

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITOUPAVA: SUBSÍDIOS À GESTÃO TERRITORIAL

Morphometric Analysis Of The Itoupava River Water Basin: Subsidies To Territorial Management

Gabriel da Silva Souza

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA)
eng.agrimensorgabriel@gmail.com

José Gustavo Santos da Silva

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA)
gustasantos92@gmail.com

Álvaro José Back

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA)
alvarojoseback@gmail.com

Resumo

É fundamental destacar as bacias hidrográficas como unidades de planejamento e gestão territorial, fazendo necessário conhecê-las e analisá-las as suas diversas características, garantindo melhores resultados nas tomadas de decisão. O uso do geoprocessamento auxilia no tocante a análise das características morfométricas de uma bacia hidrográfica. O estudo apresenta o uso do MDE (modelo digital de elevação) e dados vetoriais existentes para a análise das características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Itoupava (BHRI), Santa Catarina. A análise foi realizada por meio da ferramenta *Hydrology* do software *ArcGis (ESRI)*. A análise baseada nos resultados demonstra dados satisfatórios e de confiança sobre as características da bacia, se mostrando uma ferramenta importante na gestão destas unidades, possibilitando entendê-la de forma mais precisa e rápida se comparado a outros métodos, que servirá de apoio na gestão de bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Hidrologia; Recursos Hídricos.

Abstract

It is essential to highlight the hydrographic basins as planning and territorial management units, making it necessary to know and analyze them and their various characteristics, ensuring better results in decision-making. The use of geoprocessing helps with the analysis of the morphometric characteristics of a watershed. The study presents the use of MDE (digital elevation model) and existing vector data for the analysis of the morphometric characteristics of the Itoupava river basin (BHRI), Santa Catarina. The analysis was performed using the ArcGis (ESRI) software Hydrology tools. The analysis based on the results reveals satisfactory and reliable data on the characteristics of the basin, proving to be an important tool in the management of these units, making it possible to understand it more accurately and quickly compared to other methods, which will support the management of watersheds.

Keywords: Geoprocessing; Hydrology; Water resources.

1 INTRODUÇÃO

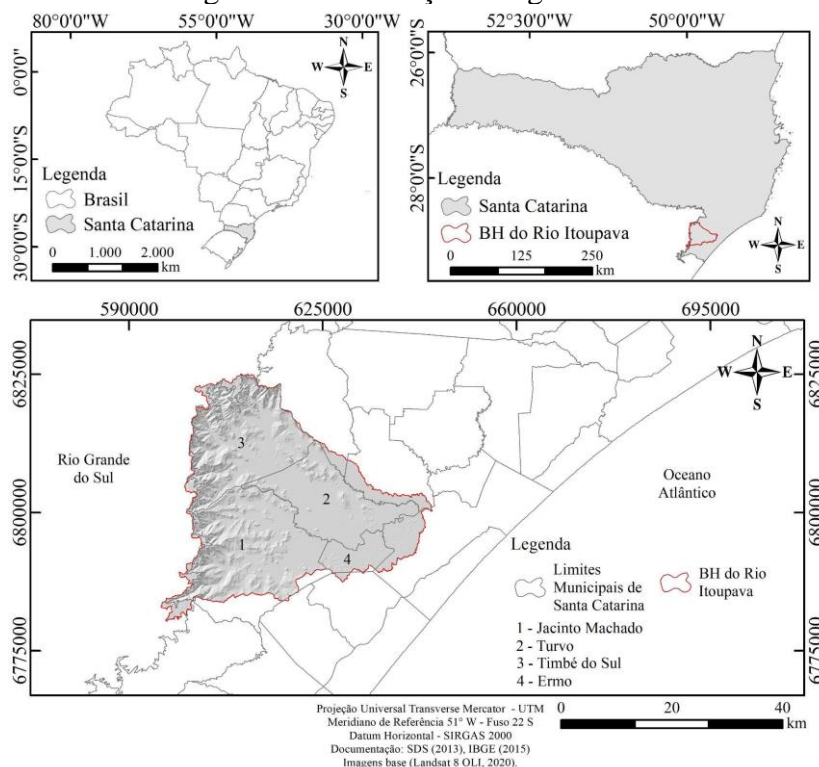
As bacias hidrográficas (BH) são consideradas importantes unidades de planejamento e gestão, previstas pela Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Sendo estes territórios previstos na legislação como áreas de interesse para a organização espacial, é importante que se gere informações suficientes que auxiliem no planejamento e gestão destas áreas.

A importância da área de estudo, justifica-se por esta bacia hidrográfica ser uma das unidades de gestão da bacia hidrográfica do rio Araranguá, sendo conseqüentemente as maiores áreas produtoras de arroz irrigado de Santa Catarina. A irrigação, dessedentação animal e o consumo humano são os principais usos da água desta bacia. O desenvolvimento econômico na Bacia Hidrográfica do Rio Itoupava (BHRI) é fortemente atrelado às atividades agrícolas, sendo o sistema de cultivo do arroz irrigado o mais expressivo (SILVA, 2021).

Um planejamento territorial adequado se dará a partir da produção científica de dados específicos destas áreas. O objetivo deste trabalho é caracterizar e analisar as características morfométricas da BHRI como subsídio à gestão territorial desta área.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Figura 1 - Localização Geográfica da BHRI



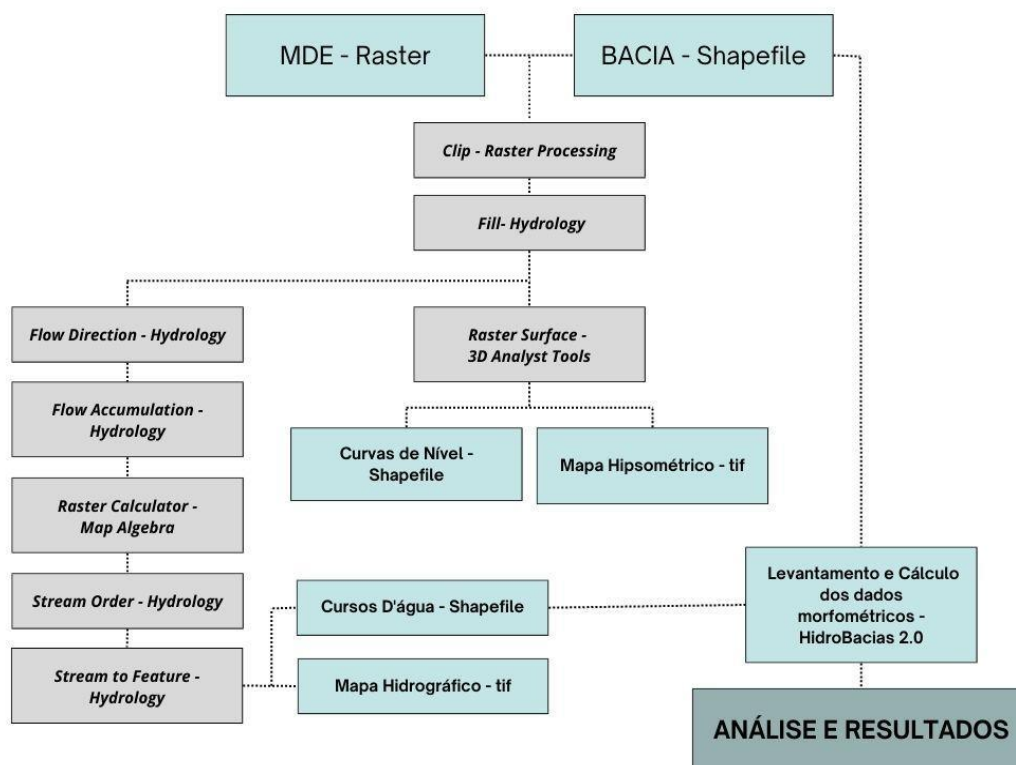
Fonte: Autores (2022)

Localizada no extremo sul do estado de Santa Catarina (Figura 1), a bacia hidrográfica do Rio Itoupava é a maior das sub-bacias da bacia do Rio Araranguá, com área total de 1137,75 km² abrangendo em sua totalidade os municípios de Jacinto Machado, Turvo, Timbé do Sul e Ermo, e parcialmente os municípios de Araranguá, Meleiro e Morro Grande, estendendo-se do Oceano Atlântico em sua foz, até as escarpas da Serra Geral, no seu ponto mais a montante.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da análise cartográfica/morfométrica, deve-se ressaltar suas principais etapas, destacando-se: a) tratamento do MDE (modelo digital de elevação); b) processamento por meio da ferramenta *Hydrology* do software ArcGis (ESRI); c) levantamento e cálculo das características morfométricas da bacia; d) análise dos resultados das características morfométricas da bacia. O fluxograma abaixo (Figura 2) demonstra as etapas desenvolvidas no estudo.

Figura 2 – Recorte de tela (Fluxograma)



Fonte: Autores (2022)

Deve-se destacar brevemente a importância da qualidade dos dados obtidos para as análises em geoprocessamento e para isso encontrar a melhor informação disponível e viável. Para esta análise foram utilizados dados provenientes do sistema Alos Palsar, as cenas

escolhidas foram: ALPSRP255566600 e ALPSRP262276590 com 12,5 metros de resolução espacial.

O pré-processamento dos dados consistiu nos procedimentos de mosaicagem e recorte da área de estudo do MDE, com a finalidade de diminuir o tempo de processamento, bem como o tamanho dos dados.

O processamento das imagens consistiu em tratar o MDE utilizando a ferramenta *Hydrology* (*ArcGis*), por meio desta foram aplicadas as correções de possíveis pixels com altitudes inconsistentes, de forma que estes sejam preenchidos. Utilizou-se nesta etapa o recurso *Fill* da ferramenta *Hydrology*.

Na segunda etapa de processamento, com o MDE tratado e limitado à área de estudo, foi gerado por meio da ferramenta *Hydrology* a direção do fluxo (*flow direction*), em que o software define a declividade de cada pixel comparando-o com seus 8 pixels vizinhos. Posteriormente definiu-se também o fluxo acumulado (*flow accumulation*), este por sua vez indica o grau de confluência do escoamento, seu fluxo.

Para a definição da presença de um curso d'água no processamento, adotou-se o critério de considerar apenas valores limiares maiores que 1000. Este critério serve como uma espécie de filtro evitando a indicação exagerada de cursos d'água. Como referência, foi analisado nesta etapa por meio da ferramenta *Raster Calculator* (*ArcGis*), o limiar que mais se aproximou das cartas topográficas do IBGE na escala de 1/50000 da região, em que o valor de 1000 foi adequado.

Por meio do arquivo raster gerado no *Raster Calculator*, pode-se executar a função *Stream Order*, este por sua vez foi utilizado para definir os cursos d'água por meio do método de *Strahler*, para que posteriormente em função da necessidade de coletar os dados para cálculo executou-se a função *Stream to Feature*, convertendo os dados *raster* em dados vetoriais em formato *shapefile*. Deve-se destacar que além dos dados processados, também foram coletados os dados para cálculos do *shapefile* de limite da bacia.

Os dados utilizados neste trabalho estão descritos no Tabela 1. Para toda base cartográfica elaborada neste trabalho foi adotado o sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS 2000, meridiano de referência 51°W (Fuso 22 S).

Tabela 1 – Bases Cartográficas

Base Cartográfica	Fonte
Divisão político/territorial de SC	SDS (2013)
Limite BHRA/limite BHRI	SDS (2013)
Hidrografia (gerada)	Imagens Alos Palsar (2012)
Relevo	Imagens Alos Palsar (2012) / classificação da Embrapa

Fonte: Autores (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As etapas de processamento dos dados nos levam a valores suficientes para os cálculos morfométricos, sendo importante levar em consideração que além dos cálculos dos índices é também possível, e se faz necessária, a coleta dos dados finais processados, e aqui nos resultados identificados como “Valor Medido” ou “Valor Calculado”.

Os dados medidos e calculados foram separados em três conjuntos principais, os que representam a forma da bacia, os que indicam o sistema de drenagem da bacia e os de relevo da bacia.

4.1 Cálculos dos atributos morfométricos

Todos os cálculos dos atributos morfométricos (índices) foram realizados de acordo com Back (2014), para isso também foi utilizado como ferramenta de apoio para o cálculo dos índices morfométricos o programa HidroBacias 2.0 (Back, 2014) (Figura 3). Optou-se para este estudo os índices dispostos nas Tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 2 - Índices de Forma da Bacia do Rio Itoupava

Símbolo	Índice	Valor	Unidade	Observação
A	Área da Bacia	1.137,755	km ²	Valor Medido
P	Perímetro da Bacia	310,751	km	Valor Medido
Lx	Comprimento Axial da Bacia	44,456	km	Valor Medido
Kc	Coefficiente de Compacidade	2,598	-	Valor Calculado
Kf	Fator de Forma	0,576	-	Valor Calculado
Ic	Índice de Circularidade	0,148	-	Valor Calculado
Re	Razão de Elongação	0,856	-	Valor Calculado
Ico	Índice Entre o Comprimento e Área da Bacia	1,318	-	Valor Calculado

Fonte: Autores (2022)

Tabela 3 - Índices do Sistema de Drenagem da Bacia do Rio Itoupava

Símbolo	Índice	Valor	Unidade	Observação
Lt	Comprimento Total de Rios	2.075,732	km	Valor Medido
N	Número Total de Rios	4041	-	Valor Medido
L	Comprimento do Rio Principal	68,140	km	Valor Medido
Ev	Equivalente Vetorial	43,060	km	Valor Medido
Dd	Densidade de Drenagem	1,824	km/km ²	Valor Calculado
Ems	Extensão Média do Escoamento	0,137	km	Valor Calculado
Eps	Extensão do Percurso Superficial	0,274	km	Valor Calculado
Ct	Coefficiente de Torrencialidade	6,480	-	Valor Calculado
Is	Índice de Sinuosidade	36,807	%	Valor Calculado
Sin	Sinuosidade do Rio Principal	1,582	-	Valor Calculado

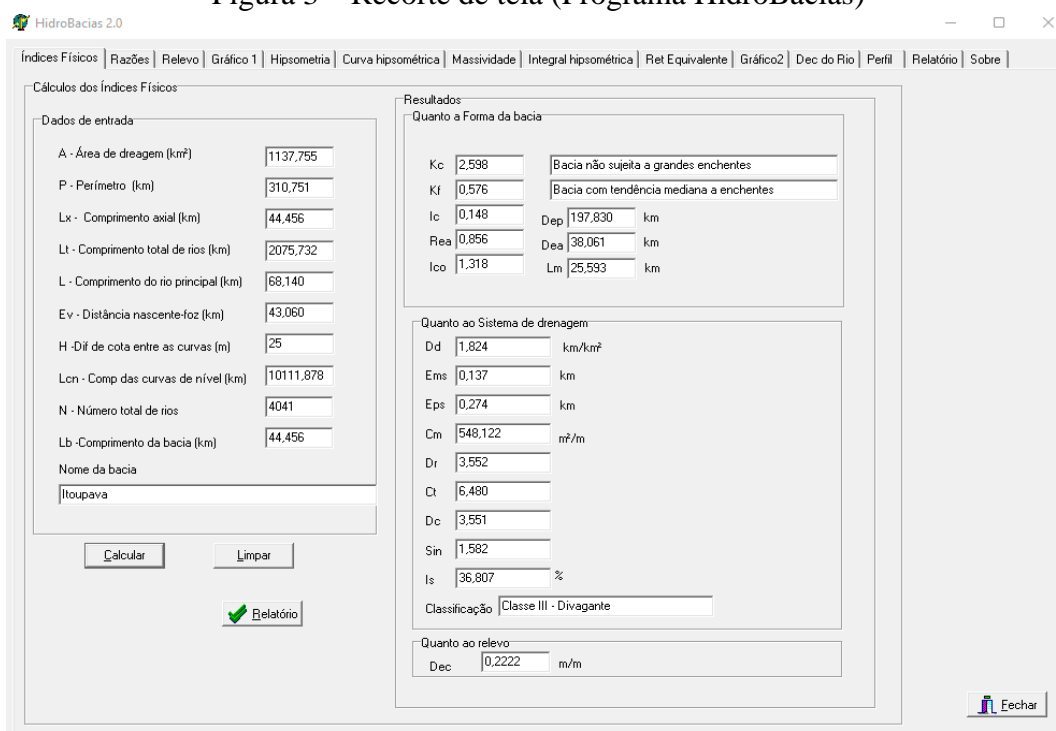
Fonte: Autores (2022)

Tabela 4 – Índices de Relevância da Bacia do Rio Itoupava

Símbolo	Índice	Valor	Unidade	Observação
Lcn	Comprimento das Curvas de Nível Dentro da Bacia	10.111,878	km	Valor Medido
ΔCN	Diferença de Cotas Entre as Curvas de Nível	0,025	km	Valor Medido
Dec	Declividade Média	0,222	m/m	Valor Calculado
Rn	Coefficiente de Rugosidade	0,405	-	Valor Calculado

Fonte: Autores (2022)

Figura 3 – Recorte de tela (Programa HidroBacias)



HidroBacias 2.0

Índices Físicos | Razões | Relevância | Gráfico 1 | Hipsometria | Curva hipsométrica | Massividade | Integral hipsométrica | Ret Equivalente | Gráfico 2 | Dec do Rio | Perfil | Relatório | Sobre

Cálculos dos Índices Físicos

Dados de entrada

A - Área de drenagem (km²) | 1137,755

P - Perímetro (km) | 310,751

Lx - Comprimento axial (km) | 44,456

Lt - Comprimento total de rios (km) | 2075,732

L - Comprimento do rio principal (km) | 68,140

Ev - Distância nascente-foz (km) | 43,060

H - Dif de cota entre as curvas (m) | 25

Lcn - Comp das curvas de nível (km) | 10111,878

N - Número total de rios | 4041

Lb - Comprimento da bacia (km) | 44,456

Nome da bacia | Itoupava

Calcular | Limpar

Relatório

Resultados

Quanto a Forma da bacia

Kc | 2,598 | Bacia não sujeita a grandes enchentes

Kf | 0,576 | Bacia com tendência mediana a enchentes

Ic | 0,148 | Dep | 197,830 km

Rea | 0,856 | Dea | 38,061 km

Ico | 1,318 | Lm | 25,593 km

Quanto ao Sistema de drenagem

Dd | 1,824 km²/km²

Ems | 0,137 km

Eps | 0,274 km

Cm | 548,122 m²/m

Dr | 3,552

Ct | 6,480

Dc | 3,551

Sin | 1,582

Is | 36,807 %

Classificação | Classe III - Divagante

Quanto ao relevo

Dec | 0,2222 m/m

Echegar

Fonte: Autores (2022)

4.2 Características de forma

Percebe-se quanto a sua forma que a bacia indicou tanto no Kc (coeficiente de compacidade) como no Kf (coeficiente de forma) que a mesma não é uma bacia sujeita a grandes enchentes. Quando comparado a bacia hidrográfica do rio Timbé, que incorpora a bacia hidrográfica do rio Itoupava, percebe-se que tanto o Kc quanto o Kf indicaram uma bacia pouco suscetível a enchentes também (BACK; CARLOS; PAVEI, 2021).

Ainda sobre sua forma, os índices Ic (índice de circularidade) e ICo (índice entre o comprimento e a área da bacia) indicaram uma bacia fisicamente mais alongada, favorecendo o processo de escoamento. Já o Re (razão de alongação) assim como o Kc e o Kf indicou que a bacia possui um formato não circular, o que se pode interpretar também como de pouca

suscetibilidade a enchentes.

4.3 Características do sistema de drenagem

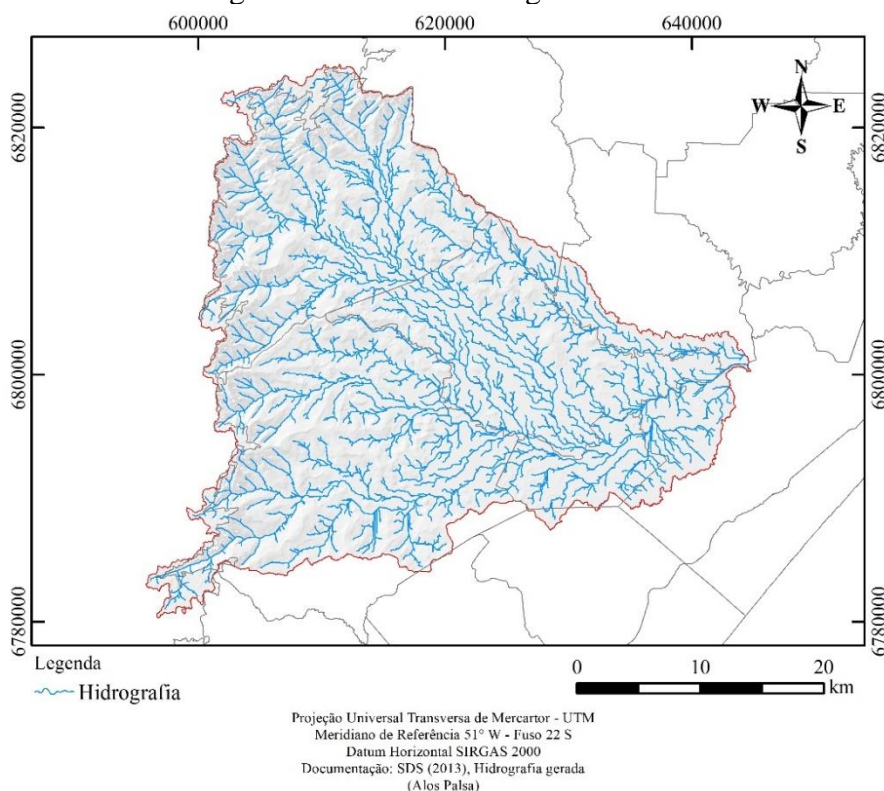
Quanto ao sistema de drenagem, a bacia possui uma densidade de drenagem (Dd) mediana, o que indica uma bacia com uma drenagem pobre e com baixa velocidade de escoamento. Este índice pode variar dentro da bacia em função de suas características, percebe-se que a bacia do rio Timbé indicou este índice bem próximo, porém por estar geograficamente na encosta a montante da bacia do rio Itoupava apresentou uma densidade maior, configurando uma alta drenagem (BACK; CARLOS; PAVEI, 2021).

O índice Ems (extensão média do escoamento) representa a extensão média do escoamento até encontrar o curso d'água, enquanto o Eps (extensão do percurso superficial) indica a distância média percorrida entre o interflúvio e o curso d'água.

Permitindo identificar a tendência da bacia para inundações, o coeficiente de torrencialidade (Ct) calculado indicou um valor baixo, o que representa uma bacia com baixa tendência a inundações.

O índice de sinuosidade (Is) classificou a bacia como divagante, ou seja, os cursos d'água variam de reto a sinuoso, e quanto a sinuosidade do rio principal (Sin), o mesmo aponta para uma forma entre regular e irregular da mesma forma que o Is. A Figura 4 pode-se observar a drenagem da BHRI gerada a partir do MDE.

Figura 4 – Rede de drenagem da BHRI



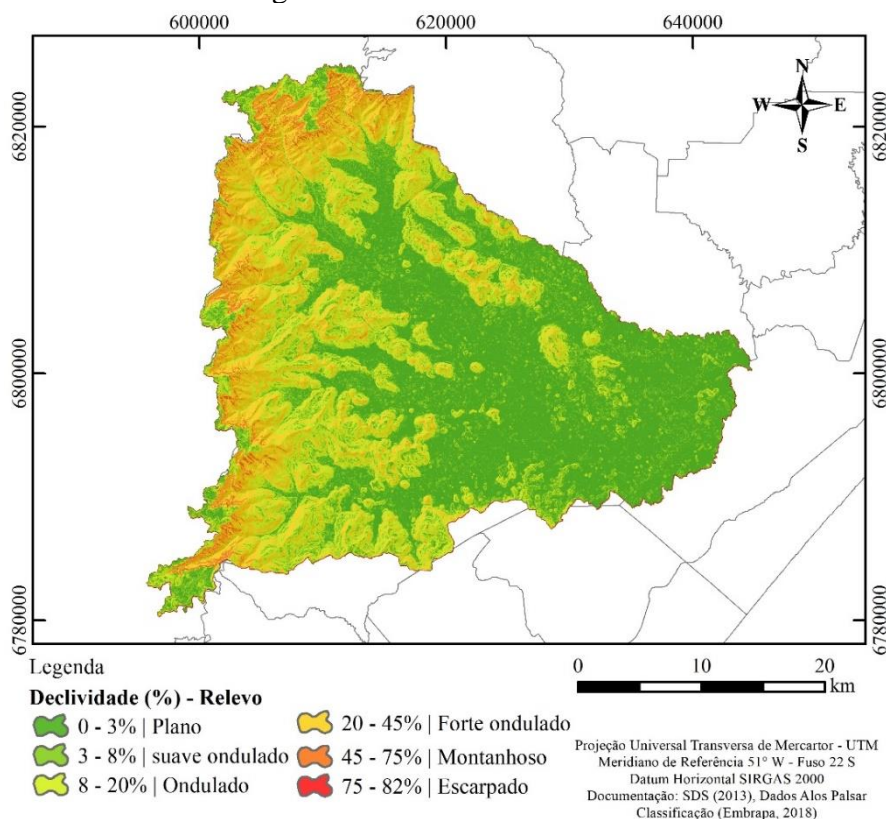
Fonte: Autores (2022)

4.4 Características de relevo

Nesta etapa de características do relevo (Figura 5) foi gerado por meio do MDE e a ferramenta *Raster Surface* (*ArcGis*) as curvas de nível, estas com interpolação de 25 metros com a finalidade de definir também por meio de cálculo a declividade média da bacia.

Com relação às características do relevo, a declividade média da bacia (Dec) calculada e observada nos dados raster, apresentou um valor de 22%, o que indica uma bacia com relevo fortemente ondulado de acordo com Embrapa (1999), diferente da bacia do rio Timbé, neste caso classificada como uma bacia com declividade média de 55,82% classificada como montanhoso, justamente pela sua localização (BACK; CARLOS; PAVEI, 2021).

Figura 5 – Declividade da BHRI



Fonte: Autores (2022)

De acordo com Pissara et al. (2004), o coeficiente de rugosidade (R_n) calculado indicou a aptidão do solo, sendo neste caso um tipo de solo apropriado para pastagem e pecuária, enquanto na bacia do rio Timbé obteve-se um índice maior, configurando um solo apropriado para reflorestamento (BACK; CARLOS; PAVEI, 2021). Este índice é importante na caracterização da bacia, pois quanto maior o R_n , maior será o perigo de erosão na mesma, isto, está também atrelado ao uso da terra e manejo da mesma

6 CONCLUSÃO

Percebe-se a importância de analisar e comparar os índices morfométricos de uma bacia hidrográfica, o que deve indicar com mais exatidão suas características. Isso deve atender uma demanda de conhecimento por parte dos gestores dessa unidade, na tentativa de analisar, compreender e executar seus estudos na bacia.

Por mais que exista vários métodos para se obter estas análises é necessário ressaltar o geoprocessamento como o mais viável nos dias de atuais, isso por que existem dados e softwares disponíveis para que se possa elaborar uma análise de precisão.

Vale destacar também como fundamental neste processo, a questão de tempo que se leva para desenvolver os produtos e analisar seus resultados, isso pode auxiliar bastante em locais onde há um alto dinamismo hidrológico em função do relevo, e a cobertura e uso do solo, bem como estudar um local pouco conhecido em campo.

A gestão dos recursos hídricos é umas das ferramentas empreendidas para a gestão territorial em bacias hidrográficas. A avaliação das características morfométricas é parte dos estudos relacionado principalmente aos planos de bacia. Compreender estes aspectos se faz fundamental para o reconhecimento do território analisado e para a tomada de decisão.

Referências

BACK, Á. J. **Bacias Hidrográficas: Classificação e caracterização física (com o programa HidroBacias para cálculos)**. Florianópolis: Epagri, 2014.

BACK, Á. J.; CARLOS, F. S.; PAVEI, S. B. **Análise morfométrica da bacia do rio Timbé, localizada na região do município de Timbé do Sul/SC**. in: Anais do 6º Simpósio Sobre Sistemas Sustentáveis, v.5. Toledo: GFM, 2021.

BRASIL. Lei nº 9.433, 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 1999.

PISSARA, T.C.; POLITANO, W; FERRAUDO, A.S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.2, p.297-305, 2004.

SILVA, J. G. S. da. **Cobertura e uso da terra na Bacia Hidrográfica do rio Araranguá, Santa Catarina, Brasil**. 2021. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2021.