de escoamento (l)	Distância média que a água de chuva escoou sobre os terrenos do ponto onde ocorreu sua queda até o curso d'água mais próximo (VILLELA, 1975).	$l = \frac{Ad}{L}$
Declividades: mínima, média e máxima da bacia e média do curso principal.	Percentual de inclinação de uma vertente. No caso do curso principal, inclinação topográfica do leito.	Informação extraída do MDE do Alos Palsar (2011).
Relação do relevo (Rr)	Relação entre a amplitude altimétrica na bacia e o comprimento total do canal principal (SCHUMM, 1956).	$Rr = \frac{\Delta a}{L}$

Em que: L = Comprimento dos canais. A = Área da bacia. N = Número de canais. Kc = Coeficiente de compacidade. Dr = Densidade de rios. Rr = Relação de relevo. Ad = Área de drenagem (Km²). Δa = Amplitude altimétrica. Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2021.

Caracterização pedológica

Foi empregado o mapeamento de solos elaborado pela Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária - EMATER-GO (2017) e a incorporação de análises granulométricas de 14 amostras de solos de pontos amostrais distribuídos pela área da Bacia. Para a escolha dos pontos de coleta, considerou-se a acessibilidade, facilitada por rodovias ou estradas vicinais. As amostras foram coletadas com cavadeira em profundidade de 0-20 centímetros e o método de análise aplicado foi o da pipeta na terra fina seca ao ar (TFSA), metodologia proposta pela EMBRAPA (2017).

Com os resultados, procedeu-se a classificação granulométrica utilizando o triângulo textural (EMBRAPA, 2018) e o cálculo do índice de erodibilidade, por meio do método proposto por Bouyoucos (1935 apud BERTONI; LOMBARDI NETO, 2004),

com interpolação dos dados para geração do mapa de erodibilidade. Na interpolação foi aplicado o método do Inverso do Quadrado de Distância (IQD).

Equação do índice de erodibilidade:

$$Er = \frac{pA + pS}{pAr}$$

Sendo: Er = erodibilidade; pA = percentual de areia; pS = percentual de silte; pAr = percentual de argila.

Uso do solo e cobertura vegetal

Foi realizado o mapeamento de uso e cobertura do solo a partir da base *raster* do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (Mapbiomas) de 2019, disponibilizado no site <<https://mapbiomas.org/>>. Para a validação do mapeamento, foram realizadas pesquisas de campo. Na classificação das fitofisionomias de Cerrado, foi utilizada a metodologia proposta por Ribeiro e Walter (1998). Nas observações de campo, também foram levantadas formas de uso da água e atividades irregulares nas APPs. O levantamento e mapeamento das represas foram feitos a partir de imagens do Google Earth Pro (GOOGLE LLC, 2019).

Análise das Áreas de Preservação Permanente

Para a definição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) das nascentes e dos cursos d'água, foi feito o mapeamento obedecendo os parâmetros métricos do Novo Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Para o mapeamento das nascentes, foi utilizado o *software* de geoprocessamento e, posteriormente, gerado *buffers* de 30 metros para as margens dos cursos d'água e 50 metros para as nascentes. Após a definição das APPs, foi feito o mapeamento de uso e cobertura do solo, para identificação dos conflitos de uso, neste mapeamento também foi utilizado as bases do Projeto MapBiomias.

Análise geoambiental integrada

A análise geoambiental integrada se aplica a sistemas ambientais, onde ocorrem a interrelação e interdependência dos componentes naturais e antrópicos (CHRISTOFOLETTI, 1998). A metodologia se fundamenta na abordagem proposta por Tricart (1972), de levantamento e caracterização dos componentes ambientais e socioeconômicos do sistema e geração de cenários para compreensão das causas e consequências da interação homem-natureza. Assim, é possível avaliar as condições ambientais dos sistemas, identificando os processos de degradação ambiental, bem como propor ações para mitigar tais processos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

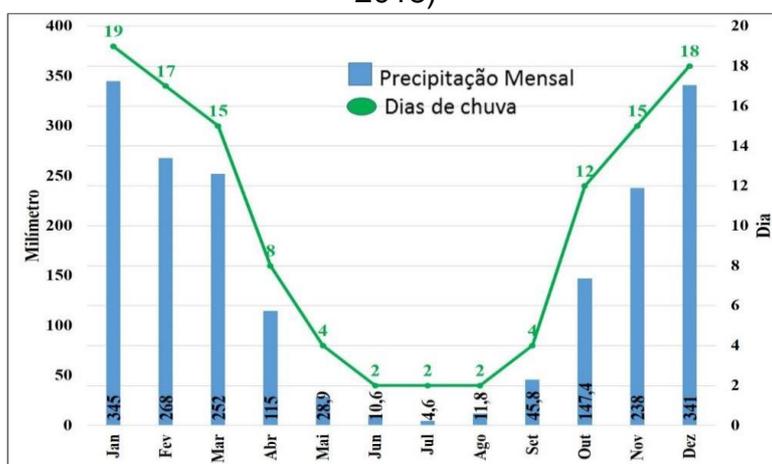
Aspectos climáticos da BHCB

Segundo a classificação climática de Köppen (1948 apud ALVARES *et al.*, 2013), o clima da Bacia do Córrego Bagagem é do tipo Tropical Subúmido (Aw), com temperaturas médias mensais superiores a 20°C o ano todo (A), período seco de

inverno (w) e amplitude térmica anual inferior a 5°C. Na Bacia, os meses de agosto, setembro e outubro registraram as maiores médias máximas, com setembro apresentando o ápice de 35°C, e junho e julho registram as menores médias mínimas, 17,5°C e 17,6°C, respectivamente.

A média de precipitação anual para a BHCB é de 1.808,1mm. A média de precipitação mensal é de 150,67mm. Pelo gráfico da Figura 2, observa-se que a estação chuvosa se estende de outubro a abril – perfazendo 7 meses e concentrando 94,33% do que chove anualmente. Nesse período, os meses de janeiro e dezembro se destacam com os maiores valores de precipitação mensal, 345mm e 341mm, respectivamente.

Figura 2. Médias mensais de precipitação e do número de dias de chuva (1984 a 2018)



Fonte dos dados: INMET (2020). Organizado pelos autores, 2021

O período com menores totais de precipitação corresponde aos meses de maio a setembro, cinco meses, nos quais são registrados apenas 5,67% da precipitação anual (101,7mm). Durante o período de estiagem, o mês de julho é o que registra menor precipitação pluviométrica (4,6mm). O gráfico da Figura 2 também representa a quantidade média de dias com chuvas ao longo dos meses, indicando que os meses característicos do período chuvoso (outubro a abril) apresentam, em média, de 8 a 19 dias com chuvas ao longo do mês, conforme visto nos meses de abril e janeiro. Por sua vez, nos meses do período seco (maio a setembro) ocorrem de 2 a 4 dias com precipitação ao longo de todo o mês. Isso confirma o caráter irregular das chuvas, com forte sazonalidade, tendo em vista que o período chuvoso de sete meses soma 96 dias com precipitação, enquanto no período seco, de cinco meses, totalizam-se apenas 14 dias com chuvas.

Na Tabela 1, pode ser observado que, tendo por referência a média de precipitação anual de 1.808,1mm e a média de temperatura mensal de 24°C, a evapotranspiração na área em estudo é de 1.906,2mm. Em termos médios, o excedente hídrico anual é de 613,8mm, tendo em vista o déficit de 711,9mm. O excedente é verificado nos meses de novembro a março. O mês de novembro representa o período de início do armazenamento de água do solo, com excedente de 59,9mm, e o mês de abril representa o início do déficit hídrico, com 24,6mm.

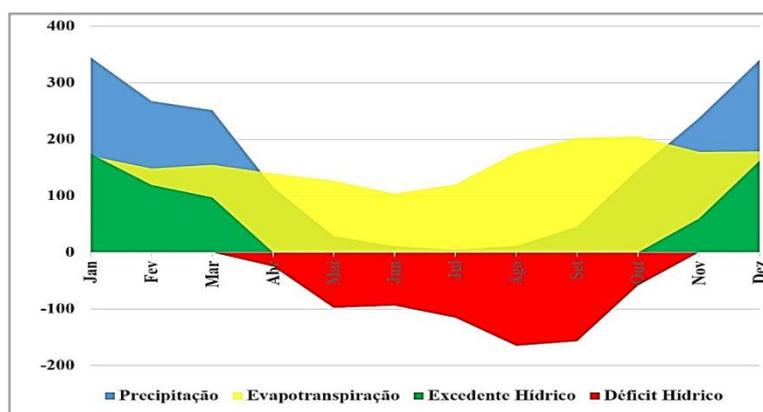
Tabela1. Balanço hídrico climatológico mensal do Município de Goiás (GO) – período de 1981 a 2010

Mês	Temperatura média do ar (°C)	Precipitação (mm)	Evapotranspiração (mm)	Excedente Hídrico (mm)	Déficit Hídrico (mm)
Janeiro	24	345	170,3	174,7	00
Fevereiro	24	268	148,6	119,4	00
Março	24	252	154,9	97,1	00
Abril	24	115	139,6	00	24,6
Mai	24	28,9	126,7	00	97,8
Junho	22	10,6	104,2	00	93,6
Julho	22	4,6	120,1	00	115,5
Agosto	24	11,8	176,7	00	164,9
Setembro	24	45,8	203	00	157,2
Outubro	26	147,4	205,7	00	58,3
Novembro	26	238	178,1	59,9	00
Dezembro	24	341	178,3	162,7	00

Fonte dos dados: INMET (2020). Organizado pelos autores, 2021

O gráfico da Figura 3 demonstra que o excedente hídrico é verificado nos meses de novembro a março. O mês de novembro representa o período de início do armazenamento de água do solo, com excedente de 59,9mm, sendo que os meses de dezembro e janeiro apresentam o maior excedente de água no solo, 162,7mm e 174,7mm, respectivamente. O mês de abril apresenta o início do déficit hídrico para a área estudada, com 24,6mm (de déficit), perdurando o período de déficit hídrico até outubro. A criticidade de deficiência hídrica no solo se dá nos meses de agosto e setembro, momento em que se registra déficit de 164,9mm e 157,2mm, respectivamente.

Figura 3. Resumo do balanço hídrico climatológico mensal (1981 a 2010)



Fonte dos dados: INMET (2020). Organizado pelos autores, 2021

Para a interpretação dos dados do balanço hídrico climatológico, pode-se deduzir que as primeiras chuvas não colaboram com o armazenamento de água no sistema, pois percebe-se maiores perdas de umidade para a atmosfera. Essa constatação pode ser observada na Tabela 1, com o valor da média de evaporação no mês de outubro (205,7mm), que é maior que os meses de setembro (203mm) e novembro (178,1mm).

O pluviograma da Figura 4 aponta para o Município de Goiás totais anuais de precipitação variando entre 1.321mm (no ano de 2015) e 2.425,70mm (em 1992) – o que representa uma diferença de 1.104,7mm entre o ano mais chuvoso e o mais seco da série temporal observada, de 1961 a 2016. Levando em consideração os valores mensais de precipitação e a respectiva faixa de distribuição percentual de cada mês, ao longo dos anos, pode-se considerar que o período chuvoso normalmente inicia-se no mês de outubro e encerra-se no mês de abril – caracterizando um período chuvoso de sete meses e o período seco de cinco meses (maio a setembro). No entanto, é notório observar que o início do período chuvoso apresenta diferença ao longo dos anos analisados, ou seja, o início das chuvas pode ser antecipado para o mês de setembro ou postergado para o mês de novembro. Essa diferença também ocorreu com o término e, em consequência, com a extensão do período chuvoso.

Figura 4. Pluviograma dos acumulados anuais e mensais e distribuição proporcional da precipitação para Goiás (GO), período de 1961 a 2016

Anos/Meses	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total Anual
1961	560,8	184,0	134,9	77,4	17,4	0,0	0,0	5,2	0,0	137,4	364,0	413,4	1894,60
1966	484,6	518,4	339,2	10,8	42,0	0,0	0,0	0,0	1,0	115,0	108,0	430,7	2049,70
1969	299,8	273,2	206,6	35,1	147,0	0,0	0,0	0,0	0,0	130,2	409,4	293,8	1795,10
1970	321,6	179,3	218,2	134,0	16,4	0,0	0,0	3,0	63,8	109,4	292,0	289,5	1627,20
1971	140,8	184,0	139,7	84,6	23,6	0,0	0,0	0,0	8,6	261,3	333,6	276,8	1453,00
1972	124,1	274,0	134,3	58,0	33,2	0,0	10,6	35,6	17,3	129,6	213,4	429,4	1459,50
1973	179,4	309,4	308,4	90,0	15,3	0,0	0,0	0,0	14,4	137,2	217,1	174,7	1445,80
1974	267,5	109,3	306,6	164,8	2,8	0,0	0,0	2,6	60,8	135,6	129,6	382,8	1562,40
1975	171,9	246,8	212,0	219,3	34,0	6,4	0,0	0,0	19,4	100,8	242,0	152,4	1405,00
1976	159,9	336,0	246,5	29,3	115,6	0,0	0,0	0,7	105,5	258,9	347,4	256,4	1856,20
1977	565,1	212,0	122,4	87,5	117,5	11,9	0,0	1,0	92,0	103,8	199,1	202,3	1714,60
1978	340,0	225,3	249,4	161,0	22,8	0,0	26,0	0,0	18,0	154,6	354,1	407,4	1958,60
1980	374,4	612,9	117,7	100,9	6,5	9,2	0,0	0,5	38,2	46,3	233,4	281,3	1821,30
1981	319,4	84,8	580,6	102,3	101,6	35,2	0,0	0,0	21,0	296,6	288,5	201,8	2031,80
1982	576,1	246,8	340,4	73,5	76,3	0,0	0,1	42,7	92,1	184,4	175,8	271,0	2079,20
1983	585,4	314,7	185,1	154,4	53,7	2,7	18,3	0,0	28,8	167,3	298,7	333,9	2144,00
1984	190,5	148,0	320,1	113,5	40,0	0,0	0,0	32,1	95,4	147,5	206,3	215,4	1508,80
1985	914,9	228,0	225,1	115,4	26,5	0,0	2,3	7,6	81,2	129,9	154,9	397,3	2284,10
1986	279,4	174,5	235,7	52,6	27,3	0,0	4,2	58,7	45,1	150,5	166,6	360,8	1525,40
1987	187,4	221,4	346,7	172,3	24,9	0,0	0,0	1,4	34,7	136,4	319,6	483,4	1928,20
1988	273,5	457,0	238,8	154,1	16,3	42,9	0,0	0,0	0,0	184,4	227,9	286,1	1881,00
1989	35,7	243,9	263,5	57,8	0,9	31,8	38,4	25,7	19,6	263,1	221,6	595,1	2118,50
1990	260,2	219,4	145,5	227,7	60,8	0,0	2,9	18,7	58,6	156,5	163,4	270,6	1884,30
1991	437,6	218,8	433,1	194,7	0,0	0,0	0,0	0,0	36,7	201,8	94,9	329,0	1946,60
1992	571,5	402,1	220,1	246,7	58,4	0,0	0,0	1,0	36,8	265,6	301,4	322,1	2425,70
1995	344,5	390,2	197,3	120,9	31,1	0,7	0,0	0,0	50,6	98,5	169,0	580,2	1983,00
1996	178,1	307,5	204,4	176,4	8,4	1,8	1,2	8,8	31,5	100,1	440,9	522,1	1981,20
1997	357,6	276,2	290,3	128,1	104,8	110,6	0,0	0,0	70,5	80,9	109,4	286,9	1815,30
1998	294,4	262,4	107,1	171,6	23,4	1,1	1,6	5,8	31,5	100,4	265,2	284,2	1488,70
1999	349,5	245,1	283,4	48,8	4,1	0,0	0,0	0,0	30,7	216,7	232,0	367,1	1777,40
2000	381,4	310,9	217,6	37,2	3,4	0,0	19,1	49,7	99,9	25,6	327,6	396,6	1869,00
2001	202,6	134,3	255,0	34,2	66,5	9,2	0,0	6,9	94,3	184,0	439,6	346,7	1773,30
2002	331,1	232,0	120,9	38,5	9,7	0,0	0,3	0,0	29,0	51,7	179,9	216,7	1209,80
2003	427,3	303,5	264,2	127,3	3,3	0,0	0,0	3,9	19,7	86,9	148,6	235,5	1620,20
2004	324,0	396,3	194,3	37,3	25,5	0,0	8,3	0,0	33,7	151,0	255,2	189,1	1614,70
2005	533,2	241,6	273,8	46,9	22,7	29,2	0,0	5,2	60,6	69,6	318,1	399,2	2000,10
2006	208,9	249,3	270,9	127,9	0,2	0,0	0,0	1,0	55,2	331,0	212,8	283,5	1740,70
2007	233,6	451,7	170,7	125,2	1,2	1,2	5,5	0,0	0,0	72,6	81,8	208,1	1351,60
2008	328,4	311,6	294,3	165,1	12,7	0,0	21,3	0,6	37,7	77,5	227,3	453,1	1929,60
2009	281,5	266,4	405,8	183,4	20,3	16,0	0,6	27,2	100,3	253,8	227,9	555,3	2338,60
2010	120,2	160,4	197,1	80,9	0,0	3,5	2,6	0,0	1,1	151,5	254,5	244,4	1216,20
2011	512,1	105,7	383,5	67,9	0,0	36,0	0,0	0,0	6,9	219,3	288,2	322,0	1941,60
2012	549,7	248,4	143,7	73,9	10,7	42,5	0,2	0,0	12,4	21,6	285,0	140,8	1528,80
2013	376,3	117,9	131,0	99,4	29,1	8,3	0,0	0,0	26,9	144,9	232,0	315,5	1481,30
2014	223,6	232,6	257,6	74,3	0,4	1,1	0,6	0,0	38,8	66,4	256,3	227,5	1379,20
2015	153,1	442,9	252,4	74,4	70,7	0,0	2,0	4,4	25,8	65,0	81,8	148,5	1321,00
2016	461,6	126,3	180,3	0,0	1,2	0,0	0,0	47,4	64,5	117,7	288,9	129,6	1417,80

LEGENDA: <2% 2 a 3,9% 4,0 a 8,2 8,3 a 12,4 12,5 a 25% > 25% mês mais seco/chuvoso

Fonte dos dados: INMET (2020). Organizado pelos autores, 2021

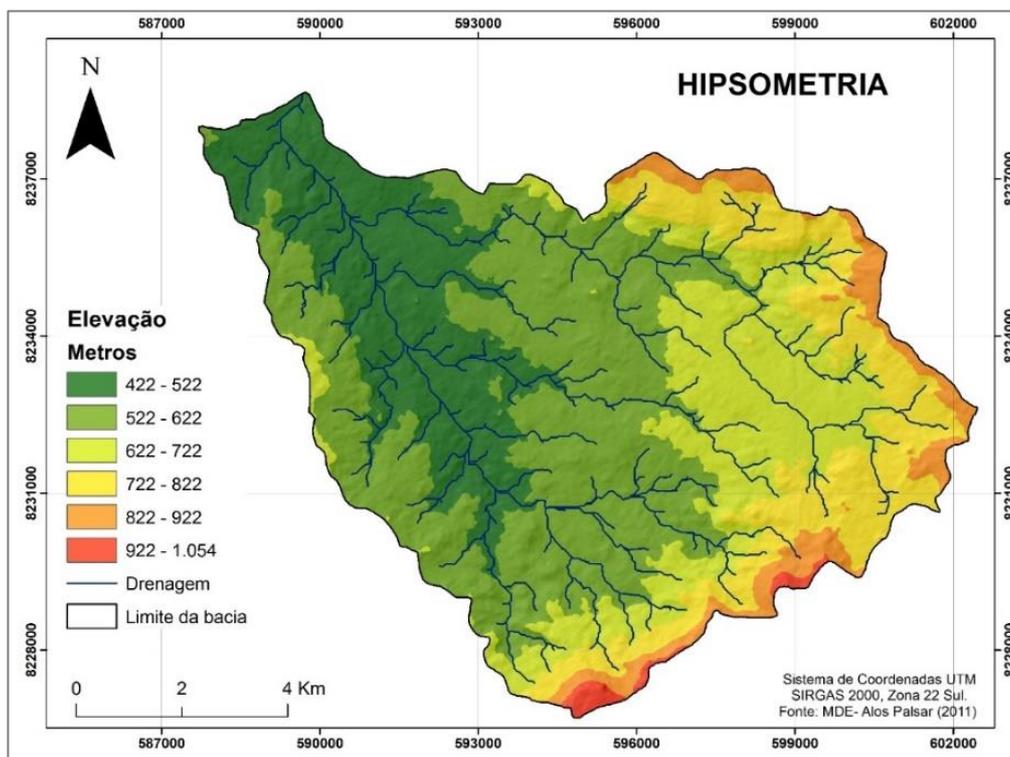
De acordo com o pluviograma (Figura 4), pode-se destacar os anos de 1977 e 1997, nos quais o período de chuvas foi estendido. No caso de 1977, as chuvas ocorreram até o mês de maio e retornaram no mês de setembro. Já no ano de 1997, as chuvas ocorreram até o mês de junho, retornando no mês de outubro. Isso significa que houve redução do período de estiagem de cinco para apenas três meses e, conseqüentemente, o aumento de sete para nove meses o período chuvoso.

Outra observação importante refere-se aos anos em que se apresentaram seis meses chuvosos e seis meses secos, são eles: 1966, 1980, 1986, 1989, 1999, 2000, 2002, 2004, 2011 e 2012, sendo que na maioria desses anos as chuvas ocorreram até o mês de março e retornaram no mês de outubro. As exceções foram os anos de 1980 e 2006, em que as chuvas estenderam até o mês de abril e retornaram em novembro. Já em 2000, as chuvas ocorreram até o mês de março, retornaram em setembro, não registrando precipitação no mês de outubro e retornando apenas no mês seguinte. Ainda pode-se observar alguns anos em que ocorreram oito meses de período chuvoso e quatro meses de período de seca: 1976, 1981, 1984, 2009 e 2015.

Aspectos morfométricos da BHCB

A BHCB possui elevação mínima de 422m, máxima de 1.054m, média de 620,31m e amplitude de 632m (Figura 5). Em função da disposição topográfica, as drenagens seguem no sentido sudeste-noroeste e as maiores elevações (922m - 1.054m) ocorrem em relevos dobrados e altamente dissecados, com ocorrência predominante de quartzitos. As maiores elevações, que ocorrem na porção sudeste-sul da Bacia, compreendem a *front* da Serra Dourada. As nascentes do curso principal afloram numa altitude aproximada de 800m e o exutório da Bacia está numa elevação de 422m.

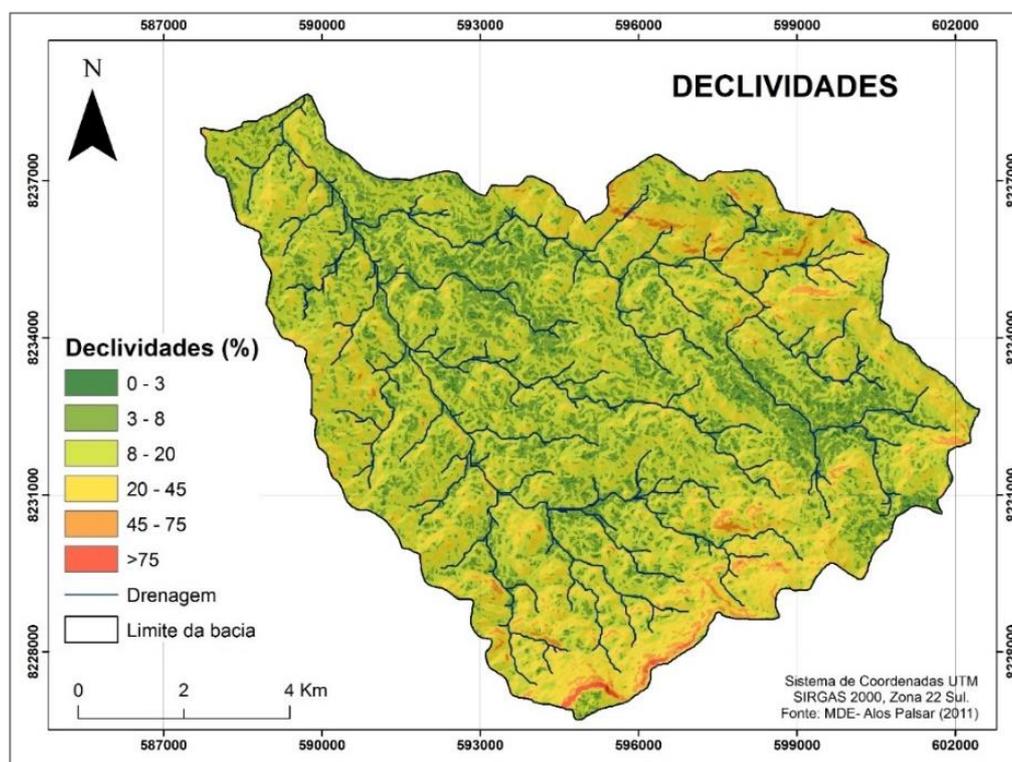
Figura 5. Hipsometria da BHCB



Fonte: MDE Alos Palsar (2011). Organizado pelos autores, 2021

Na Figura 6 é apresentado o mapa de declividades da BHCB e na Tabela 2 as descrições quantitativas do mapeamento. A declividade média da bacia é 15,22%, predominando formas de relevo que variam de suave ondulado a forte ondulado, totalizando 93,1% da área. As maiores declividades estão principalmente nas porções sul, sudeste e leste, próximas aos divisores de água, que apresentam relevos dobrados. As áreas planas, com declividades entre 0% a 3%, se encontram predominantemente próximo à calha das drenagens e exutório da Bacia.

Figura 6. Declividades da BHCB



Fonte: MDE Alos Palsar (2011). Organizado pelos autores, 2021

Tabela 2. Caracterização das declividades

Formas de relevo	Classes	Área (%)	Área (km ²)
Plano	0 - 3	3,48	3,43
Suave ondulado	3 - 8	23,44	23,13
Ondulado	8 - 20	46,74	46,13
Forte ondulado	20 - 45	24,16	23,84
Montanhoso	45 - 75	1,97	1,94
Escarpado	>75	0,21	0,20

Fonte: MDE Alos Palsar (2011). Elaborado pelos autores, 2021

Os resultados da caracterização geométrica e da rede de drenagem da BHCB são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados da caracterização geométrica da BHCB

Variável	Resultado
Área (A)	98,7 km ²
Comprimento da bacia (L)	15,7km
Largura da bacia	10km
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,36
Comprimento do curso principal	13,93km
Comprimento total dos cursos d'água	161,8km
Padrão de drenagem	Dendrítico
Densidade dos rios (Dr)	3,51 Cursos/km ²
Altitude inicial do curso principal	800m
Altitude final do curso principal	422m
Altitude média da bacia	378m
A extensão média de escoamento (l)	0,15 km
Amplitude altimétrica	632m
Relação do relevo (Rr)	24,07%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

As métricas de área, comprimento e largura da Bacia e comprimento do curso principal respondem pelo tempo de percurso da água e, no caso da BHCB, indicam boa capacidade para recarga de águas. A forma varia entre ovalada e oblonga, confirmada pelo Kc alto (1,36), segundo Villela e Mattos (1975), podendo, assim, concluir que a Bacia manifesta de baixa a média tendência a enchentes. Essa condição é reforçada pelo tempo de concentração (3,02 horas), apresentado nos estudos de Ferreira, Franco e Souza (2020), aplicados na BHCB. No entanto, a extensão média de escoamento da Bacia é considerada baixo (0,15 km) e, segundo parâmetros de Rodrigues *et al.* (2015), pode provocar alagamentos em dias de chuva intensa.

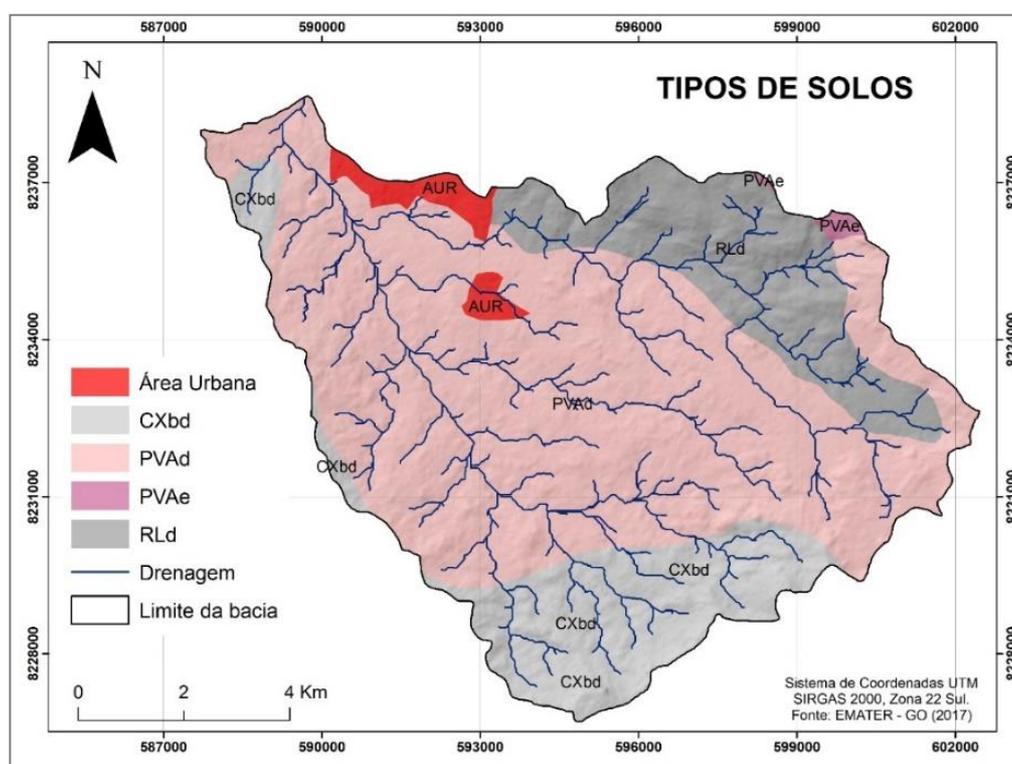
A drenagem possui ramificação do tipo dendrítica, com extensão que compreende 161,8 km. Na classificação proposta por Beltrame (1994) e Tonello *et al.* (2006), a densidade dos rios da BHCB se enquadra na classe muito alta, por apresentar valor superior a 3 (3,51 canais por km²). Quanto maior a ramificação da drenagem da bacia, mais eficiente pode ser considerado o seu sistema de drenagem e escoamento máximo (STRAHLER, 1957). Os dados de altitude do curso principal e da Bacia corroboram para esta alta ramificação da drenagem, pois quanto maior a variação nos valores, mais evidente será a presença de relevo montanhoso, o que, conseqüentemente, influenciará no escoamento da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975).

A relação de relevo demonstra alta declividade do canal principal, segundo Lana (2001), o que caracteriza rápida velocidade de escoamento superficial e, conseqüentemente, grande capacidade de gerar erosão fluvial. Como esse valor representa uma média, isto não pode se empregar em todos os trechos.

Análise das características pedológicas da BHCB

Foram identificadas na BHCB as classes de solos Cambissolo Háplico, Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Litólico (Figura 7).

Figura 7. Solos da BHCB



Fonte: Emater-GO (2017). Organizado pelos autores, 2021

O PVAAd (Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico) é o tipo de solo que predomina na Bacia (65,34%), em altitudes entre 422m a 900m, em relevos planos, suave ondulados e ondulados, e declividades de 0% a 20 %. O PVAe (Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico) corresponde a dois pequenos trechos a norte-nordeste da Bacia (0,40%), em declividades que variam de 8,1% a 20% e elevações superiores a 800 metros.

O Cambissolo Háptico distrófico (CXbd) concentra o maior trecho a sul da Bacia, com cerca de 8,11% e pequenos trechos a oeste (5,28%) e a sudoeste (3,04%), perfazendo um total de 16,44% da área da Bacia. Esse tipo de solo localiza-se em diferentes altitudes, que variam de 480m a 1.054m em relevos de forte-ondulado a escarpado, com declividades superiores a 20%. Este solo ocupa as maiores altitudes da área da Bacia.

O Neossolos Litólicos distrófico (RLd) está disposto em uma única faixa contínua leste/sudeste e ocupa 15,39% da área da Bacia. Localiza-se em altitudes que variam de 540m a 900m, ou seja, é o solo que apresenta a menor diferença altimétrica da Bacia. Os relevos de ocorrência variam de ondulado a montanhoso, com declividades entre 8,1% a 75%.

Na Tabela 4 são apresentadas as características granulométricas das amostras de solos analisadas. Oito amostras apresentaram textura Franco argilo-arenoso (FAAr) e seis textura franco-arenoso (FAr). Os resultados apresentaram altos teores de areia nas amostras, indicando solos predominantemente arenosos.

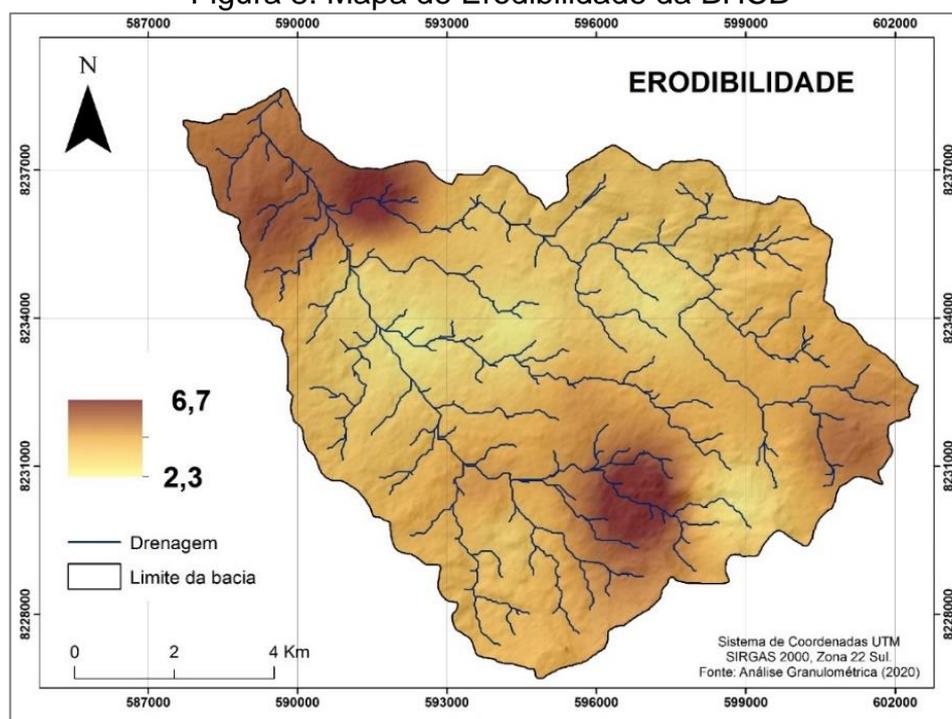
Tabela 4. Características granulométricas e uso do solo e cobertura vegetal

Amostra	Argila(%)	Silte(%)	Areia(%)	Textura	Uso do solo e cobertura vegetal
1	28	7	65	FAAr	Mata Seca
2	17	5	78	FAr	Cerrado Típico
3	19	6	75	FAr	Cerrado Ralo
4	13	5	82	FAr	Campo Sujo
5	26	7	67	FAAr	Mata Seca
6	14	5	81	FAr	Pastagem degradada
7	29	8	63	FAAr	Pastagem
8	23	7	70	FAAr	Cerrado Típico
9	19	5	76	FAr	Campo Sujo/Rupestre
10	20	6	74	FAAr	Pastagem Degradada
11	28	8	64	FAAr	Cerrado Rupestre
12	16	5	79	FAr	Mata Seca
13	23	7	70	FAAr	Vereda
14	30	8	62	FAAr	Cerrado Ralo/ Típico

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

O mapa da Figura 8 apresenta a espacialização da erodibilidade. Os valores de erodibilidade são adimensionais e variaram de 2,3 a 6,7. Esses valores servem para comparar e indicar áreas com maior potencial de erodibilidade, ou seja, área com maior suscetibilidade a processos erosivos. Os valores mais elevados se concentraram no baixo curso da Bacia e em uma porção a sudeste na alta Bacia. Os solos que apresentaram maiores erodibilidades são os Cambissolos e os Argissolos, com ocorrência predominante de pastagens degradadas.

Figura 8. Mapa de Erodibilidade da BHC B



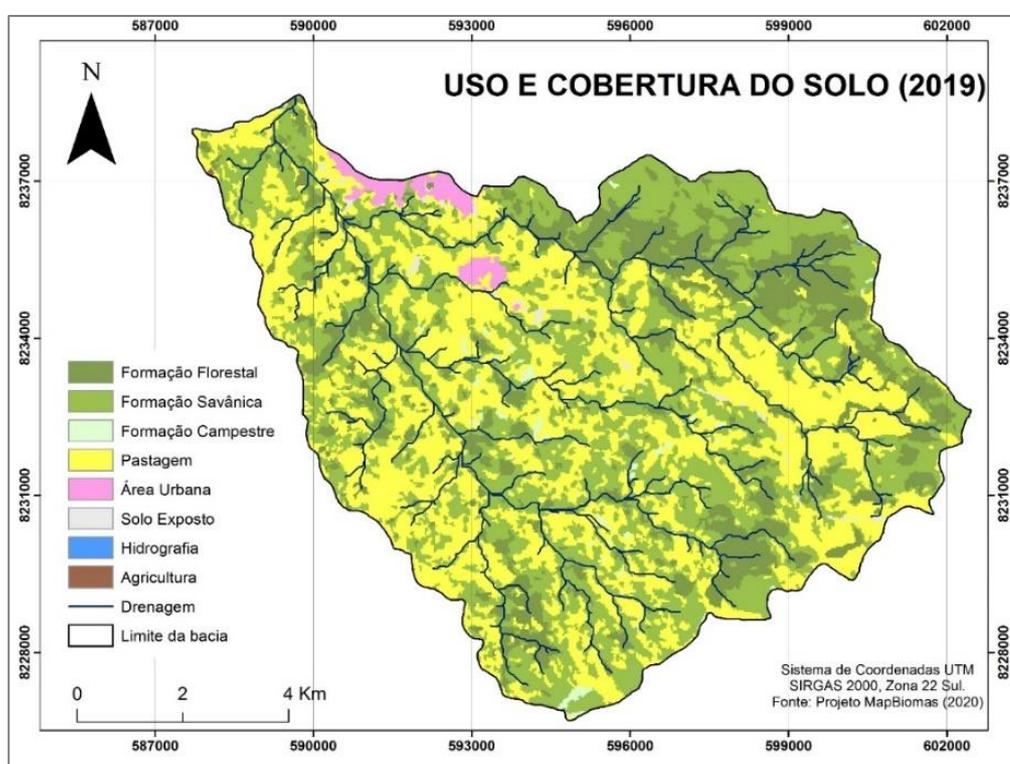
Fonte: Análise granulométrica. Organizado pelos autores, 2021

Uso da terra e cobertura do solo da BHCB

A BHCB se localiza no bioma Cerrado, ambiente em que podemos encontrar diferentes formações vegetais, a saber: florestal, campestre e savânica. Na Bacia, foram identificadas formações florestais do tipo Mata Ciliar e Mata de Galeria, que margeiam os cursos d'água, e Mata Seca. Dentre as formações savânicas, foram encontradas Cerrado Típico, predominante na paisagem, Cerrado Rupestre (associação com afloramentos rochosos) e Veredas (ambientes úmidos). As formações campestres recorrentes são o Campo Sujo e o Campo Rupestre.

Na Figura 9 e na Tabela 5 são apresentados o mapeamento de uso e cobertura do solo e os dados percentuais e em área (km²) das classes, para o ano de 2019. As coberturas naturais de Cerrado são predominantes na Bacia, ocupando 59,14%, e as pastagens plantadas são o uso predominante do solo (39,02%).

Figura 9. Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da BHCB (2019)



Fonte: Projeto MapBiomias (2020). Elaborado pelos autores, 2021

Tabela 5. Quantificação do uso e cobertura na área da BHCB (2019)

Classes	Área (%)	Área (km ²)
Formação Florestal	17,44	17,21
Formação Savânica	41,03	40,52
Formação Campestre	0,67	0,66
Pastagem	39,02	38,51
Agricultura	0,01	0,009
Solo Exposto	0,40	0,39
Área Urbana	1,42	1,40
Água	0,01	0,009
Total	100	98,70 km²

Fonte dos dados: Mapbiomias (2020).

Análise das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) da BHCB

De acordo com a Lei Federal nº 12.651, de 2012 (Novo Código Florestal), a Área de Preservação Permanente (APP) é definida como área protegida que tem função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora; proteger o solo; e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Na BHCB, foram mapeadas e analisadas as APPs das nascentes e dos cursos d'água. Pelas observações de campo, especialmente no baixo curso da Bacia, onde seria possível identificar os cursos com calhas mais largas e maior vazão, não foram identificados cursos com mais de 10 metros de largura. Em vista disso, a Área de Preservação Permanente da Bacia, em seus 161,8 km de comprimento, deve cumprir o mínimo de 30m de largura às suas margens e 50 metros de raio para as nascentes.

Na Tabela 6, os valores das áreas correspondentes a cada classe, em percentual, e a área ocupada nas APPs evidenciam conflitos de usos, pois essas áreas estão sendo ocupadas por pastagens, predominantemente, e por área urbana e solo exposto (áreas agrícolas).

Tabela 6. Quantificação do uso e cobertura do solo nas APPs da BHCB

Classes	Área (%)	Área (km ²)
Formação Florestal	24,77	2,45
Formação Savânica	48,24	4,81
Formação Campestre	0,28	0,02
Pastagem	26,49	2,62
Área Urbana	0,14	0,01
Solo Exposto	0,08	0,007
Total	100	9,91 km ²

Fonte: Mapbiomas, 2020

Conforme os valores apresentados na Tabela 6, as áreas conflitantes representam quase um terço da extensão da APPs (26,71%), sendo a pastagem a que apresenta maior índice de ocupação, com 26,49% dessas áreas, presente por toda a Bacia Hidrográfica, devendo ser o principal foco para ações de conservação dos recursos hídricos.

Análise geoambiental integrada

A pastagem é o principal fator de antropização das paisagens da Bacia e foram verificadas extensas áreas de pastagens degradadas, que apresentam perda de vigor e produtividade, infestação de plantas invasoras, compactação do solo e ocorrência de processos erosivos. Como os solos apresentaram altos teores de areia e relevos declivosos, essas áreas exibem alto potencial erosivo e de assoreamento dos cursos d'água, principalmente nas áreas compactadas e com redução da cobertura graminosa, devido à maior exposição do solo à ação da chuva.

A cobertura natural de Cerrado é predominante na Bacia (57%), sendo que a preservação de áreas de Cerrado se explica pelos solos com baixa fertilidade natural, com altos teores de areia, desenvolvidos em relevos declivosos, apresentando limitações para atividades agrícolas.

As características morfométricas da Bacia reforçam as condições de fragilidade ambiental. Apesar da Bacia apresentar boa capacidade de recarga, possui alta

ramificação de canais, resultado dos relevos declivosos, que apresentam alto potencial erosivo e de enchente em dias de chuvas mais intensas. Os relevos predominantemente ondulados a forte ondulado, associados aos solos arenosos, potencializam os processos de morfogênese, ou seja, de modelação do relevo, principalmente nos médio e alto cursos da Bacia. A ocorrência de Cambissolos e Neossolos Litólicos corroboram para essa afirmação. De tal modo, diante dessas condições, associadas a áreas antrópicas, como pastagens degradadas, tem-se a configuração de áreas com alto potencial à fragilidade ambiental.

A intermitência dos cursos de água da BHCB é um fator que está diretamente relacionado às formas de uso do solo e da água na Bacia, o que tem afetado diretamente os ribeirinhos e o abastecimento urbano. De acordo com pesquisas de campo e abordagens com moradores ribeirinhos, pode-se afirmar que todos os cursos de água da Bacia já apresentam intermitência no período de estiagem. As fotos da Figura 10 evidenciam o fenômeno, pois são registros feitos no mesmo local, nas estações seca (agosto/2020) e chuvosa (fevereiro de 2021).

Figura 10. Córregos da BHCB em períodos de chuva e de estiagem



Fonte: Arquivo dos autores, 2021

Nas observações de campo, evidenciou-se que alguns cursos de água, à montante da Bacia, apresentavam vazão mesmo no período da seca e, no seu

transcurso (médio e baixo curso da Bacia), apresentavam intermitência. Após investigações, observou-se que esse processo está ligado ao represamento da água por proprietários de terra. Foram identificadas na Bacia 79 represas, ou seja, há 0,8 represas por km². Entende-se que as condições de intermitência são potencializadas pelo regime de chuvas, que na Bacia se concentram em maior intensidade entre novembro e março; já entre maio a setembro, registra-se importante déficit hídrico.

Outra importante ação antrópica verificada durante os estudos de campo foi a extração de areia irregular e ilegal que ocorre nos leitos dos cursos d'água, fator que causa o alto potencial de degradação dos cursos de água. No período de estiagem, é visível a grande quantidade de sedimentos arenosos nas calhas, resultado das condições de degradação da Bacia. Assim, a extração de areia se torna fácil e rentável. Além da extração de areia, existem as atividades de lazer instaladas às margens das drenagens. Na BHCB, foram identificados pelos menos três clubes, dois balneários e um hotel-fazenda, sendo que esses espaços de lazer foram construídos em APPs e utilizam a água dos recursos hídricos superficiais e subterrâneas.

No intuito de contribuir para gestão e implementação de políticas de conservação da Bacia do Córrego Bagagem, seguem algumas medidas que podem ser adotadas: 1. Proteção e revitalização das áreas que margeiam as nascentes, veredas, matas ciliares e de galerias, no intuito de restabelecer a dinâmica hidrogeológica; impedir os processos erosivos e de assoreamento; e servir como fonte de abrigo e alimentos para a fauna; 2. Implementar medidas conservacionistas nas áreas de pastagens, para evitar que o escoamento superficial ocorra sequencialmente em toda a vertente, e promover a recuperação das pastagens degradadas com formas adequadas de manejo; 3. Reestruturação das APPs, com aplicação das determinações do Código Florestal; 4. Educação ambiental envolvendo toda a sociedade e o poder público, a fim de apresentar a problemática e as medidas mitigadoras; 5. Cumprimento legal mediante a expansão das áreas urbanas, ressaltando a importância de se considerar os percentuais de lotes com área verde; 6. Criar fóruns de discussão com produtores rurais e proprietários de terras, para se discutir a influência negativa de uso conflitante nas APPs e a importância do manejo adequado do solo e dos recursos hídricos; 7. Criar um comitê gestor da Bacia, com representantes do poder público, proprietários de terras, empresários e moradores, para o estabelecimento de critérios que conduzam sustentabilidade aos usos múltiplos da água; 8. Controle do uso/ocupação do solo e da água pelo poder público, minimizando impactos negativos como processos erosivos, assoreamento dos leitos fluviais e contaminação das águas; 9. Criar o zoneamento ambiental para a área da Bacia, pois é um dos instrumentos a ser utilizado, em termos de gestão ambiental, pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal n.º 6.938/1981).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos geoambientais têm contribuído no desvelamento das fragilidades, vulnerabilidades e também potencialidades das paisagens, especialmente em sistemas ambientais, como as bacias hidrográficas. As análises integradas das paisagens, nesses recortes espaciais, são abordagens cada vez mais usadas e valorizadas nos estudos geográficos. Assim, torna-se cada vez mais relevante e significativo tais estudos que objetivam assegurar a preservação e a conservação do ambiente, inclusive dos recursos hídricos, que vêm apresentando níveis de degradação que refletem na qualidade de vida das populações humanas.

Nesse contexto, ressalta-se a importância dos métodos e técnicas ligados ao geoprocessamento, que são indispensáveis nos estudos geoambientais das paisagens, pois estão presentes em todas as etapas do processo, desde a caracterização, passando pela integração dos dados e finalizando em produtos cartográficos - instrumentos da análise geoambiental integrada.

Os resultados alcançados neste trabalho sinalizam para a urgente necessidade de implementação de um plano de manejo do solo e água na BHCB. A análise integrada dos aspectos físicos, hidrográficos, climáticos e de uso e cobertura do solo indica as fragilidades ambientais da Bacia, bem como as intervenções antrópicas inadequadas, que reverberam em processos erosivos; assoreamento e intermitência dos cursos d'água; conflitos de uso nas APPs; disposição de resíduos sólidos e águas servidas nas drenagens; degradação de pastagens; extração irregular de areia; e represamentos irregulares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, 2013. p. 711-728.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. Tradução Ronaldo Costa. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BELTRAME, A. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas – modelo e aplicação**. UFSC, 1994.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 9. ed. São Paulo: Ícone, 2004. 355p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 9. ed. São Paulo: Ícone, 2014.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e a qualidade ambiental. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T (org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.727** de 18 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 18/10/2012.

CAMPANHARO, W. A. **Diagnóstico físico da bacia do rio Santa Maria do Doce-ES**. 2010. 66 f. Monografia (Graduação) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES.

CARDOSO, C. A et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Árvore**, v. 30, n. 2, p.241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1998.

CUNHA e SILVA, D. C. et al. Uso de indicadores morfométricos como ferramentas para avaliação de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 2, p. 627-642, 2016.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos / Humberto Gonçalves dos Santos, editores técnicos. – 5. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

ESA - EUROPEAN SPACE AGENCY. **Level-1**. 2019b. Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/processinglevels/level-1>>. Acesso em 16/03/2020.

ESRI. ECONOMIC AND SOCIAL RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS**. 2014.

FERREIRA, F. A. de O.; FRANCO, A. C. S.; SOUZA, J. C. de. Caracterização Geomorfométrica e Pedológica da Bacia Hidrográfica do Rio Bagagem (GOIÁS - GO). **Revista de Geografia**, Recife V. 37, N. 2, p. 446-464, 2020.

FARIA, M. M.; ZACCHI, R. C.; FERREIRA, E. S. Caracterização morfométrica e biológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Serafim, Sub-Bacia do Rio Paraibuna, Juiz de Fora MG. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, 2009, Viçosa, MG. **[Anais...]** Viçosa, MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 13, 2009.

GOOGLE LLC. **Google Earth Pro**, v. 7.3, Mountain View, 2019.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Disponível em 18 de junho de 2020. http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=sobre_inmet

IMB. Instituto Mauro Borges de Estatísticas Socioeconômicos. Goiás em Dados. Secretaria do Estado de Gestão e Planejamento. Goiânia, 2017.

KER, J. C. **Pedologia: fundamentos**. Viçosa: SBCS, 2012.

LANA, C. E. et al. Análise morfométrica da bacia do rio Tanque, MG. Brasil. **Rem: Ver. Escola de Minas**, v.54, n. 2, p.121-126, 2001.

LEAL, M. S. **Gestão ambiental de recursos hídricos: princípios e aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM, 1998.

MAGESH, N. S. et al. Geographical information system-based morphometric analysis of Bharathapuzha river basin, Kerala, India. **Applied Water Sciences**, v. 3, p. 467–477, 2013.

MOREIRA, C. V. R.; NETO, A. G. P. Clima e Relevo. *In*: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia e Engenharia, 1998.

RODRIGUES, V. A. et al. Avaliação do escoamento e interceptação da água das chuvas. **Irriga**, v.1, p.1- 13, 2015.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, Embrapa Cerrados, 1998. p.87-166.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da Climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico**. 2001. 169 f. Tese (Livre docência) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

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**, v.14, p. 826-834, 2010.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, n. 67, 1956.

SHELEME, B. Characterization of soils along a toposequence in Gununo area, southern Ethiopia. **Journal of Science and Development**, v. 1, n. 1, p. 31-41, 2011.

SOUZA, S. O.; OLIVEIRA, Regina Célia de. Considerações sobre a geografia física: conceitos, métodos e aplicações. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, p.3483-3494, 2017.

SPADOTTO, C. A. Ocupação agrícola: a importância da gestão territorial. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 9, p. 31. set. 2012.

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

TONELLO, K. C. et al. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, v.30, n. 5, p.849-857, 2006.

TRICART J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 97 p. 1977.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: ABRH, 2004.

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