



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Entre Folhas, Entre Folhas – MG

José Geraldo da Silva¹, Roberto César de Almeida Monte-Mor², Fernando Neves Lima³, Kleber Ramon Rodrigues⁴

¹Ms. em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá, Campos Itabira, Rua Irmã Ivone Drummond, 200, Distrito Industrial II – CEP: 35.903-087, Itabira, Minas Gerais. (31) 3839-0805. geraldonem54@gmail.com (autor correspondente).

²Dr. em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Professor Associado do Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, da Universidade Federal de Itajubá, Itabira, Rua Irmã Ivone Drummond, 200, Distrito Industrial II – CEP: 35.903-087, Itabira, Minas Gerais, Brasil (31) 3839-0805. e-mail: rmontemor@unifei.edu.br. ³Dr. em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Professor Adjunto do Instituto de Engenharias Integradas, da Universidade Federal de Itajubá, Itabira, Rua Irmã Ivone Drummond, 200, Distrito Industrial II – CEP: 35.903-087, Itabira, Minas Gerais, Brasil (31) 3839-0805. e-mail: limafernando@unifei.edu.br. ⁴Dr. em Solos e Nutrição de Plantas com ênfase em Evolução Pedogeomorfológica da Universidade Federal de Viçosa, Coordenador e professor Titular do Curso de Geografia do Centro Universitário Unifaveni. Rua José Caetano Filho, 79 - Floresta/Monte Verde, CEP:35300-449, Caratinga-MG. (33)98880-5107. e-mail: coordenacaogeografia@unifaveni.com.br.

Artigo recebido em 28/06/2023 e aceito em 25/09/2023

RESUMO

Analisar as condições morfométricas da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – MG e comportamento hidrológico na bacia. O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do córrego Entre Folhas-MG, no município de Entre Folhas – MG, leste de Minas Gerais, com uma área de cerca de 89,29 km²-MG, onde foram realizados todos os levantamentos em campo para composição de dados para realização dos cálculos morfométricos. Os dados foram coletados durante quatro meses no ano de 2021. Contribuição para as ações relativas ao melhor aproveitamento na utilização das atividades agrossilvopastoris no planejamento e gestões dos recursos naturais disponíveis sem sobrecarregá-los ou exauri-los. Desta forma, garantirá uma sustentabilidade ambientalmente equilibrada. A análise dos dados foi possível observar que a bacia possui impermeabilidade mediana, com uma boa capacidade de armazenamento de água subterrânea. Trata-se de uma bacia de forma alongada com seu relevo bem acidentado o que favorece o escoamento superficial, não esteja sujeita a grandes riscos de enchentes e transbordamentos. A morfometria influencia no escoamento superficial, no processo erosivo, de solo agricultáveis, matéria orgânica, perda de água e microfauna. Os estudos apontam a importância de realizar planejamentos e gestões na bacia baseando-se nos resultados dos dados das caracterizações morfométricas.

Palavras-chave: Caracterização morfométrica; Sustentabilidade ambiental; Escoamento superficial.

Morphometric characterization of the water basin of the core Tre Folhas, Entre Folhas - MG

ABSTRACT

To analyze the morphometric conditions of the watershed of the stream Entre Folhas - MG and hydrological behavior in the basin. The study was carried out in the hydrographic basin of the stream Entre Folhas-MG, in the municipality of Entre Folhas - MG, east of Minas Gerais, with an area of about 89.29 km²-MG, where all field surveys were carried out for composition. of data to perform the morphometric calculations. Data were collected during four months in 2021. Contribution to actions related to better use of agroforestry activities in planning and management of available natural resources without overloading or depleting them. In this way, you will ensure an environmentally balanced sustainability. Data analysis showed that the basin has medium impermeability, with a good capacity for underground water storage. It is an elongated basin with a very uneven relief, which favors surface runoff, and is not subject to great risks of floods and overflows. Morphometry influences surface runoff, erosion, arable soil, organic matter, water loss and microfauna. The studies point to the importance of planning and managing the basin based on the results of the morphometric characterization data.

Keywords: Morphometric characterization. Environmental sustainability. Surface runoff.

Introdução

Analisar, estudar e caracterizar uma bacia hidrográfica é fundamental para podermos solucionar problemas voltados para a dinâmica hidrológica, podendo tal estudo ser replicado para qualquer bacia hidrográfica com características fisiográficas e de uso e ocupação do solo similares e para qualquer número de habitantes.

Conhecer as variáveis morfométricas é fundamental para realização de planejamento e gestão ambiental em uma bacia hidrográfica, Souza (2016) afirma que: As características físicas área, perímetro, forma, declividade, comprimento do rio principal, densidade de drenagem exercem importante papel nos processos hidrológico, atuando sobre o deflúvio, infiltração, evapotranspiração, escoamento superficial e subsuperficial, os conhecimentos destas características são essenciais para o planejamento ambiental e gestão integrada dos recursos hídricos.

A caracterização morfométrica, de acordo com Teodoro *et al.* (2007) deve ser o primeiro passo a ser realizado para avaliar os estudos referentes aos aspectos hidrológicos, bem como os aspectos ambientais, com a finalidade de esclarecer as questões da dinâmica ambiental inseridas dentro da própria bacia hidrográfica.

Villela e Mattos (1975); Cardoso *et al.* (2006), corroboram que “a caracterização morfométrica da microbacia implica em indicadores para previsão do grau de vulnerabilidade da microbacia para enchentes, inundações ou erodibilidade”.

Segundo Santos *et al.* (2018), de posse da caracterização morfométrica da bacia hidrográfica, é possível realizar uma estimativa dos mananciais, sua disponibilidade para usos múltiplos e avaliar a capacidade de degradação no meio ambiente e, conforme Silva *et al.* (2018) a caracterização morfométrica é fundamental para planejar e avaliar a atuação hidrológica, sendo ainda utilizada como instrumento na gestão e segurança para conservação, utilização, do uso e ocupação do solo.

Para Lima *et al.* (2011), as características morfométricas de uma bacia hidrográfica controlam todo o escoamento superficial e, mediante essa condição, ela é considerada uma unidade territorial ideal.

Referindo-se à caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica, Silva *et al.* (2014); Fraga *et al.* (2014), afirmam que ela

deve ser empregada para correlações de valores da dinâmica hidrológica e ambiental, de forma a proporcionar um gerenciamento e utilização dos recursos naturais, de forma moderada e dentro dos limites dos usos.

Para Gutema, Kassa, Sifan e Koriche (2017), o estudo da morfometria da bacia hidrográfica está relacionado com os cálculos e as questões relacionadas à drenagem de toda a bacia. Para Asfaw e Workneh (2019), o estudo da morfometria de uma bacia hidrográfica está relacionado diretamente com as medidas quantitativas e análises precisas das diversas superfícies terrestres.

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica deve ser um dos primeiros métodos a serem executados em análises dinâmica da água ou do ambiente, e tem como objetivo sanar várias dúvidas relacionadas com a dinâmica hidrológica de bacias hidrográficas Silva *et al.* 2020. Ainda para Silva *et al.* (2020), a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um método de fundamental importância para estudar e solucionar problemas quanto à dinâmica hidrológica dentro de uma bacia.

Reis, Dias e Vieira (2020) usam da argumentação de que a análise integrada, juntamente com a avaliação dos parâmetros morfométricos e avaliação do uso e ocupação do solo, exercem um papel indispensável no método de caracterização da ação hidrológica dentro da bacia hidrográfica, proporcionando uma gestão ambiental mais eficaz.

Material e métodos

A caracterização da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas, município de Entre Folhas – MG, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Caratinga, na região Leste do estado de Minas Gerais, abrangendo uma área de cerca de 89, 29 km².

Para confecção dos mapas da classificação da hidrografia, conforme Strahler (1958), declividade, hipsométrico e uso e ocupação do solo, foram utilizadas imagens de satélite (Sentinel-2) pertencentes à Agência Espacial Europeia (ESA). A bordo deste satélite está o sensor MSI, com resolução espacial de 10 metros, nas bandas 4, 3 e 2, com as características representadas no Tabela 1 utilizadas na confecção dos mapas.

Tabela 1. Sistema de bandas utilizadas para confecção de mapas

Resolução	Comprimento de onda			Combinações de bandas
	Banda	central		
	Nr	Nome	(Nanômetro)	
10 m	B 02	Blue (Azul)	490	Cor vermelha
	B 03	Green (Verde)	560	RGB 04/03/02
	B 04	Red (Vermelho)	665	Falsa cor 1 e 2
		NIR (Infravermelho		
	B 08	Próximo	842	RGB 08/04/03
20 m	B 05	Red Edge 1	705	
	B 05	Red Edge 2	740	
	B 07	Red Edge 3	783	
	B 08			SWIR 1 RGB 2/11/8A
	A	Red Edge 4	865	
	B 11	SWIR 1	1610	
	B 12	SWIR 2	2190	
	B 01	Aerossol	443	
	B 09	Water Vapor	940	*****
	B 10	Cirrus	1375	

Para a classificação do uso do solo foi utilizado o software Qgis 3.16 (2020), por meio do plugin Semi Classification Plugin (SCP). Inicialmente, utilizou-se a composição RGB (RedGreen-Blue) com a imagem do satélite SENTINEL 2, datada de 13 de julho de 2020 (USGS, 2019). A partir da composição feita no software, foram coletadas 20 amostras para cada classe, previamente identificadas com auxílio do software Google Earth Pro. Nesse sentido, foram confirmados os usos do solo por meio de conhecimento em campo. Por meio dessa classificação, foram criadas as classes de uso e ocupação do solo na bacia do córrego Entre Folhas. De acordo com o conhecimento de campo e observação da imagem, apontou-se para as seguintes classes amostrais: formações florestais (vegetação nativa), Pastagem (áreas de pastos) e Área Urbanizadas (áreas com pequenos centros populacionais). As simbologias (cores) dos tipos de ocupação foram realizadas seguindo o Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

O mapa de localização da área, gradiente topográfico, altimetria e mapa para classificação de Strahler foram criados com o software Qgis 3.16 (2020).

A partir da imagem SRTM da área, foram extraídas as curvas de níveis de 50 em 50 metro, e classificadas entre mestras e intermediárias, utilizando o software Qgis 3.16 (2020), as imagens do satélite Sentinel-2, pertencente à Agência

Espacial Europeia (ESA), definiram 8 intermitências hipsométricas.

Para a confecção do mapa da rede hidrográfica da microbacia utilizou-se dos dados da base cartográfica digital do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), na escala de 1:100.000, para facilitar a identificação dos interflúvios da microbacia e da rede de drenagem. Os cálculos morfométricos da bacia hidrográfica foram utilizadas de autores nacionais e estrangeiros.

Com os dados da base cartográfica digital do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), na escala de 1:100.000, confeccionou-se o mapa da rede hidrográfica da bacia para facilitar a identificação dos interflúvios da microbacia e da rede de drenagem. A partir desse shape, criou-se uma coluna de atributos para a classificação dos cursos d'água, segundo Strahler (1952). A manipulação deste arquivo vetorial realizada manualmente no Qgis 3.16 (2020) e, posteriormente, esse serviu como rotulação para os níveis da metodologia supracitada.

Para a confecção da hipsometria, inicialmente utilizou-se o raster SRTM recortado para área de interesse através da ferramenta "recortar". Esse processo possibilitou realizar a classificação da altimetria específica para o córrego Entre Folhas, com a utilização de 8 classes de intervalos, variando entre a altitude mínima de 272 m e máxima de 877 m. Essas classes foram estilizadas no Qgis 3.16 (2020) por meio do comando da "Banda simples falsa cor", para que cada pixel dentro do mesmo intervalo apresentasse a mesma coloração.

Localização da área de estudo

A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, está localizada a leste do estado de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 19° 37' 32" de latitude S e 42° 13' 54" de longitude W, como consta na Figura 1.

Memorial de cálculos

Na Tabela 2 encontra-se os dados e fórmulas utilizadas para os cálculos da morfometria da bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

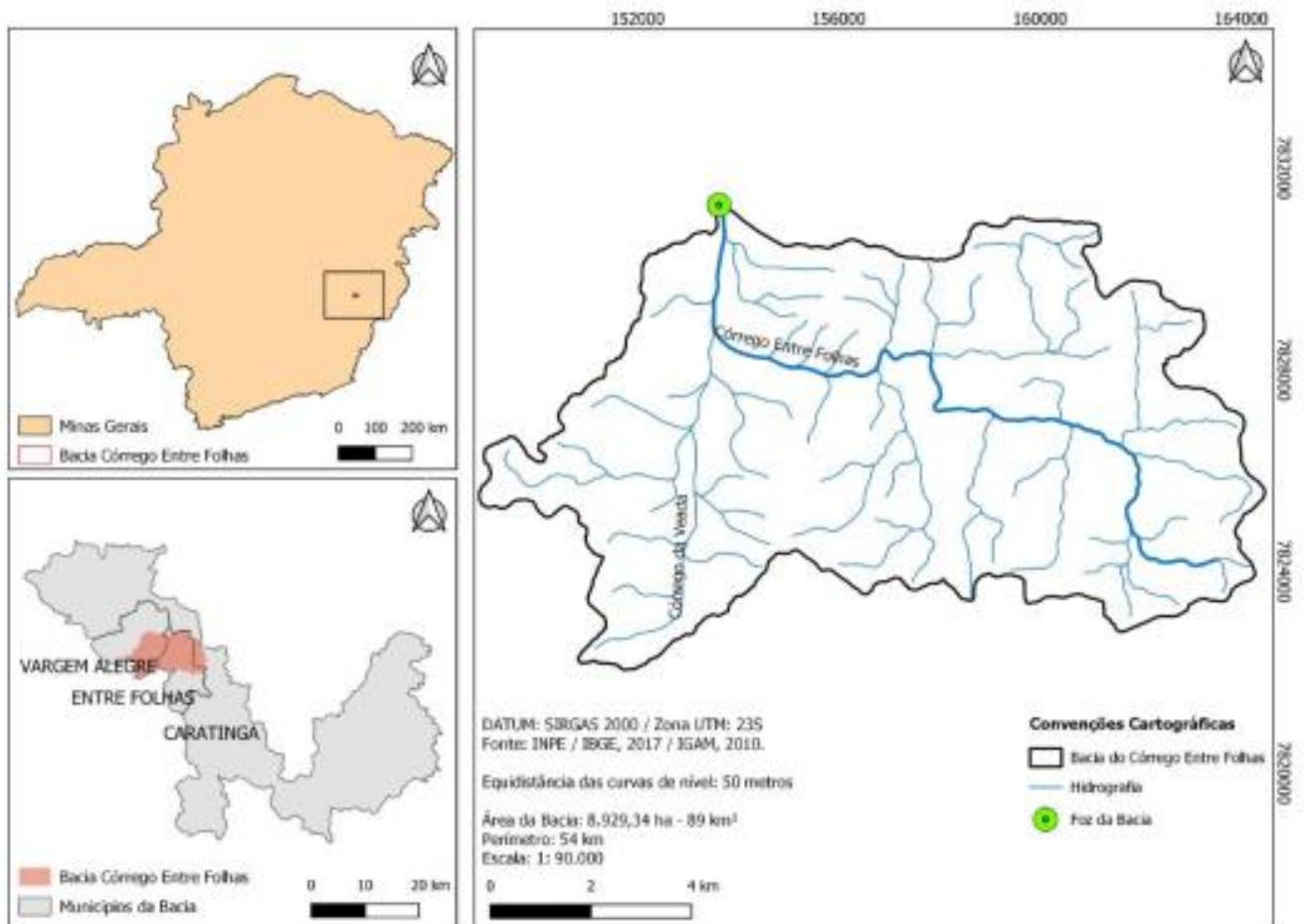


Figura 1. Localização da área de estudo

Tabela 2. Memorial de cálculo

DESCRIÇÃO	EQUAÇÃO	ITENS	UNIDADES	REFERÊNCIAS
Coeficiente de compacidade	$K_c = 0,28 \cdot P/\sqrt{A}$	Kc: Coeficiente	*****	Cardoso <i>et al</i> (2006) Silva e Mello (2008)
		P: Perímetro	km ²	
		A: Área da bacia	km	
Fator forma	$K_f = L_m/L$ $L_m = A/L$ $K_f = A/L^2$	Kf :Fator forma	*****	Silva e Mello (2008) França Junior <i>et al</i> (2007)
		Lm: Comprimento	m	
		A: Área da bacia	m ²	
		L ² : Comprimento ao ²	m ²	
Gradiente topográfico	$G_t = (CM - cm/D) \cdot 100$	Gt: Gradiente topográfico	mm	Strahler (1957) Strahler (1952)
		CM: Cota de maior altitude	m	
		Cm: Cota de menor altitude	m	
		D: Distância entre as cotas	m	
Índice de conformação	$I_c = A/Lax^2$	Ic: Índice de conformação	*****	Carvalho <i>et al</i> (2009)
		A: Área de drenagem	km ²	
		Lax: Comprimento axial da bacia	m	
Densidade de rede de drenagem	$D_r = N/A$	Dr: Densidade de rede de drenagem	km/km ²	Christofolletti (1974) Horton (1945)
		N: Número total de canais	km	
		A: Área de drenagem	km ²	
Declividade de curso d'água	$S = H/L \cdot 100$	S: Declividade do curso de água	Canais km ⁻²	Christofolletti (1974)
		H: Diferença de altitude	Número	
		L: Comprimento do leito principal	km ²	
Densidade de segmentos da bacia	$F_s = \sum n^1/A$	Fs: Densidade de seguimentos da bacia	%	Christofolletti (1974) Strahler (1957)
		$\sum n^1$ = Somatório dos seguimentos	m	
		A: Área da bacia	m	
Índice de circularidade	$I_{cc} = 12,57 \cdot A/P^2$	Icc: Índice de circularidade	*****	Borsato (2005)
		A: Área de drenagem	km ²	
		P: Perímetro	km	
Tempo de concentração	$T_c = 0,191 \wedge 0,76 \cdot S^{-0,19}$	Tc: Tempo de concentração	min e/ou hs	Chow <i>et al</i> (1998) Paiva e Paiva (2001)
		L: Comprimento do leito principal	m	
		S: Declividade do leito	m/m	

Resultados e discussão

A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais é transfronteiriça, haja vista ultrapassar a divisão geopolítica, tendo sua nascente principal localizada no divisor de água do município de Caratinga e sua foz no córrego do Boi, a jusante do município de Vargem Alegre – MG.

A caracterização morfométrica da bacia do córrego Entre Folhas norteará ações a serem aplicadas na mesma, por meio dos indicadores físicos, permitindo propor um conjunto de ações integradas para a sustentabilidade e gestão dos recursos hídricos e proteção ao meio ambiente.

Com os resultados dos cálculos morfométricos obtidos a bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, em condições normais da média das precipitações anuais não apresentam problemas de inundações. A bacia possui uma área de drenagem de 89,29 km², perímetro de 54,00 km, comprimento de 12,86 km, 16,69 km de cursos d'água principal e comprimento total dos cursos d'água de 124,72 km.

A cota topográfica de menor altitude para calcular o Gradiente topográfico (Gt) do curso d'água principal está a 653 m de altitude no divisor de água da bacia do rio Caratinga, próximo ao povoado de São Pedro, pertencente ao distrito de Santa Efigênia. A cota de maior altitude está a 877 m entre a bacia do córrego Entre Folhas e a microbacia do córrego da Veada, que tem sido utilizada para a confecção dos mapas de altimetria e hipsimetria.

A distância entre as cotas da foz à nascente principal do córrego Entre Folhas é de 3.450 m, possibilitando assim o cálculo do Gradiente topográfico (Gt) de 2,94 %, o que implica no escoamento das precipitações com uma velocidade menor. Desta forma, com o resultado do Gradiente topográfico da bacia de 2,94 %, associado ao tipo de solo, dificilmente ocorrerão grandes deslocamentos de materiais particulados ou até mesmo ocorrência de fluxo gravitacionais.

Porém, nas áreas mais elevadas, o processo de intemperismo, tanto do solo quanto das rochas, poderá ocorrer com maior intensidade, podendo provocar deslocamentos de materiais particulados e ocasionar alterações significativas na calha do córrego, assoreamento de residências que porventura estiverem situadas nessas áreas fragilizadas.

O Fator forma (Kf) 0,32 que conforme Silva e Mello (2008) e França Junior *et al* (2007) com $Kf \leq 0,50$ a bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais não está sujeita a

enchentes. A Densidade de drenagem (Dd) da bacia de 1.4 km/km² é considerada mediana conforme Beltrame (1994) e Christofolletti (1969), estando classificada entre 0,50 – 2,00.

A Densidade de drenagem (Dd) varia inversamente com a extensão média do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia hidrográfica. Assim, a densidade de drenagem da bacia do córrego Entre Folhas 1,4 km/km², pode-se constatar que é uma bacia com densidade de drenagem mediana, favorecendo a infiltração.

O Coeficiente de compacidade (Kc) da bacia de 1,6, portanto, conforme Cardoso (2006) valores superiores a 1 significa que se trata de uma bacia alongada, desta forma, bacias terão tendências a enchentes se o Kc estiver próximo da unidade. Ainda segundo Silva e Mello (2006) bacias com Kc superior a 1,5 não estão sujeitas a enchentes, estando enquadrado a bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

O Índice de circularidade (ICC) encontrado da bacia de 0,32 conforme a classificação de Borsato (2005) o qual estipulou que bacia com valor menor que 0,51, alongada tende a facilitar o escoamento, sendo assim a bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais possui forma alongada e com boas condições de escoamento.

A bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais possui forma alongada, como consta nos dados do Fator forma (Kf) de 0,32, índice baixo, o que pode ser confirmado com os valores encontrados pelo Índice de circularidade (ICC) de 0,38, Índice de conformidade (IC) de 0,5 e o Coeficiente de compacidade de (Kc) de 1,6. Portanto, uma bacia com o Fator forma (Kf), Índice de circularidade (Icc) e Coeficiente de compacidade (Kc) baixos, determina que a bacia não está sujeita a inundações, isso em condições normais de precipitações, conforme as médias anuais dos últimos trinta anos da bacia, além de que a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos ao longo de seu percurso.

O Tempo de concentração (Tc) de 204 min tempo do escoamento superficial da bacia desde o ponto mais distante da mesma até o exultório pode ser utilizado pela municipalidade, Comitê de Bacia, Defesa Civil entre outros órgãos do estado, pois, sabendo-se do Tc é possível realizar projetos de segurança e melhorias no sistema de armazenamento de água.

Mediante aos dados morfométricos da bacia por eles se pode constatar que em condições normais de precipitações a bacia tende para uma boa infiltração, possibilitando assim o abastecimento de água nas áreas de recarga, implicando diretamente na recarga das nascentes, melhoria na depuração da água favorecendo os

sistemas de irrigação e abastecimentos para as atividades agrossilvopastoris.

Os resultados da caracterização física encontrados na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais estão representados na Tabela 3.

Tabela 3. Características físicas da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	UNIDADES	RESULTADOS
Área de drenagem (Ad)	km ²	89,29
Perímetro da bacia (P)	km ²	54
Comprimento da bacia (L)	km ²	12,86
Menor cota do curso d'água principal	m	272
Maior cota do curso d'água principal	m	653
Distância das cotas do curso d'água principal	m	12.961
Comprimento do curso d'água principal (L)	m	16.690
Comprimento total do curso d'água (Lt)	m	124.720
Coeficiente de compactidade (Kc)	*****	1,6
Fator forma (Kf)	*****	0,32
Grau de ramificação	*****	4ª ordem
Gradiente topográfico (Gt)	m/m	2,94%
Índice de conformação (IC)	*****	0,5
Densidade de drenagem (Dd)	km/km ²	1,4
Densidade de rede de drenagem (Dr)	Canais ⁻²	0,7
Declividade do curso d'água principal (S)	m/m	0.02
Densidade de segmento (Fs)	*****	0,985
Índice de circularidade (ICC)	*****	0,32
Tempo de concentração (Tc)	min	204

A classificação e hierarquização dos cursos d'água da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais de acordo com a classificação de Strahler (1958), tem seus cursos d'água classificados com ramificações de primeira

à quarta ordem. A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais Figura 2, possui 93 canais no total, sendo 55 de 1ª ordem, 24 de 2ª ordem, 9 de 3ª ordem e 5 de 4ª ordem, de acordo com a hierarquização de Strahler (1958), Tabela 4.

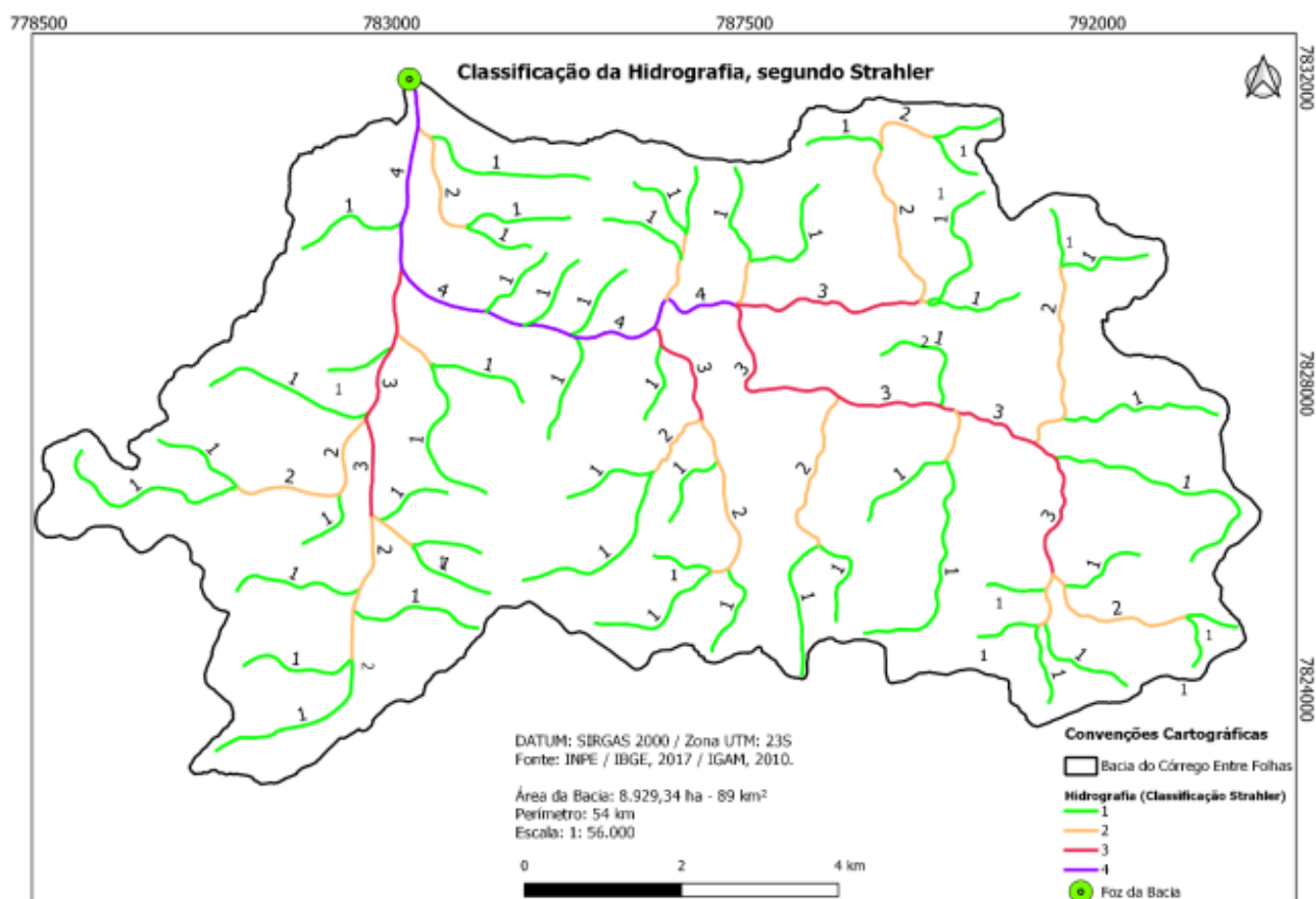


Figura 2. Classificação e hierarquização dos cursos d'água da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, segundo Strahler (1958)

Tabela 4. Número de canais e número de ordem conforme classificação de Strahler (1958) da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

NÚMERO DE CANAIS	NÚMERO DE ORDEM
55	1
14	2
9	3
5	4

A rede de drenagem da bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais possui 124.720 m de extensão, e é composta pelo curso principal com 16.690 m de extensão. Os principais cursos d'água tributários do córrego Entre Folhas na margem esquerda: córrego Cajuru, Passa Dez, Veada, Oriente, Penha, Vitor, Bentes e Vista Alegre (na margem direita córrego

Paraopeba), Limoeiro, Monjolo, Correia, Esmeralda, todos com regime intermitente e com padrão de drenagem endorreica. A classificação da hierarquização dos cursos d'água da bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais servirá de instrumento na elaboração do plano de recurso hídrico para a bacia.

Declividade da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais
A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais bacia transfronteiriça está na interseção de áreas dos municípios de Entre Folhas, Caratinga e Vargem Alegre, tendo sua maior proporção no município de Entre Folhas – MG.

As declividades de 0% a 14% estão situadas nas planícies de inundação, desde a confluência dos córregos Cajuru e Veada até o exutório do córrego do Boi, no município de Vargem Alegre; de 15% a 24% estão próximas aos cursos d'água, ou seja, Áreas de Preservação Permanente – APP. As áreas propícias a atividades agrossilvopastoris estão entre 25% a 34 %.

Entre 35% e 45% estão as áreas consideradas de meia encosta, com restrições para atividades agrícolas.

Áreas consideradas de recargas hídricas não devem ser ocupadas por nenhuma atividade a não ser revegetação. Elas estão situadas da porção média para superior entre 45% a 54%. Acima de 54% estão situadas as áreas mais elevadas, os topos de morro, fundamentais para os

planos e projetos de reflorestamento, protegendo as áreas de recargas hídricas e abastecendo as nascentes, o nível freático, evitando o carreamento de material particulado para o leito dos cursos d'água, Figura 3 Tabela 5 declividade da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

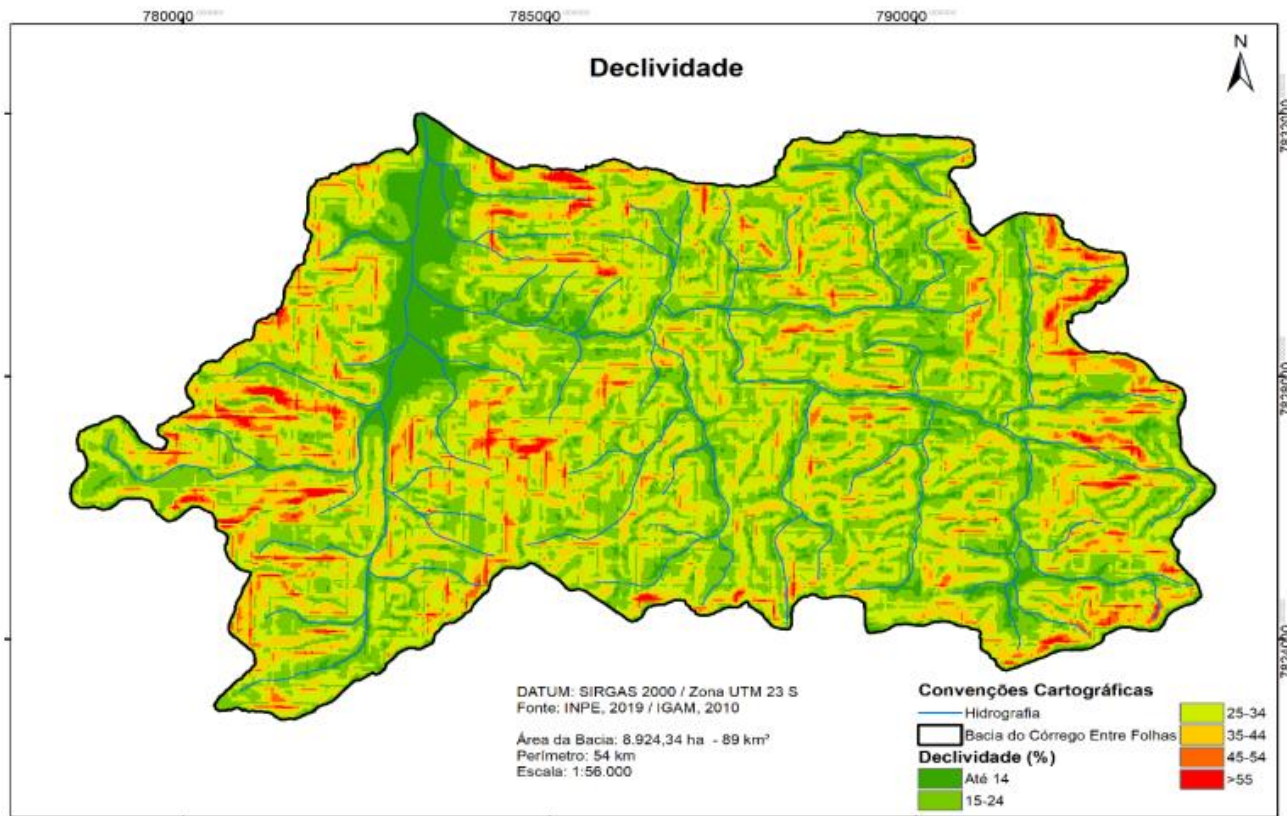


Figura 3. Declividade da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

Tabela 5. Declividade em percentuais

DECLIVIDADE		
Simbologia	Percentual	Principais usos
	Até 14 %	Planícies de inundação
	15 % a 24 %	Área de Preservação Permanente - APP
	25 % a 34 %	Atividade agrossilvopastoris
	35 % a 44 %	Agricultura de subsistência
	45 % a 54 %	Área de recarga
	> 55 %	Reflorestamento

Fonte: Autor (2020)

A vegetação ciliar encontra-se bastante comprometida em toda a bacia: cerca de 58,9% das nascentes estão protegidas, isto por estarem em áreas de difícil acesso. O restante, 41,1%, estão sem as devidas proteções, sem vegetação,

cercamento, servindo diretamente para dessedentação de animais, provocando pisoteio e contaminação difusa. As áreas de APPs vêm sendo utilizadas para culturas perenes e acesso à dessedentação do gado, Figura 4.



Figura 4. Utilização da Área de Preservação Permanente – APP

Classificação hipsométrica

Quanto a classificação hipsométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais as porções mais elevadas se concentram no Norte, Sul, Leste e Oeste, bordeando os divisores de água da bacia. Já os relevos de menor altitude se concentram mais ao Noroeste da bacia, desde a foz localizada no município de Vargem Alegre no córrego do Boi, até a calha do córrego da Veada e a bifurcação dos córregos Paraopeba e Oriente.

Na área situada nas cotas de 272 m a 367 m, a declividade é bem suave, tal como a Área de Preservação Permanente – APPs. Nas cotas topográficas de 368 m a 443 m, ocorre uma declividade suave, ocupada com residências, podendo ser utilizada também para atividades agrossilvopastoris. As cotas de 444m a 488 m são áreas que, apesar de estarem sendo utilizadas para atividades agrossilvopastoris, necessitam de uma atenção para recuperação das áreas degradadas

pelo pisoteio do gado, com vegetação nativa, para conter os processos erosivos, além da proteção das nascentes, como determina a legislação vigente.

As cotas topográficas de 489 m a 522 m são áreas que podem ser utilizadas para atividades de agricultura, a de 523 m a 565 m podem ser utilizadas para as atividades agropecuárias, tomando-se as devidas precauções quanto ao manejo e proteção do solo e nascentes.

Já as áreas de declividades entre 566 m a 629 m são extremamente restritas às ocupações de qualquer natureza. As declividades acentuadas entre 630 m a 876 m precisam de uma recomposição vegetal, haja vista serem áreas de recarga das nascentes e abastecimento do nível freático, bem como a áreas de topo de morro com cotas acima de 877 m, estas sim, somente com cobertura vegetal Figura 5 e Tabela 6, estão representadas nos intervalos hipsométricos, obtidos da bacia.

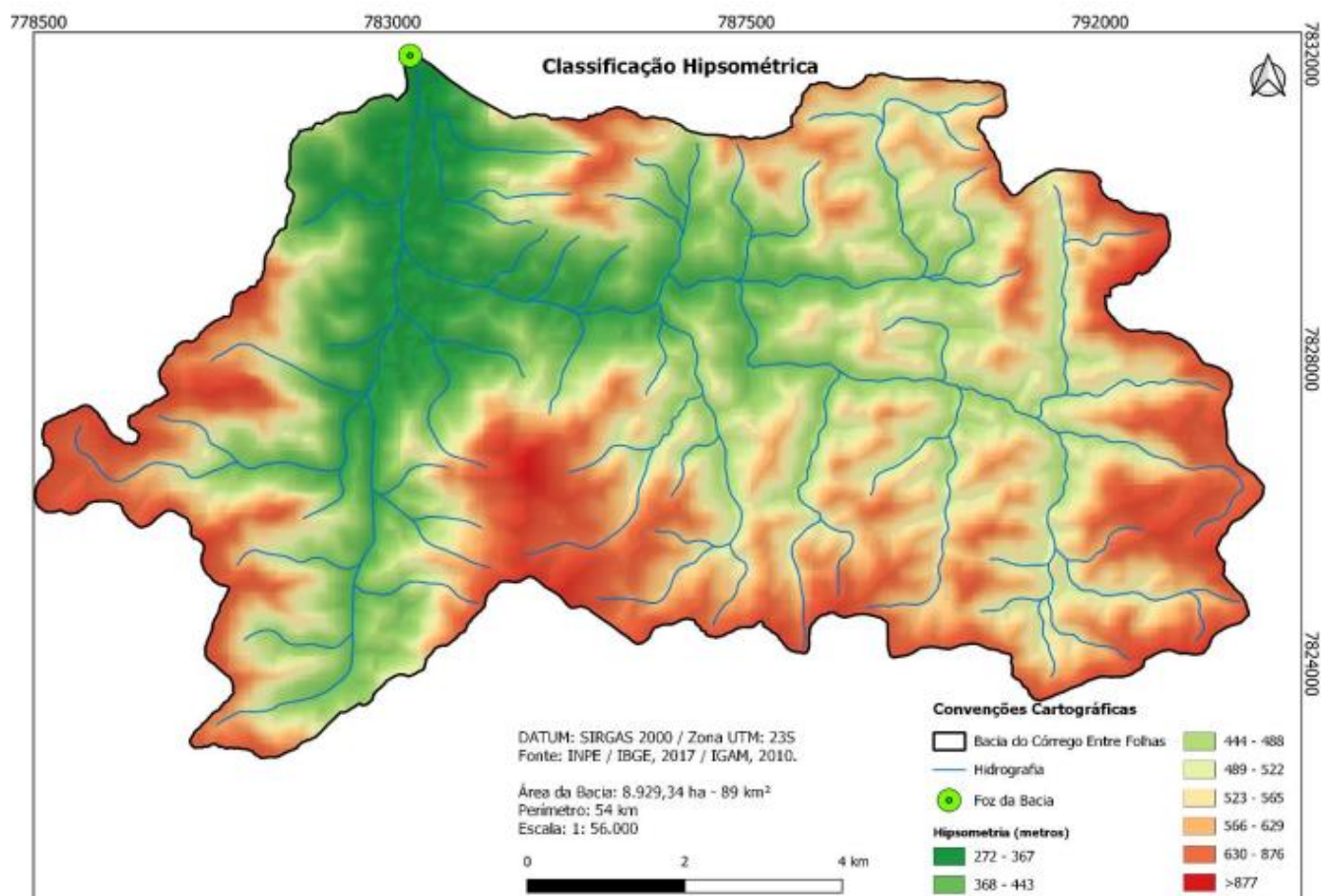


Figura 5. Classificação hipsométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folha – Minas Gerais

Tabela 6. Intervalos hipsométricos

SIMBOLOGIA	INTERVALOS	UTILIZAÇÃO
	272 - 367	Respeitando as APPs
	368 - 443	Ocupação com residências
	444 - 488	Atividade agrossilvopastoris
	489 - 522	Atividades agrícolas
	523 - 565	Agropecuária
	566 - 629	Áreas restritas para utilização
	630 - 876	Área de recarga
	> 877	Somente para cobertura vegetal

Uso e ocupação do solo

Quanto ao uso e ocupação do solo da bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, a bacia abrange dois municípios em sua totalidade da área urbana: o município de Entre Folhas e Vargem Alegre.

As classes de uso e ocupação do solo mais significativas podem ser visualizadas na Figura 6 e Tabela 7: as áreas de pastagem para pecuária

extensiva, agricultura de subsistência e pequenas porções de vegetação nativa. Formações florestais (vegetação nativa) 3050,531546 ha, 34,16431 %; Pastagem (áreas de pastos) 5640,628222, 63,172 % e Área Urbanizadas (áreas com pequenos centros populacionais) 239,3678673, 2,680791 %.

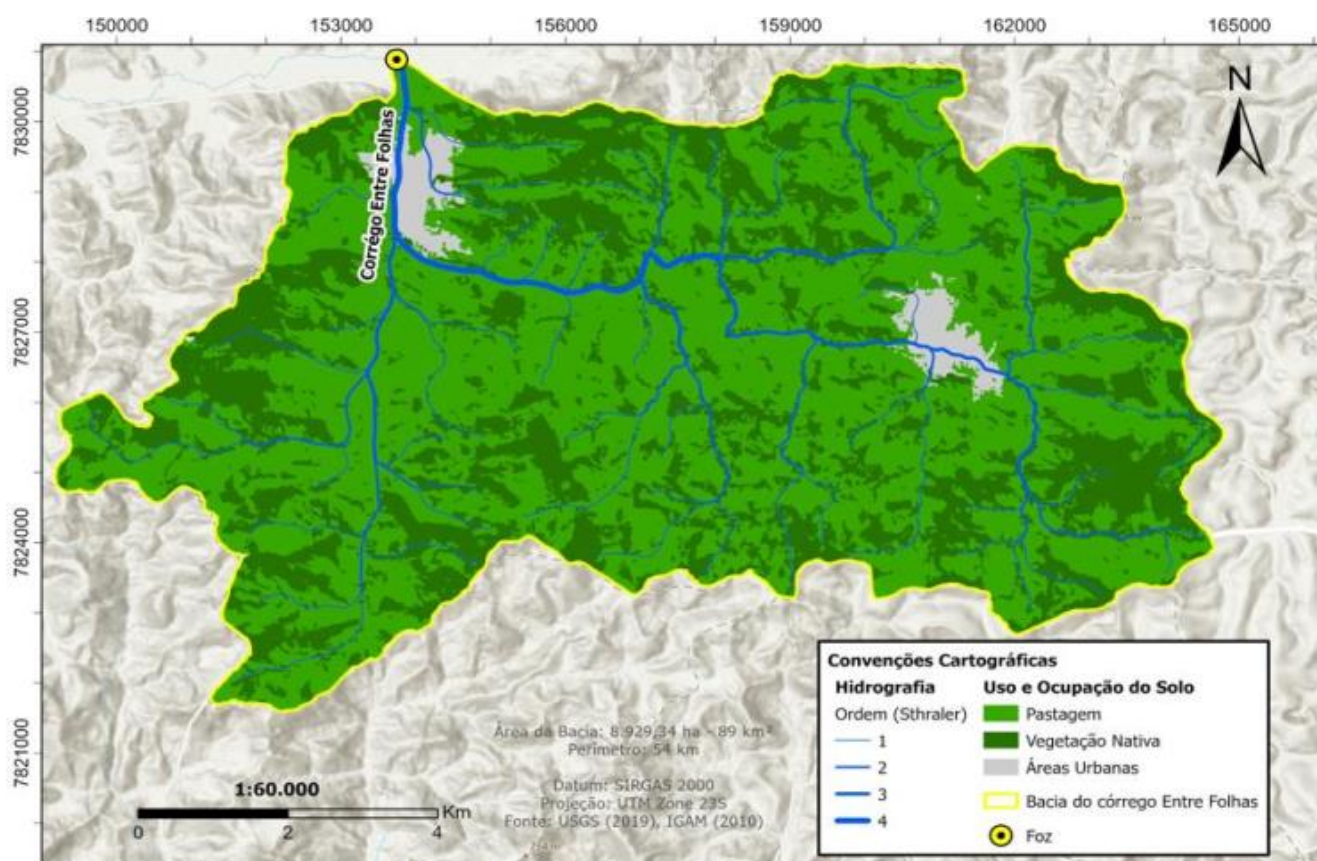


Figura 6. Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

Tabela 7. Áreas e percentuais de uso e ocupação do solo

Simbologia	Uso e ocupação do solo	Área (ha)	Área (Km²)	%
	Áreas urbanas	239,367867	2.393.678.673	2,68079
	Pastagem	5640,62822	56,40628222	63,172
	Vegetação nativa	3050,53155	30,50531546	34,1643

Conclusões

As características físicas da bacia quanto ao uso e ocupação do solo em termos de declividade entre 25 % a 44 % possui características favoráveis para prática de atividades agrossilvopastoris, agricultura e agricultura de subsistência, podendo ser confirmada pela hipsometria nas cotas entre 444 a 565 m. A bacia possui cursos d'água classificados como de 4ª ordem, densidade de drenagem mediana e uma rede de drenagem bem ramificada, forma alongada, Coeficiente de compacidade (Kc) de 1,6, Fator forma (Kf) de 0,32 e Índice de conformidade (Ic) de 0,32 determina que a bacia não está sujeita a inundações, isso em condições normais de precipitações, conforme as médias anuais dos último trinta anos. A densidade de drenagem (Dd) de 1,4 km/km² indica um sistema de drenagem mediana, a bacia tende para uma boa infiltração e

de forma lenta, possibilitando assim o abastecimento das áreas de recargas das nascentes.

Os resultados obtidos pela caracterização física da bacia, se mostraram consistentes, permitindo concluir que os objetivos propostos para o presente estudo foram alcançados de forma satisfatória. Assim, frente à metodologia aplicada e os dados analisados, foi possível, primeiramente, concluir que a utilização do solo é um fator preocupante na bacia do córrego Entre Folhas. Tal afirmação se baseia na utilização dos recursos hídricos de forma irregular, principalmente quando comparamos a utilização com a declividade do terreno e hipsometria, verificando-se e necessitando de um planejamento e gestão voltada para o uso e ocupação do solo analisando as características físicas da bacia.

Agradecimento

Ao apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº 2717/2015, pelo apoio técnico científico.

Referências

- Abraha, M.G., Savage, M.J., 2008. Comparison of estimates of daily solar radiation from air temperature range for application in crop simulations. *Agricultural and Forest Meteorology* 148, 401-416.
- Assis, F.N., Mendez, M.E., 1989. Relação entre a radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 24, 797-800.
- Baldochi, D.D., Valentini, R., Running, S., Oechels, W., Dahlman, R., 1996. Strategies for measuring and modeling carbon dioxide and water vapour fluxes over terrestrial ecosystems. *Global Change Biology* 2, 159-168.
- Bat-Oyun, T., Shinoda, M., Tsubo, M., 2012. Effects of cloud, atmospheric water vapor, and dust on photosynthetically active radiation and total solar radiation in a Mongolian grassland. *Journal of Arid Land* 4, 349-356.
- Castelletti, C.H.M., Silva, J.M.C., Tabarelli, M., Santos, A.M.M., 2004. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: Silva, J.M.C., Tabarelli, M., Fonseca, M.T., Lins, L.V. (Orgs.), *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 91-100.
- CPTEC. Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos, 2012. Disponível: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso: 03 set. 2014.
- Cunha, A.P.M.do.A., Alvalá, R.C.dos.S., Oliveira, G.S., 2013. Impactos das mudanças de cobertura vegetal nos processos de superfície na região semiárida do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia* 28, 139-152.
- EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2013. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido. Médias anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro. Petrolina. Disponível: <http://www.cpat.sa.embrapa.br:8080/servicos/dados/met/ceb-anual.html>. Acesso: 17 ago. 2014.
- Fontana, D.C., Alves, G.M., Roberti, D., Moraes, O.L.L., Gerhardt, A., 2012. Estimativa da radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela cultura da soja através de dados do sensor Modis. *Revista Bragantia* 71, 563-571.
- Giambelluca, T.W., Scholz, F.O.G., Bucci, S.J., Meinzer, F.C., Goldstein, G., Hoffmann, W.A., Franco, A.C., Buchert, M.P., 2009. Evapotranspiration and energy balance of Brazilian savannas with contrasting tree density. *Agricultural and Forest Meteorology* 149, 1365-1376.
- Gower, S.T., Kucharik, C.J., Norman, J.C., 1999. Direct and indirect estimation of leaf area index, f PAR, and net primary production of terrestrial ecosystems. *Remote Sensing of Environment* 70, 29-51.
- Gutiérrez, A.P.A., Engle, N.L., Nys, E.D., Molejón, C., Martins, E.S., 2014. Drought preparedness in Brazil. *Weather and Climate Extremes* 3, 95-106.
- Jacovides, C.P., Tymvios, F. S., Asimakopoulos, K.L., Theofilou, K.M., Pashiardes, S., 2003. Global photosynthetically active radiation and its relationship with global solar radiation in the Eastern Mediterranean basin. *Theoretical and Applied Climatology* 74, 227-233.
- Kato, T., Tang, Y., Gub, S., Cui, X., Hirota, M., Du, M., Li, Y., Zhao, X., Oikawa, T., 2004. Carbon dioxide exchange between the atmosphere and an alpine meadow ecosystem on the Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Agricultural and Forest Meteorology* 124, 121-134.
- Krishnan, P., Meyers, T.P., Scott, R.L., Kennedy, L., Heur, M., 2012. Energy exchange and evapotranspiration over two temperate semi-arid grasslands in North America. *Agricultural and Forest Meteorology* 152, 31-44.
- Moura, M.S.B., Galvêncio, J.D., Brito, L.T.de., Souza, L.S.B.de., Sá, I.I.S., Silva, T. G. F. da., 2007. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L.T.L., Moura, M.S.B., Gama, G.F.B. (Orgs.), *Potencialidades da Água de Chuva no Semi-Árido Brasileiro*. 1 ed. Embrapa Semi-Árido, Petrolina, pp. 37-59.
- Müller, A.G., Bergamaschi, H., 2005. Eficiências de interceptação, absorção e uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo milho (*Zea mays* L.), em diferentes disponibilidades hídricas e verificação do modelo energético de estimativa da massa seca acumulada. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 13, 27-33.

- Nobre, P., Melo, A.B.C., 2001. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. *Revista Climanalise*. Disponível: http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/artigo_variabilidade_dez01.pdf. Acesso: 20 ago. 2014.
- Novick, K.A., Stoy, P.C., Katul, G.G., Ellsworth, D.S., Siqueira, M.S.B., Juang, J., Oren, R., 2004. Carbon dioxide and water vapor exchange in a warm temperate grassland. *Oecologia* 138, 259-274.
- Oliveira, M.B.L., Santos, A.J.B., Manzi, A.O., Alvalá, R.C.S., Correia, M.F., Moura, M.S.B., 2006. Trocas de energia e fluxo de carbono entre a vegetação de caatinga e atmosfera no nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia* 21, 166-174.
- Paiva, C.M., 2005. Estimativa do balanço de energia e da temperatura da superfície via satélite NOAA-AVHRR. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro, UFRJ.
- Pereira, A.R., Angelocci, L.R., Sentelhas, P.C., 2002. Agrometeorologia – fundamentos e aplicações práticas. Agropecuária, Guaíba.
- Querino, C.A.S., Moura, M.A.L., Querino, J.K.A.S.Q., Von Randow, C., Marques Filho, A.O., 2011. Estudo da radiação solar global e índice de transmissividade (kt) externo e interno, em uma floresta de mangue em alagoas – Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia* 26, 204-294.
- Radin, B., Bergamaschi, H., Junior, C.R., Barni, N.A., Matzenauer, R., Didoné, I.A., 2003. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38, 1017-1023.
- Rotenberg, E., Yakir, D., 2010. Contribution of semi-arid forests to the climate system. *Science* 327, 451-454.
- Santos, S. de A., Correia, M. de F., Aragão, M. R. da S., Silva, P.K.de.O., 2012. Aspectos da variabilidade sazonal da radiação, fluxos de energia e CO₂ em área de Caatinga. *Revista Brasileira de Geografia Física* 4, 761-773.
- Silva, B. B. da., Lopes, G.M., Azevedo, P.V., 2005. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5-TM. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 13, 11-21.
- Silva, T.G.F.da., Moura, M.S.B., Zolnier, S., Soares, J. M., Souza, L.S.B.de., Brandão, E.O., 2011. Variação do balanço de radiação e de energia da cana-de-açúcar irrigada no Semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)* 15, 139-147.
- Silva, T.G.F., Zolnier, S., Moura, M.S.B., Souza, L.S.B., 2013. Sazonalidade do Controle de Evapotranspiração pela Cana-de-Açúcar Irrigada e Características Aerodinâmicas da Cultura no Semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física* 6, 621-634.
- Souza, P. J. de O. P. de., Rocha, E. J. P. da., Ribeiro, A., Souza, E.B.de., 2010. Radiation balance in a soybean ecosystem in the Amazon. *Revista Ciência Agronômica* 41, 582-592.
- Souza, A.P., Escobedo, J.F., 2013. Estimativas da radiação global incidente em superfícies inclinadas com base na razão de insolação. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 8, 483-491.
- Teixeira, A.H.C., Bastiaanssen, W.G.M., Ahmad, N.D., Moura, M.S.B.de., Bos, M.G., 2008. Analysis of energy fluxes and vegetation-atmosphere parameters in irrigated and natural ecosystems of semi-arid Brazil. *Journal of Hydrology* 362, 110-127.
- Varejão-Silva, M.A., 2006. *Meteorologia e Climatologia*. Versão digital, 2. ed. Recife.
- Wang, H., Jia, G., Fu, C., Feng, J., Zhao, T., Ma, Z., 2010. Deriving maximal light use efficiency from coordinated flux measurements and satellite data for regional gross primary production modeling. *Remote Sensing of Environment* 114, 2248-2258.
- Wang, H., Prentice, I.C., Davis, T.W., 2014. Biophysical constraints on gross primary production by the terrestrial biosphere. *Bioessences* 11, 5987-6001.
- Yuan, W., Liu, S., Yu, G., Bonnefond, J.M., Chen, J., Davis, K., Desai, A.R., Goldstein, A.H., Gianelle, D., Rossi, F., Suyker, A.E., Verma, S.B., 2010. Global estimates of evapotranspiration and gross primary production based on MODIS and global meteorology data. *Remote Sensing of Environment* 114, 1416-1431.
- Zhang, X., Gu, S., Zhao, X., Cui, X., Zhao, L., Xu, S., Du, M., Jiang, S., Gao, Y., Ma, C., Tang, Y., 2010. Radiation partitioning and its relation to environmental factors above a meadow ecosystem on the Qinghai Tibetan Plateau. *Journal of Geophysical Research* 115.