Revista Brasileira de Geografia Física

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

Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC) como metodologia para a quantificação da degradação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Judia - Acre

Francisco Ivam Castro do Nascimento¹, Waldemir Lima dos Santos², Derlangela Lira da Silva³, Rodrigo Otávio Peréa Serrano⁴

¹ Mestre em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Acre (UFAC), Br 364, km 4, Distrito Industrial, Rio Branco – Acre, e-mail - ivam.nc@gmail.com; ²Doutor em Geografia pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Professor do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFAU, e-mail: waldemir_geo@yahoo.com.br; ³Especialista em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), graduada em Geografia Licenciatura pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco – Acre, E-mail: daysemargarida2008@hotmail.com; ⁴Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Belo Horizonte, professor do curso de Geografia e do programa de pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia da UFAU, e-mail: ropereas@gmail.com

Artigo recebido em 14/09/2020 e aceito em 19/04/2021

RESUMO

A degradação ambiental de uma bacia hidrográfica pode ser resultado de uma série de ações geradas pela atividade antrópica, podendo ser analisadas de forma sistêmica através do diagnóstico físico conservacionista, para diagnosticar os impactos ambientais negativos e ajudar no planejamento ambiental das bacias hidrográficas. Neste trabalho foi aplicada a metodologia do Diagnóstico físico conservacionista (DFC) na bacia hidrográfica do Rio Judia, localizada em Rio Branco – Acre. Para isso, os parâmetros foram adaptados para a realidade local, sendo aplicados por meio de técnicas de geoprocessamento, a fim de identificar e quantificar o grau de degradação da bacia hidrográfica entre os anos de 2006 à 2019. Os resultados apontaram que, o médio curso obteve o maior grau de degradação, 23. O baixo curso obteve valor 22 e o alto curso valor 21. Todos os três cursos da bacia hidrográfica tiveram valores elevados de degradação, indicando que recursos naturais como solo, floresta e água encontram-se ameaçados por atividades antrópicas como: pecuária, uso indiscriminado da água e ocupações irregulares. Conclui-se que a metodologia do DFC possibilitou a correta identificação quanto ao grau de degradação da bacia do Rio Judia, apontando os parâmetros que mais contribuíram para o atual cenário ambiental.

Palavras-chave: grau e degradação, meio ambiente, bacia hidrográfica.

Physical Conservationist Diagnosis (PCD) as a methodology for quantifying environmental degradation in the Rio Judia river basin - Acre

ABSTRACT

The environmental degradation of a hydrographic basin can be the result of a series of actions generated by anthropic activity, which can be analyzed in a systemic way through the physical conservationist diagnosis, to diagnose the negative environmental impacts and help in the environmental planning of the hydrographic basins. In this work, the methodology of physical conservationist diagnosis (PCD) was applied in the Judia River basin, located in Rio Branco - Acre. For this, the parameters were adapted to the local reality, being applied through geoprocessing techniques, in order to identify and quantify the degree of degradation of the watershed between 2006 and 2019. The results showed that the mean course obtained the highest degree of degradation, 23. The low course obtained value 22 and the high course value 21. All three courses of the watershed had high degradation values, indicating that natural resources such as soil, forest and water are threatened by anthropic activities such as livestock, indiscriminate use of water and irregular occupations. It was concluded that the PCD methodology allowed the correct identification of the degree of degradation of the Judia River basin, pointing out the parameters that most contributed to the current environmental scenario.

Keywords: degree and degradation, environment, hydrographic Basin

Introdução

Os diferentes usos e ocupações da terra em bacias hidrográficas (BH) estão relacionados diretamente a degradação ambiental, decorrente

das ações antrópicas diretas e indiretas. Estas ações podem variar de intensidade conforme a função que aquele espaço geográfico assume,

decorrente da apropriação dos seus recursos naturais (Chueh e Santos, 2005).

Assim, estudos que avaliem o estado da qualidade ambiental de uma bacia são recorrentes (Chueh e Santos, 2005; Oliveira e Galvêncio, 2008; Santos, 2013; Roboredo et al., 2016). De acordo com Leal (2012), o planejamento ambiental é um dos principais instrumentos para o manejo sustentável de uma bacia hidrográfica. Para Kabuya (2020) dados fisiográficos e ambientais podem ser utilizados para estudos que possuem como objetivos a classificação de sub-bacias, cálculo de índices de umidade, cálculo de declive e textura do solo.

Para Cavalcante et al. (2019) a bacias hidrográfica é a unidade de análise ambiental mais indicada para a adoção de estudos sistêmicos, principalmente aqueles que possuem como objetivo caracterizar e analisar a degradação ambiental.

Esses processos antrópicos não são diferentes na BH do Rio Judia tem passado por um intenso processo de ocupação antrópica, gerando impactos ambientais negativos sobre a vegetação e sobre os rios. Neste sentido, diagnosticar estes impactos por meio de metodologias adequadas é o passo inicial para planejar melhores práticas de proteção e de uso do solo.

O Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC) de bacias hidrográficas é uma das metodologias existentes para diagnosticar os impactos ambientais negativos e ajudar no

planejamento ambiental em bacias hidrográficas (Chueh e Santos, 2005; Sampaio et al., 2010)

Para Beltrame (1994) o DFC busca diagnosticar áreas vulneráveis à degradação ambiental em BH's utilizando ferramentas de mapeamento e parâmetros descritivos. A BH é a unidade de planejamento que melhor se encaixa com os propósitos da metodologia do diagnóstico físico conservacionista.

A utilização de BH's como unidades de planejamento possibilita a adoção de estratégias integradas envolvendo instituições de ensino, pesquisa e governos. A adoção destas estratégias favorece a elaboração de medidas para beneficiar as populações locais e o meio ambiente em que vivem.

Diante disto este trabalho tem como objetivo elaborar um diagnóstico físico conservacionista por meio de parâmetros ambientais para determinar o grau de degradação ambiental em que se encontra a bacia do Rio Judia.

Material e métodos

Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada entre os municípios de Rio Branco e Senador Guiomard – Acre, tendo aproximadamente 12.300 hectares (Figura 1).

Esta BH congrega os principais rios que cortam os municípios de Rio Branco e Senador Guiomard, sendo de grande importância para o abastecimento hídrico destes dois municípios.

A nascente do rio principal, que dá nome a bacia hidrográfica, está localizada entre as coordenadas 10°9'14" S e 67°44'14" W na zona urbana do município de Senador Guiomard e a foz entre as coordenadas de 9°58'24" S e 67°47'30" W na zona urbana do município de Rio Branco. Contando a unidade geológica da formação Solimões e seus terraços aluviais, no estado do Acre (Serrano et al., 2018)

Procedimentos para a obtenção dos parâmetros

O trabalho possui uma escala temporal de 13 anos, compreendendo entre os anos de 2006 a 2019. Esse intervalo de tempo permitiu elaborar cenários e diagnósticos da realidade referente da cobertura vegetal original e atual da área em estudo e demais parâmetros.

Para a elaboração deste trabalho foi primeiramente definido os índices de degradação de cada parâmetro (Tabela 1), conforme apresentado por Beltrame (1994).

Tabela 1. Parâmetros e seus valores mínimos e máximo de degradação

Parâmetro	Valor mínimo de degradação	Valor máximo de degradação
Cobertura Vegetal Original (CO)	1	10
Vulnerabilidade dos solos pela ação das chuvas (V)	1	3
Declividade média (DM)	1	4
Potencial erosivo dos solos (PE)	1	5
Uso e Ocupação da Terra (UOT)	1	7
Densidade de drenagem (DD)	1	4
TOTAL	6	33

Fonte: Beltrame (1994), adaptado pelo autor.

As definições dos valores mínimo e máximo referentes aos parâmetros levaram em consideração a sua capacidade de contribuição para a degradação da bacia hidrográfica. O valor mínimo que se pode obter com a aplicação de todos os parâmetros são 6 (seis), indicando que a bacia está preservada, e por tanto, não está sujeita

a processos de degradação. O valor máximo é 33 (trinta e três), indicando que a bacia se encontra degradada.

Cobertura vegetal original (CO)

O objetivo deste parâmetro é comparar o percentual de semelhança entre a cobertura vegetal original com a cobertura vegetal atual, assim como realizado por Chueh e Santos (2005) em sua análise de degradação ambiental na BH do Rio Pequeno em São José dos Pinhais/PR.

A cobertura vegetal original refere-se à vegetação existente na área de estudo antes de qualquer interferência antrópica. Conforme o Zoneamento Ecológico Econômico do estado do Acre (ACRE, 2010), a cobertura vegetal existente na bacia do Rio Judia antes de qualquer interferência humana era composta por floresta aberta com bambu (FAB) e floresta aberta com palmeira (FAP).

Para a determinação do percentual de semelhança foram utilizados técnicas e softwares de geoprocessamento, tais como o Spring 5.2.1.1 e QGIS 2.18. Conforme Nascimento et al. (2013) as ferramentas de geoprocessamento são úteis para o processo de análise, interpretação e apresentação de informações geográficas, com enfoque para as bacias hidrográficas.

para o tratamento dos dados referente a cobertura vegetal original e atual e posterior quantificação da vegetação existente no alto, médio e baixo curso da BH, conforme classificação adotada por Beltrame (1994) e sistematizado na tabela (2).

Tabela 2. Classificação quanto ao grau de semelhança entre a vegetação atual e original (CO)

Grau de semelhança	Índice
91 – 100%	1
81 – 90%	2
71 – 80%	3
61 – 70%	4
51 – 60%	5
41 – 50%	6
31 – 40%	7
21 – 30%	8
11 – 20%	9
1 – 10%	10

Fonte: Beltrame (1994), adaptado pelo autor.

Por meio da tabela 2 é possível determinar quão semelhante é um determinado setor da BH do Rio Judia em relação a cobertura vegetal original. Neste caso se um determinado setor

apresentar índice 1, significa que este ainda permanece com toda a sua cobertura vegetal. Se obtiver índice 10, indica que toda a vegetação original deste setor foi retirada.

Para calcular a vegetação existente na BH em estudo foi utilizada imagem do satélite Landsat 8 do ano de 2019, bandas RGB 4,5 e 6, órbita 002 e ponto 67 com resolução espacial de 30 metros. As imagens foram tratadas e classificadas no software Spring 5.2.1.1, disponibilizado gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Pavanis e Chuerrubim, 2013; Ramos et al., 2018) A partir dessas imagens, foram gerados mapas de desmatamento e uso do solo para cada ano estudado por meio da utilização do software Livre QGIS 2.18 (Farias et al., 2020).

Para Silva et al. (2020) a aplicação de imagens de satélite para analisar como está sendo utilizado o solo é importante para detectar a degradação vegetal. Com a disponibilização de imagens de satélite por órgãos governamentais desde a década de 1970, torna-se possível estimar o nível e evolução temporal da degradação ambiental em diferentes áreas.

Vulnerabilidade dos solos a erosão pela ação das chuvas (V)

De acordo com Oliveira (2020) a análise da vulnerabilidade erosiva, é um recurso que possibilita o conhecimento de indicadores relacionados à ocorrência de eventos que causa desequilíbrios no meio ambiente. Neste sentido, trata-se de um importante parâmetro a ser estudado e medido.

Para Crepani et al. (2004), os valores de intensidade pluviométrica podem resultar em energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética, sendo responsável pela capacidade erosiva das chuvas.

Logo, quanto maior a intensidade pluviométrica, maior será a capacidade erosiva da chuva, permitindo a criação de uma escala de erosividade da chuva, que represente a influência da precipitação nos processos morfodinâmicos.

Essa escala erosividade da chuva foi construída comportando 21 classes de erosividade associando valores relativos variando de 1,0 a 3,0 de vulnerabilidade à perda de solo (Crepani et al., 2004), como apresentado na Tabela (3).

Dessa forma, observa-se, que a intensidade da chuva define o grau de vulnerabilidade dos solos aos processos erosivos. Onde os valores próximos ou igual a 1,0 representam uma menor intensidade de chuva por mm/mês, enquanto os valores próximos ou igual a

3,0 possuem alta vulnerabilidade, por ser a classe com maior precipitação pluviométrica. A partir das informações da tabela (3) foi elaborada uma classificação de vulnerabilidade conforme os valores pluviométricos para a BH do Rio Judia

(Tabela 4), conforme apresentado por Crepani et al., (2004).

Tabela 3. Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade à perda de solo.

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
< 50	1,0	200 – 225	1,7	375 – 400	2,4
50 – 75	1,1	225 – 250	1,8	400 – 425	2,5
75 – 100	1,2	250 – 275	1,9	425 – 450	2,6
100 – 125	1,3	275 – 300	2,0	450 – 475	2,7
125 – 150	1,4	300 – 325	2,1	475 – 500	2,8
150 – 175	1,5	325 – 350	2,2	500 – 525	2,9
175 – 200	1,6	350 – 375	2,3	> 525	3,0

Fonte: Crepani et al., (2004).

Para encontrar o índice de vulnerabilidade dos setores do Rio Judia, levou-se em consideração os valores pluviométricos referentes aos anos entre 2006 a 2019. Após a obtenção da vulnerabilidade mensal de cada ano, chegou-se a média da vulnerabilidade anual dividindo todos os valores de vulnerabilidade encontrado nos meses do ano por 12 (número de meses no ano).

Obtendo-se os valores de vulnerabilidade anual entre os anos de 2006 a 2019 foi encontrado os valores finais de vulnerabilidade dividindo todos os valores anuais por 13 (número de anos analisados) (Tabela 4.).

Tabela 4. Classificação dos índices de vulnerabilidade para a BH do Rio Judia - Acre

Valores	Vulnerabilidade	SÍMBOLO
1,0 – 1,6	Baixa	V1
1,7 – 2,3	Média	V2
2,4 – 3,0	Alta	V3

Fonte: Adaptado de Crepani et. al., (2004)

Declividade Média (DM)

A declividade média é um importante parâmetro pois além de demonstrar características do relevo ainda está associada a maior ou menor sinuosidade dos rios (Vieira, 2019). De acordo com Alves et al. (2018) a declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica devido ao aumento da velocidade de escoamento superficial, reduzindo a capacidade de infiltração da água no solo.

Este parâmetro corresponde a velocidade do escoamento superficial, que contribui com o processo de mudança do talvegue dos rios e com a mudança da geomorfologia das áreas banhadas por estes cursos d'água. A declividade média da área em estudo foi calculada de acordo com Wisler e Brater (1964) e trabalhando por Lima (2008), através da Equação (1) e com técnicas de geoprocessamento por meio do software QGIS 2.18.

$$DM = \frac{LCN \cdot E}{A} \quad (1)$$

Onde:

DM – Declividade média;

LCN – Longitude das curvas de nível (por sub- bacia);

E – Equidistância entre curvas de nível;

A – Área da bacia

A obtenção da declividade média é importante para o DFC porque indica quais áreas possuem um maior potencial de erosão e/ou degradação dos solos. As classes de declividade e relevo estão contidas na tabela 5, bem como os símbolos e seus respectivos sub índices, conforme adotado por Beltrame (1994).

Tabela 5. Classes de declividade.

Declividade	Relevo	símbolo e subíndice
Até 8%	Suave ondulado	DM1
9 a 20%	Ondulado	DM2
21 a 45%	Forte ondulado	DM3

acima de 45% Montanhoso a
escarpado DM4

Fonte: Beltrame (1994)

Potencial erosivo dos solos (PE)

De acordo com Martins (2020) a erosão do solo é um grave problema ambiental da atualidade. Setores importantes da economia sofrem severos prejuízos, especialmente em função do ritmo em que as perdas de solo se processam, impactando de forma direta os processos produtivos no campo e a infraestrutura urbana.

É importante destacar que o estudo e mapeamento do potencial erosivo dos solos por meio de variáveis ambientais é um mecanismo crucial para o planejamento ambiental de bacias hidrográficas.

Para a elaboração do mapa de potencial erosivo dos solos, utilizaram-se as informações de solos e declividade do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre (ACRE, 2010), sendo o relevo um parâmetro auxiliar à informação de declividade. O mapa do potencial erosivo dos solos foi elaborado no software QGIS 2.18.

As classes de declividade assim como os tipos de solos receberam valores de acordo com o seu potencial de contribuição à erosão dos solos. Solos com maior grau de erodibilidade receberam valores maiores. Áreas com maiores declividades, por conseguinte, foram classificadas com um potencial erosivo maior. Correlacionando solos e declividade foi possível chegar aos seguintes cenários:

- a) solos com alto grau de erodibilidade localizados em uma área com alta declividade geram solos com alto potencial erosivo. Estas áreas podem receber índice entre 4 e 5, indicando que além de serem áreas com alto potencial erosivo também são áreas mais vulneráveis a degradação ambiental.
- b) solos com alto grau de erodibilidade localizados em áreas com baixa declividade possuem potencial erosivo baixo ou muito baixo. Para classificar o grau de erodibilidade dos solos foi utilizada a metodologia proposta por Xavier (2010) (Tabela 6).

Tabela 6. Grau de erodibilidade dos solos

Grau de erodibilidade	Unidades pedológicas
1 – Muito baixo	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo de textura argilosa; Solos Hidromórficos em relevo plano; Gleissolos, Planossolos, Organossolos, Neossolos Quartzarênicos em relevo plano.
2 – Baixo	-Latossolo Amarelo e Vermelho Amarelo de textura média argilosa; Terra Roxa estruturada; Latossolo Vermelho Escuro.
3 – Médio	Argissolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho escuro, textura argilosa. Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa e média; Latossolos Vermelho Amarelo; Terra Bruna.
4 Alto	Argissolo Vermelho Amarelo não abrupto, textura média – argilosa e média; Cambissolos; Argissolos Vermelho Amarelo de textura médio – arenosa.
5 Muito Alto	Cambissolos, Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho escuro abruptos, textura arenosa – média; Neossolos Quartzarênicos em relevos suaves – ondulado e ondulado

Fonte: Adaptado de Xavier (2019).

O potencial erosivo dos solos foi medido a partir das informações relacionadas ao relevo e declividade do solo, sendo adotadas cinco classes de declividade que mais se adequaram ao relevo local, onde não apresentou áreas com declividades maiores que 34% (Tabela 7).

Tabela 7. Grau de potencialidade erosiva da terra, decorrente declividade e do relevo.

Declividade (%)	Relevo	Grau de potencialidade erosiva
0 – 3	Plano	1 - Muito fraco
3 – 8	Suave Ondulado	2 – Fraco
8 -12	Ondulado	3 – Moderado
12 – 20	Moderadamente Ondulado	4 – Forte
20 – 34	Forte Ondulado	5 - Muito forte

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A interpolação das classes de relevo, solos e declividade, foram definidas a partir da ferramenta de geoprocessamento “union”,

permitindo unir as informações contidas na tabela de atributos de cada mapa. Logo em seguida, utilizou-se a ferramenta “*dissolve*” para que as áreas com o mesmo valor de média dos fatores ponderados se unissem como um só polígono, permitindo a obtenção do potencial erosivo dos solos (Tabela 8).

Quando um determinado setor da bacia obtiver potencial erosivo 2,5, este valor será arredondado para 3, sempre obtendo neste caso, número inteiro.

Tabela 8. Escalonamento dos índices do potencial erosivo do solo (PE)

Potencial erosivo	Símbolo	Escalonamento do potencial erosivo do solo*
Muito baixo	PE-1	0,0 - 1
Baixo	PE-2	1,1 - 2
Médio	PE-3	2,1 - 3
Alto	PE-4	3,1 - 4
Muito Alto	PE-5	4,1 - 5

Fonte: Adaptado de Beltrame (1994)

*Resultado da soma do grau de erodibilidade (Tabela 6) com o grau de potencialidade erosiva (Tabela 7) dividido por 2 (dois).

Uso e Ocupação da Terra (UOT)

Segundo Beltrame (1994) o parâmetro Cobertura Vegetal Atual que envolve o uso e ocupação da terra tem como objetivo o conhecer do grau de proteção que a vegetação proporciona ao solo. Dessa forma, a metodologia do DFC estabelece a necessidade de confecção de um mapa de uso da terra, apresentando os tipos de cobertura vegetal existentes na bacia.

Juntamente com a classificação de proteção fornecida ao solo pelas diferentes classes de uso e ocupação da terra, também foi necessário o escalonamento de um índice de proteção, variando de 0 (zero) para áreas degradada e 1 (um) quando a área ainda não sofreu com as atividades antrópicas (Tabela 9). Cada índice de proteção representa um grau de degradação específico.

Tabela 9. Índice de proteção da vegetação

Índice de proteção (escalonamento dos índices)	Grau de degradação
1	1
0,8 - 0,99	2
0,6 - 0,79	3
0,4 - 0,59	4
0,2 - 0,39	5
0,0 - 0,19	6
0,0	7

Fonte: Beltrame (1994)

Cada classe de uso e cobertura da terra fornece ao solo uma proteção específica. Algumas atividades como a pecuária, são mais prejudiciais ao solo que atividades do tipo extrativistas. Isso permite afirmar que áreas com vegetação natural possui um maior grau de proteção ao solo que áreas com atividades antrópicas agrícolas.

O índice de proteção fornecido pelos diferentes tipos de uso do solo e a delimitação das classes de uso e ocupação (Tabela 10) foi determinado a partir do sistema de classificação para a cobertura e uso da terra disponível no manual técnico de uso da terra do IBGE, onde se propõem a delimitação de classes em: áreas antrópicas não agrícolas (áreas urbanizadas e áreas de mineração), áreas antrópicas agrícolas (culturas permanentes, pastagens, silvicultura e uso não identificado) e áreas de vegetação natural (florestas) (IBGE, 2013).

Tabela 10. Classificação do índice de proteção de cada classe de uso e ocupação

Tipo de cobertura do solo	Índice de proteção
Áreas antrópicas não-agrícolas	0,3
Áreas antrópicas agrícolas	0,2
Áreas de vegetação natural	1

Densidade de Drenagem (DD)

A densidade de drenagem (DD) indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, indicando a eficiência da rede de drenagem. Os valores do comprimento dos canais de escoamento foram obtidos com o auxílio do *software QGIS 2.18*. Estes valores foram aplicados na fórmula (2).

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (2)$$

Onde:

Dd – Densidade de drenagem (km/km²);

Lt – Comprimento total dos canais (km); e

A – Área da bacia (km²).

A densidade de drenagem pode ser considerada uma boa indicação do grau de desenvolvimento do sistema, pois varia inversamente com a extensão do escoamento superficial, fornecendo uma indicação da eficiência da rede de drenagem.

Embora existam poucas informações sobre a densidade de drenagem de bacias

hidrográficas, acredita-se que a densidade varie 0,5 km/km², para as bacias pobres de drenagem, a 3,5 km/km² ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas.

A tabela 11 representa uma referência à classificação dos valores de densidade de drenagem e suas respectivas simbologias utilizadas para definir este parâmetro.

Tabela 11. Classificação dos Valores da Densidade de Drenagem e Respetivos Símbolos.

Valores da DD (km/km ²)	Qualificação da DD	Símbolo
≤ 0,5	Baixa	DD1
0,5 < e ≤ 2,00	Mediana	DD2
2,00 < e ≤ 3,50	Alta	DD3
Maior que 3,50	Muito Alta	DD4

Fonte: Beltrame (1994) adaptado pelo autor

Resultados e discussão

Determinação do Parâmetro Cobertura Vegetal Original (CO)

No estado do Acre predominam três grandes regiões fitoecológicas, são elas:

- Floresta ombrófila densa,
- Floresta ombrófila aberta e a
- Campinarana, restrita à parte noroeste do estado.

Na área em estudo foram delimitadas duas formações florestais, são elas: Floresta aberta com bambu (FAB) e Floresta aberta com palmeira (FAP). Fazendo a correlação do mapa de cobertura vegetal atual com o mapa de cobertura vegetal original chegou-se ao grau de semelhança (Tabela 12).

Tabela 12. Grau de semelhança da cobertura vegetal atual com a cobertura vegetal original nos setores em estudo.

Sector	Área (ha)	% (no sector)	Índice	Nível de semelhança
Alto Curso	5133	7,6	CO 10	Nenhuma
Médio Curso	3998	8,7	CO 10	Nenhuma
Baixo Curso	3179	7,1	CO 10	Nenhuma
TOTAL	12310			

Fonte: Base de dados do projeto, elaborado pelo autor.

No alto curso restou somente 7,6% da vegetação original, sendo que a vegetação restante é resultado da interferência antrópica no setor. É neste curso que se localizam a maioria das nascentes da bacia hidrográfica e onde o crescimento urbano ocorre de forma acelerada em relação aos demais locais da BH (figura 2.a.b).

Figura 2. a. Bairro em expansão no Alto Curso da BH do Rio Judia; b. Área em processo de degradação no Alto Curso.

O médio curso apresentou um percentual de semelhança maior (8,7%) em relação aos demais setores, que pode ser explicado pelo fato de estar localizado nas áreas rurais dos municípios de rio branco e Senador Guimard, onde a pecuária promove uma expansão do desmatamento.

O baixo curso apresentou o pior percentual de semelhança entre os três setores, sendo classificado com índice 5, indicando que não há nenhuma semelhança da vegetação atual com a vegetação original. O nível de semelhança observado entre a vegetação original e atual demonstra que há um processo avançado de retirada a vegetação nesta bacia hidrográfica.

Esses maiores percentuais de áreas desmatadas estão relacionadas as pequenas propriedades utilizadas integralmente para fins agrícolas, comuns em bacias próximas a núcleos urbanos, assim como observado por Alves et al. (2018) em seu trabalho na Microbacia do Ribeirão Inhumas-go

Para Filho et al. (2019) as florestas ou a cobertura vegetal são fundamentais para a manutenção de um bom estado de conservação do solo e da água, onde o desmatamento, preparo inadequado do solo e utilização agrícola das encostas, podem causar a degradação da área.

Na Figura 3 fica evidente as ações antrópicas ao longo da BH. Antes das mudanças antrópicas todos os cursos eram compostos de mata ciliar em dois níveis de adensamento florestal.

Figura 3. Cobertura Vegetal Existente na BH do Rio Judia – Acre. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

É importante salientar que a ausência de vegetação natural expõe o solo, podendo promover a degradação de acordo com suas características químicas e físicas e climáticas (Olszewski et al., 2011; Alves et al., 2018).

Determinação do Parâmetro Uso e Ocupação da Terra (UOT)

Segundo Chalise e Kumar (2020) o uso da terra é uma resposta socioeconômica que os humanos exploram para atender às suas necessidades, que, por conseguinte, é um dos fatores dominantes que afetam a erosão dos solos.

Para Farias et al. (2020) além dos benefícios hidrológicos que as vegetações nativas favorecem, merece destaque seu potencial para fixação de carbono, para proteção do solo e da biodiversidade. Já as áreas com nenhum ou pouca cobertura vegetal podem representar um risco para a preservação dos solos dos rios de uma bacia hidrográfica.

Mapear o uso e a ocupação da terra em bacias hidrográficas é primordial para a determinação e medição dos riscos ambientais que

as atividades antrópicas estão gerando nestas unidades de planejamento.

Giordano e Ferraro (2020) afirmam que mesmo com uma forte tentativa de preservação ambiental de um meio ambiente intocado, a presença de diferentes conflitos de uso pode prejudicar tanto o potencial de desenvolvimento de uma área quanto a sua conservação. Isto aponta para a necessidade de o poder público traçar políticas claras e duradouras de preservação das nascentes que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Judia para que crises hídricas sejam evitadas em futuro próximo.

Na Figura 4 observa-se que grande parte da BH está ocupada por áreas antrópicas agrícolas. Nesta classe de uso e ocupação concentram os diferentes tipos de produção agrícola e agropecuária. As áreas de vegetação natural representam a menor área de ocupação na bacia, e se concentram nos remanescentes das áreas de preservação permanente ao longo da rede de drenagem.

As áreas antrópicas não agrícolas, representam os adensamentos urbanos e rural do município de Senador Guimard e Rio Branco.

Figura 4. Espacialização do uso e cobertura da terra atual. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

É importante destacar o grande crescimento urbano e populacional que esta área tem passado nos últimos 20 anos, representando um risco para a manutenção e preservação dos recursos hídricos nesta bacia hidrográfica.

Tais características também foram observados por Farias et al. (2020) em seu manuscrito que analisou uso e ocupação do solo no município de Itanhém – Bahia.

Com as orientações das tabelas 9 e 10 foi possível obter o índice de proteção fornecido pela cobertura e uso do solo nos três setores em estudo (Tabela 13). Este índice foi obtido a partir da multiplicação do valor de cobertura em hectares pelo índice de proteção médio. A superfície reduzida de cada setor foi dividida pela área de seu respectivo setor, chegando ao valor do índice de proteção total por setor.

Conforme a tabela (13), o alto curso apresentou um índice de proteção total de 0,28, o que significa que este setor apresentou um grau de degradação 5 conforme estabelecido na tabela 4. Os setores de médio e baixo curso também apresentaram grau de degradação 5. Embora todos os setores tenham apresentado o mesmo grau de degradação é visto que o baixo curso apresenta um índice de proteção total ligeiramente maior que os demais setores, 0,34, indicando que este setor é o

mais degradado. Sendo também o que possui um maior quantitativo populacional.

Determinação do Parâmetro Declividade Média (DM)

A partir da equação que calcula a declividade média, as classes de declividade e seus respectivos símbolos e índices, foram obtidas as classes de declividade média de cada setor da BH do rio Judia, apresentada na Tabela 14.

As informações contidas na tabela (14) apontam para a definição do relevo ondulado em todos os três setores, conforme constatado pela classificação DM2 da tabela. Isso significa que a declividade da área em estudo não contribui para degradação através de perda de material por erosão.

Determinação do Parâmetro vulnerabilidade dos solos pela ação das Chuvas (V)

Com a coleta dos dados mensais de precipitação entre os anos de 2006 a 2019 no sítio do Grupo de Estudos e Serviços Ambientais (AcreBioClima, 2019), foi possível observar que as maiores quantidades de chuvas se concentraram entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

Os meses que possuem a menor quantidade de chuvas são: junho, julho e agosto.

A partir das informações de precipitação e por meio da escala de erosividade da chuva e dos valores de vulnerabilidade à perda de solo entre os anos de 2006 à 2019, foi calculada a vulnerabilidade a erosão para os três setores da

bacia do Rio Judia. Dessa forma observou-se de BH em estudo apresentou vulnerabilidade baixa, obtendo-se um índice de 1,54 para os três setores (Tabela 15).

Tabela 13. Índice de proteção fornecida ao solo pela cobertura da terra nos setores da bacia hidrográfica do Rio Judia – Acre.

Setor	Cobertura	(1) Área (ha)	(2) Índice de proteção Médio	(3) Superfície Reduzida	Índice de Proteção Total por Setor (Resultado da superfície reduzida total dividida pela área do setor)
1 Alto Curso	Áreas Antrópicas Não-Agrícolas	417,4	0,3	166,9	
	Áreas Antrópicas Agrícolas	4205,0	0,2	841,0	
	Áreas de Vegetação Natural	510,6	1,0	510,6	
	Total	5133,0		1476,82	0,28
2 Médio Curso	Áreas Antrópicas Não-Agrícolas	325,2	0,3	97,5	
	Áreas Antrópicas Agrícolas	3208,9	0,2	1,8	
	Áreas de Vegetação Natural	463,9	1,0	463,9	
	Total	3998,0		1203,26	0,30
3 Baixo Curso	Áreas Antrópicas Não-Agrícolas	1907,4	0,3	572,22	
	Áreas Antrópicas Agrícolas	953,7	0,2	190,74	
	Áreas de Vegetação Natural	317,9	1,0	317,90	
	Total	3179,0		1080,86	0,34

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 14. Classificação da declividade média do alto, médio e baixo curso da BH em análise.

SETOR	L.C.N. (km)	E (m)	A (km ²)	DM (%)	RELEVO	SÍMBOLO
Alto curso	0,6801	10	51,23	13,2	Ondulado	DM 2
Médio curso	0,6845	10	41,13	16,6	Ondulado	DM 2
Baixo curso	0,5014	10	30,74	16,3	Ondulado	DM 2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 15. Classificação da vulnerabilidade dos solos de sofrerem erosão pela ação das chuvas na área de estudo.

Setor	Índice	Qualificação	Símbolo
Baixo Curso	1,54	Vulnerabilidade e Baixa	V1
Médio Curso	1,54	Vulnerabilidade e Baixa	V1
Alto Curso	1,54	Vulnerabilidade e Baixa	V1

Fonte: Base de dados da pesquisa – 2019.

Determinação do Parâmetro Potencial Erosivo do Solo (PE)

De acordo com Carvalho et al. (2019) a intensidade da erosão de determinada área pode ser influenciada e intensificada de acordo com a declividade, propriedades do solo e cobertura vegetal.

A suscetibilidade do solo a processos erosivos está relacionada a fatores que podem influenciar de forma direta ou indireta a desagregação das partículas do solo. Dentre os principais fatores contribuintes para o processo de erosão está o potencial erosivo das chuvas, que somados ao potencial erosivo do relevo e a formação do solo, podem potencializar o risco de erosão (Figura 5).

Figura 5. Potencial erosivo dos solos. Fonte: Projeto de pesquisa, 2019

A Figura 5 apresenta a espacialização do potencial erosivo dos solos na área de estudo, determinado a partir de informações de solo e declividade.

Feita a quantificação das classes de potencial erosivo determinou-se o índice de potencial erosivo por setor. O alto curso da BH obteve índice 1 que de acordo com a Tabela 3 foi classificado como baixo potencial erosivo. Já o médio curso, que obteve um valor de 3, apresenta-se com médio potencial erosivo e o baixo curso, valor 2, classificou-se como baixo potencial erosivo.

O baixo potencial erosivo visto no alto e no baixo curso, além de serem resultados das características dos solos, apresentaram uma considerável influência do relevo e da baixa declividade.

Cabe ressaltar que mesmo diante de um relevo pouco ondulado, as práticas agropecuárias e o avanço da cidade, com a construção de bairros e residenciais, também constitui uma preocupação para a conservação desta BH.

Determinação do Parâmetro Densidade de Drenagem (DD)

A partir dos valores adquiridos da morfometria da bacia, como área e comprimento total dos canais de cada setor da bacia do Rio Judia, calculou-se os valores de densidade de drenagem, cujos resultados são apresentados na Tabela (16).

Observa-se que o baixo curso apresenta menor densidade de drenagem entre os três setores, porém apresentou o mesmo índice que o Alto e o Médio Curso. Já o Alto Curso apresentou a maior densidade de drenagem com 1,21 km/km², de canais fluviais.

Essa densidade de drenagem mediana em toda BH, reflete um baixo potencial de degradação em relação à quantidade de canais fluviais.

Obtenção do valor de degradação para os setores

O conjunto dos parâmetros e seus índices permitiu elaborar um diagnóstico quantitativo e qualitativo do grau de preservação/degradação da bacia do Rio Judia. Após as análises e obtenções de todos os parâmetros do DFC dos setores da bacia, aplicou-se a equação (3):

$$E(f) = CO + UOT + DM + V + PE + DD \quad (3)$$

Onde:

E(f) - Estado físico conservacionista que é proporcional aos parâmetros:

a) CO - Cobertura vegetal original

- b) CA – Uso e Ocupação da Terra
 c) DM – Declividade média
 d) V – Vulnerabilidade dos solos a erosão pela ação das chuvas
 e) PE – Potencial erosivo dos solos
 f) DD – Densidade de drenagem

A soma destes parâmetros permitiu obter o estado atual de degradação da bacia hidrográfica do Rio Judia (Figura 5).

Baixo curso

CO = 10 V = 1 DM = 2 PE = 1 UOT = 5
 = 5 DD = 2, logo E(f) = 21

No médio curso

CO = 10 V = 1 DM = 2 PE = 3 UOT = 5 DD = 2, logo E (f) = 23

No alto curso

CO = 10 V = 1 DM = 2 PE = 2 UOT = 5
 DD = 2, logo E (f) = 22

Tabela 16. Valores da densidade de drenagem dos diferentes setores da BH em estudo.

Setor	Lt (km)	ÁREA (km ²)	DD (km/km ²)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO
Alto Curso	62,1	51,23	1,21	Mediana	DD2
Médio Curso	39,3	41,13	0,95	Mediana	DD2
Baixo Curso	21,6	30,74	0,70	Mediana	DD2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Conclusões

Os setores estudados apresentaram valores médios de degradação, sendo que o baixo curso obteve valor 21, o médio curso 23 e o alto curso 22. Estes valores indicam que a bacia do rio Judia está em um processo moderado de degradação. Porém é preciso destacar que quando analisados de forma individual algumas classes de uso e ocupação da terra apresentam elevado grau de degradação, tais como: vegetação e solos.

Mesmo tendo características distintas os três cursos obtiveram valores semelhantes um do outro. Isto indica que a separação da bacia hidrográfica em três cursos não possibilitou um melhor aprofundamento das características destas áreas, sendo indicado para os próximos estudos a abordagem integral da bacia.

As técnicas de geoprocessamento juntamente com os parâmetros do Diagnóstico Físico Conservacionista, forneceram informações úteis do grau de degradação da área em estudo, mostrando-se uma metodologia capaz de ser aplicada em outras bacias hidrográficas semelhantes, desde que sua elaboração leve em consideração as especificidades da área de estudo, bem como a existência de informações geoespaciais necessárias à sua elaboração.

Neste sentido, os parâmetros analisados demonstraram ser eficientes na quantificação do grau de degradação ambiental na bacia do Rio

Judia, demonstrando que esta metodologia pode ser aplicada em outros cenários ambientais, desde que levada em consideração as especificidades do lugar.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao curso de geografia da Universidade Federal do Acre por meio do laboratório de Cartografia, Geomorfologia e Sedimentologia por disponibilizar o apoio técnico necessário para a realização desta pesquisa.

Referências

- ACRE. Governo do Estado do Acre, 2010. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II (Escala 1:250.000): Documento Síntese. 2. Ed. Rio Branco: SEMA, 356p.
- AcreBioClima. Grupo de estudos e serviços ambientais, 2019. AcreBioClima, Rio Branco - Acre. Disponível em: <http://www.acrebioclima.pro.br/>. Acesso: 01 jun. de 2020.
- Alves, T.M., Pena, D.S., Casaroli, D., Evangelista, A.W.P., Almeida, R.T.S., 2018. Diagnóstico Físico Conservacionista da microbacia do Ribeirão Inhumas -GO. Revista Geonorte, v. 9, n. 33, p. 66-80. Disponível em: <https://doi.org/10.21170/geonorte.2018.V.9.N.3.3.066.080>. Acesso: 14 jul. 2020.

- Beltrame, A.V., 1994. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. da UFSC, 112 p.
- Carvalho, H.J.M., Ribeiro, C.A.M., Santos, M.A., Carvalho, P.V.R., 2019. Estimativa de perda de solo por erosão laminar em Lucena-PB. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 5, n especial, p. 1-12. Disponível em: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2019v5n0ID17972>. Acesso: 17 jul. 2020.
- Cavalcante, A.E.Q.M., Mendonça, I.F.C., Lima, J.R.L., Medeiros, F.S., Silva, R.P.S., Justino, S.T.P., Freitas, A.L., Almeida, E.P., Vidalett, S.F., 2019. Physical and Conservational Diagnoses of the Hydrographic Micro - Bacy of Rio Farinha. *Jornal de Agricultura Experimental Internacional*, v. 31, p. 1-14. Disponível em: <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v31i130062>. Acesso: 27 jul. 2020.
- Chalise, D., Kumar, L., 2020. Land use change affects water erosion in the Nepal Himalayas. *PLoS ONE* 15(4): e0231692. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231692>. Acesso: 8 jul. 2020.
- Chueh, A.M; Santos, L.J.C., 2005. Análise do potencial de degradação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Pequeno em São José dos Pinhais/PR, por meio do DFC - Diagnóstico Físico Conservacionista. *R. RA E GA*, n. 10, p. 61-71. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v10i0.4987>. Acesso: 10 jul. 2020.
- Crepani, E., Medeiros, J.S., Palmeira, A.F., 2004. Intensidade Pluviométrica: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos - SP. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/sergio/2004/08.24.10.43?mirror=sid.inpe.br/banon/2001/04.06.10.52.39&metadataarepository=sid.inpe.br/sergio/2004/08.24.10.43.26>. Acesso em 8 jul 2020.
- Farias, E.S., Quinelato, R.V., Brito, J.M.S., Andrade, D.S., Silva, J.B.L., 2020. Evolução temporal no uso e ocupação do solo no município de Itanhém, Bahia. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 9161-9130. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-287>. Acesso: 18 jul. 2020.
- Filho, B.C., Bhering, S.B., Junior, W.C., Calderano, S.B., Chagas, C.S., Polivanov, H., 2019. Uso e cobertura vegetal das terras de áreas tropicais montanhosas da serra dos Órgãos, estado do Rio de Janeiro. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 2, n.4. Disponível em: <http://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/2585/27840>. Acesso: 17 jun. 2020.
- Giordano, L; Ferraro, L., 2020. Conservation or development? An environmental function analysis assessment of the Volturno River coastal zone (central Tyrrhenian Sea – Italy). *Journal of Coast Conservation* 24, 6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11852-019-00717-8>. Acesso: 05 ago. 2020.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Manual Técnico de Uso da Terra. Séries Manuais Técnicos em Geociências. 3 ed. Rio de Janeiro, n. 7. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso: 9. Jul. de 2020.
- Kabuya, P. M., 2020. Establishing uncertainty ranges of hydrologic indices across climate and physiographic regions of the Congo River Basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v. 30, 100710. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100710>. Acesso: 30 jul. 2020.
- Leal, A.C., 2012. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos. *Entre-Lugar*, ano 3, n.6, p 65-84. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/2447/1398>. Acesso: 16 jul. 2020.
- Lima, W.P., 2008. Hidrologia florestal aplicado ao manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba – São Paulo, 245p. Disponível em: <http://www.faesb.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/09/hidrologia1.pdf>. Acesso em 16 jul. 2020.
- Martins, W.L.D., Blanco, C.J.C., Melo, A.M.Q., 2020. Potencial erosivo das chuvas nos estados do Maranhão e Pará via análise da distribuição espacial da erosividade. *Geoambiente (Online)*, v. 36. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/60668/34682>. Acesso: 28 jun. 2020.
- Nascimento, F.I.C. do N., Santos, W.L. dos, Lira, E.M. de, Arcos, F. O. 2013. Caracterização Morfométrica como Base para o Manejo da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco-Acre. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 170-183. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v6.2.p170-183>. Acesso em: 03 dez. 2020.
- Oliveira, J.L., Fehr, M., 2020. Análise da Vulnerabilidade Erosiva Para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Conquistinha no

- Oeste de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 7, p. 2428-2444, jan. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.7.p2428-2444>. Acesso: 11 ago. 2020.
- Oliveira, T.H., Galvêncio, J.D., 2008. Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Moxotó – PE usando sensoriamento remoto termal. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 1, n. 2, p. 30-49. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20080009>. Acesso: 19 ago. 2020.
- Olszewski, N.; Filho, E.I.F.; Costa, L.M., Schaefer, C.E.G.R., Souza, E., Costa, O.D.A.V., 2011. Morfologia e aspectos hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Preto, divisa dos estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais. *Revista Árvore*, v. 35, n. 3, p. 485-492. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000300011>. Acesso: 20 ago. 2020.
- Pavanis, E.V., Chuerubim, M.L., 2013. Geoprocessamento da bacia do córrego vinhedo em Uberlândia - MG. *Boletim Goiano de Geografia (Online)*, Goiás, v. 33, n. 2, p. 135 – 153. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/bgg.v33i2.25561>. Acesso: 10 jul. 2020.
- Ramos, A.P.M. Rodrigues, B.M., Osco, L.P., Antunes, P.A., 2018. Abordagem sistemática de projeto cartográfico para a análise da qualidade ambiental de bacia hidrográfica. *Revista Brasileira de Geografia Física (Online)*, v. 11, n. 3, p. 1079-1100. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.3.p1079-1100>. Acesso: 01 ago. 2020.
- Roboredo, D., Bergamascob, S.M.P.P., Bleicha, M.E., 2016. Aggregate index of social–environmental sustainability to evaluate the social–environmental quality in a watershed in the Southern Amazon. *Ecological Indicators*, v. 63, p. 337-345. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.11.042>. Acesso: 15 ago. 2020.
- Santos, W.L., 2013. Dinâmica hidroecogeomorfológica em bacia de drenagem: efeitos do uso e ocupação da terra no sudoeste amazônico – Acre – Brasil. Tese (Doutorado). Minas Gerais, UFMG.
- Sampaio, M.V., Santos, M.S., Rocha, J.S.M., Paula, M.D., Mendes, A.V., 2010. Deterioração físico-conservacionista da sub - bacia hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim – RS. *Ciênc. agrotec.* v. 34, n. 2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000200005>. Acesso: 18 ago. 2020.
- Serrano, R.O.P., Castro, A.L.P., Rico, E.A.M., Pinto, M.A., Viana, E.M de F., Martinez, C.B. 2018. The effects of sediments on impellers of pumps used for catching raw water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, n. 9, p. 591-596. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n9p519-596>. Acesso: 18 ago. 2020.
- Silva, V.F., Pereira, J.S.P., Cosme, A.M.F., Pessoa, D.S., Martins, W.A., Lima, V.L.A., Dantas Neto, J., 2020. Análise da degradação da vegetação nativa em área de preservação permanente na Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 1, p. 121-130. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p121-130>. Acesso: 25 jun. 2020.
- Vieira, D.M.S., Torres, J.L.R., Barreto, A.C., 2019. Avaliação morfométrica e vazão da microbacia do Córrego do Inhamé, em Uberaba-MG. *Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação*, v. 3, n. 2, p. 105-114. Disponível em: <https://doi.org/10.18554/rbcti.v3i2.3331>. Acesso: 23 mai. 2020.
- Xavier, F.V., Karolev, L.C., Silveira, A., Salomão, F.X.T., 2010. Análise da Suscetibilidade à Erosão Laminar na Bacia do Rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT, Utilizando Sistemas de Informações Geográficas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 11, n. 2, p. 51-60. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/151/145>. Acesso: 06 jul. 2020.
- Wisler, C.D., Brater, E. F., 1964. Hidrologia. Ao Livro Técnico. Rio de Janeiro, 484 p.