



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE E COMPARTIMENTAÇÃO MORFOMÉTRICA DA REDE DE DRENAGEM DA VERTENTE ÚMIDA DA SERRA DE URUBURETAMA – CE

Antônia Elisângela Ximenes Aguiar (a), Maria Lúcia Brito da Cruz (b), Heloísa Helena Gomes Coe (c)

(a) Centro de Ciências e Tecnologia/CCT, Universidade Estadual do Ceará, elisximenes@gmail.com

(b) Centro de Ciências e Tecnologia/CCT, Universidade Estadual do Ceará, mlbcruz@gmail.com

(c) Centro de Ciências e Tecnologia/CCT, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, heloisacoe@yahoo.com

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo

O estudo tem como principal objetivo mostrar a dinâmica do sistema de drenagem através de sua análise e compartimentação na vertente úmida da Serra de Uruburetama. A Serra está localizada na porção centro norte do Estado do Ceará, região nordeste do Brasil, com uma área de aproximadamente 428,53km². A metodologia está fundamentada no estudo da dinâmica espacial do sistema de drenagem, efetivada através do conhecimento e comportamento dos recursos fluviais, agentes e processos morfogenéticos/pedogenéticos. Para obtenção das informações espaciais georreferenciadas e morfométricas foram utilizadas as geotecnologias de sensoriamento remoto e SIG's.

Palavras chave: Compartimentação, morfometria e sensoriamento remoto

1. Introdução

A pesquisa se desenvolveu na vertente úmida da Serra de Uruburetama, localizada na porção centro norte do Estado do Ceará, região nordeste do Brasil, com uma área de aproximadamente 428,53km². A área abrange parte dos municípios de Uruburetama, Itapipoca, Itapajé e porções restritas dos municípios de Umirim e Tejuçuoca.

O trabalho tem como enfoque a análise da compartimentação e dos sistemas de drenagem em áreas de nascentes, que se tornam essenciais para estudos ambientais que tenham como foco os recursos hídricos, pois possibilitam a caracterização e identificação de áreas susceptíveis a inundação, a compreensão da atual formação do relevo, o aporte de sedimentos e entendimento sobre sua dinâmica.

Na área de estudo a destruição da biodiversidade aos redores de rios e outros cursos d'água é um fator que gera muitos impactos negativos não apenas na redução da biomassa



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

vegetacional, mas que interfere diretamente na alimentação dos recursos hídricos e em toda sua dinâmica proporcionando grandes desequilíbrios ambientais.

Com base no exposto, a necessidade e relevância de desenvolver uma pesquisa sobre esse tema se deve principalmente à necessidade de informações sobre o sistema de drenagem o qual estamos inseridos, o que atuará no uso racional desse recurso e também na prevenção de desastres, mantendo a sustentabilidade do ambiente e a disponibilidade permanente de bens comuns à humanidade como a água.

A abordagem metodológica adotada para a pesquisa se configurou na análise morfométrica do sistema de drenagem em microbacias utilizando-se de bases metodológicas definidas por Strahler (1952, 1957), Horton (1945) e Christofolletti (1969 e 1974) agrupando os diversos dados morfométricos aos seus aspectos lineares, areais e hipsométricos.

A relevância de desenvolver uma pesquisa sobre esse tema se deve à necessidade de informações sobre o sistema de drenagem no qual estamos inseridos, o que resultará no uso racional desse recurso e também na prevenção de desastres, mantendo a sustentabilidade do ambiente e a disponibilidade permanente de bens comuns à humanidade, como a água.

Neste sentido, a pesquisa realizada preocupou-se essencialmente em dar subsídios e fomentar ações que levem à relação equilibrada do homem com seu ambiente, para que a mesma se estabeleça em bases sustentáveis.

2. Metodologia

Para se alcançar êxito em qualquer pesquisa faz-se necessário a validação e conexão dos elementos teóricos, metodológicos e técnicos a partir dessa lógica é possível obter respostas quanto à opção metodológica mais adequada para soluções de problemas norteadores da investigação científica assim como o uso da técnica mais apropriada para obtenção de uma maior fluidez quanto aos caminhos que devem ser percorridos na identificação dos fatos e fenômenos que materializam a realidade apresentada. Dessa forma a metodologia buscou dividir as variáveis morfométricas em grupos distintos para melhor compreensão e interpretação dos resultados.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

2.1. Descrição dos Grupos e das Variáveis Morfométricas

GRUPOS

As variáveis morfométricas analisadas foram separadas em três grupos distintos, que estão descritos e explicados a seguir. Os índices e parâmetros sugeridos em estudos analíticos são constituídos em quatro itens distintos, que foram adotados na pesquisa: Hierarquia fluvial, análise areal e análise linear.

✓ Hierarquia fluvial

Consiste no processo de classificação de determinado curso d'água no conjunto total da microbacia na qual se encontra. Essa etapa é importante, pois tem a função de facilitar as que a procedem, tornando o estudo mais objetivo e aplicado. Existem diversos tipos de classificação baseada em alguns autores como os supracitados acima, entre eles: Horton, Strahler, Scheidegger e Shreve, porém na pesquisa foi utilizado o modelo de Strahler (1952).

✓ Análise Areal

Nessa etapa a análise areal engloba vários índices e parâmetros, os quais incluem medições planialtimétricas e medições lineares. São eles: área da bacia (A), comprimento da bacia (L), largura média (Lm), índice de circularidade (Ic), densidade da drenagem (Dd), densidade hidrográfica (Dh), coeficiente de manutenção (Cm), coeficiente de compacidade (Kc) e fator de forma (Kf).

✓ Análise Linear

Nesse tipo de análise são englobados os índices e relações próprios da rede de drenagem, cujas medições se concentram ao longo dos segmentos de drenagem. Dessa forma, optou-se pelas seguintes variáveis: relação de bifurcação (Rb), extensão do percurso superficial (Eps) e índice de sinuosidade (Is).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

2.2 Material e Método

A área de estudo refere-se a uma vertente úmida inserida no maciço residual de Uruburetama. A análise das condições hidrológicas constitui requisito indispensável para compreensão do ambiente e do aproveitamento adequado deste recurso natural. Para tanto, foram necessários pesquisas bibliográficas para embasamento da formulação teórica, levantamentos analíticos e observações pessoais.

Para a realização da pesquisa e do alcance dos resultados foram utilizadas, como ferramentas para o mapeamento, técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento através de um Sistema de Informações Geográficas – SIG. Foi, assim, possível, por meio de uma análise visual, extrair informações sobre os recursos hídricos da área de estudo, obtendo-se a identificação e uma possível análise de seus componentes.

Foram usadas imagens do satélite Landsat 8 - órbita 217-63 de agosto/2018, fusionada com resolução de 15m. A composição das bandas para o satélite Landsat foi estabelecida em 3, 4 e 5 associando as cores RGB respectivamente, que se mostram ideais para estudos relacionados aos recursos naturais. Os dados de altimetria para delimitação da área de estudo foram gerados a partir do sensor Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

As técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e cartografia digital mostraram-se essenciais para uma análise físico-geográfica no ambiente, possibilitando, assim, a geração da carta de drenagem e informações geográficas que auxiliaram na compreensão física-morfológica da área de estudo.

3. Resultados - Avaliações dos Parâmetros Morfométricos das Microbacias I e II

A maior parte dos resultados foi obtida por meio de equações numéricas e a outra parte em um programa de Sistema de Informação Geográfica. Os resultados foram posteriormente descritos e transpostos em documentos cartográficos (Tabelas e Mapas).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A partir dos dados anteriormente descritos, foram calculados índices e valores e foram feitas interpretações que forneceram características relativas à forma da bacia e aos componentes da rede hidrográfica. Parâmetros combinados também foram utilizados no sentido de confirmar o caráter erosivo das microbacias.

A área de estudo se trata de microbacias de terceira ordem, as quais apresentam um perímetro total de 131,6 km e 140 km, para uma área total de 235,5 km² e 193,1 km², respectivamente. O comprimento de seu canal principal é de 14,5 km na microbacia I e 14,9 km na microbacia II sendo que sua distância vetorial é de 13,8 e 14,9 km. A diferença de altitude máxima medida nessas microbacias é de 850 m. Utilizando-se dos dados acima, foram calculados os parâmetros descritos a seguir.

A – Quanto à **Hierarquia Fluvial**

Strahler (1952) propõe uma ordenação que elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a extensão e a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência. A figura 01 ilustra a hierarquia fluvial da drenagem na área de estudo e a tabela 01 descreve a quantidade de canais de 1^a, 2^a e 3^a ordens em suas respectivas microbacias.

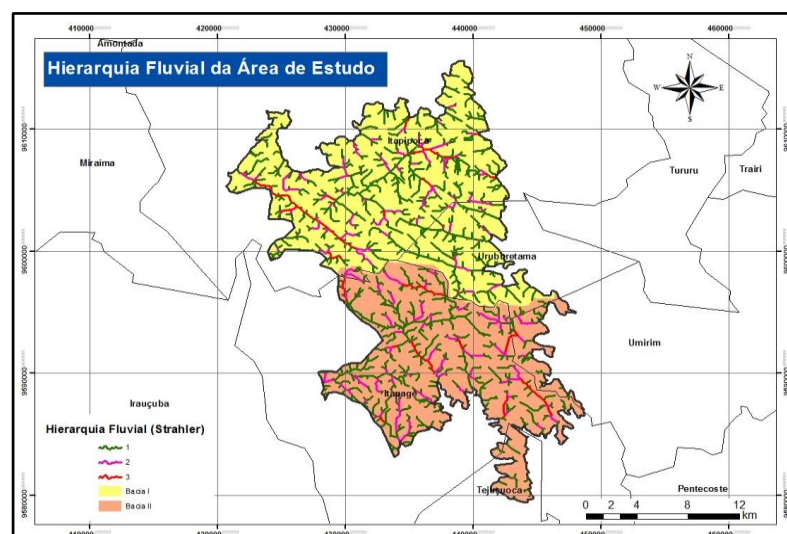


Figura 01: Hierarquia fluvial da área de estudo



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela 01: Quantidade de canais por ordens em suas microbacias.

Ordem	Nº de canais (microbacia I)	Nº de canais (microbacia II)
1ª	264	307
2ª	73	100
3ª	12	27

B - Quanto à **Análise Linear**

A análise linear refere-se aos índices e relação ao longo do fluxo da rede de drenagem, como relação de bifurcação, relação entre o comprimento do rio principal, perímetro, índice de sinuosidade, entre outros.

- **Relação de bifurcação (Rb):** estudando o sistema de ordenação de Strahler (1952), Christofolleti (1980) concluiu que o resultado obtido na relação de bifurcação nunca pode ser inferior a 2. Estes valores, em sua maioria, devem variar entre 3 e 5. Nas microbacias em estudo a relação variou de 3,6 para a microbacia I e 3,0 para microbacia II em relação aos canais de 1ª e 2ª ordem, tendo uma média de 3,3. As relações de bifurcação das microbacias I e II se encontram dispostas na tabela 02.

Tabela 02: Relação de bifurcação das microbacias I e II.

Microbacia I			
Ordem	Nº de Canais	Extensão (Km)	Relação de Bifurcação
1º	266	14,582	3,6
2º	73	12,628	6,0
3º	12	10,446	-
Microbacia II			
Ordem	Nº de Canais	Extensão (Km)	Relação de Bifurcação
1º	307	14,912	3,0
2º	100	9,347	3,7
3º	27	7,419	-

- **Índice de sinuosidade (Is):** o índice de sinuosidade é de grande relevância para a análise dos cursos d'água, pois determina se o canal é formado por reta ou possui elevada sinuosidade. Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Já os valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. Sabe-se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

declividade dos canais. Os índices de sinuosidade obtidos foram 1,05 para microbacia I e 1,31 para microbacia II. Os valores encontrados indicam que os canais da microbacia I tendem a ser mais retilíneos do que os da microbacia II, que atualmente apresenta valor intermediário, indicando formas transicionais.

- **Comprimento do canal principal (L_c):** no cálculo do canal principal foi considerado o curso d'água principal que percorria a maior distância entre a nascente e sua respectiva foz. O rio principal possui aproximadamente 14,582 km e 14,912 km de extensão para as microbacias I e II, respectivamente.

- **Extensão do percurso superficial (E_{ps}):** a extensão do percurso superficial é uma relação que é dependente da extensão que o fluxo terá que percorrer desde o interflúvio da bacia até o talvegue. A extensão do percurso superficial foi de 362,31 m/km para microbacia I e 340 m/km para microbacia II, ou seja, sabe-se que, em média, a cada distância de 362,31 m/km e 340 m/km na vertente haverá um canal para escoamento das águas superficiais da microbacia.

C – Quanto à **Análise Areal**

- **Área da bacia (A):** entende-se por área de bacia hidrográfica como toda região drenada pelo mesmo conjunto de canais livres naturais ou não, sendo os seus limites delimitados pelos divisores d'água (interflúvios; divisores de drenagem). Neste estudo, com base em imagens SRTM, verificou-se que as microbacias I e II possuem de área 235,54 km² e 193,11 km² e perímetros de 131,6 km e 140 km, respectivamente.

- **Comprimento da bacia (L):** várias são as definições a propósito do comprimento da bacia, acarretando diversidade no valor do dado a ser obtido. Entretanto a definição adotada na pesquisa foi a distância medida, em linha reta, entre a foz e o mais alto ponto situado ao longo do perímetro, tendo como resultado os valores de 25 km para microbacia I e 22 km para microbacia II.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

- **Largura média da bacia (Lm):** a fórmula abaixo foi utilizada para determinar a largura média da bacia, onde L_c é o comprimento do canal principal (km) e A_c a área da bacia (km^2), que apresentou os valores 9,3 km e 8,77 km nas microbacias I e II respectivamente.

$$L_m = L_c / A_c$$

- **Fator de forma da bacia (Kf):** o processo para determinação da forma da bacia é simples, utilizando-se da equação de Vilela e Matos (1975), em que:

$$K_f = (A_c / L_c^2)$$

A = área; L = comprimento do curso d'água principal.

Relaciona-se a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). A forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, pode ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia. Podem atuar também sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia. Segundo Villela e Mattos (1975), uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior. Os valores obtidos são: 1,10 para microbacia I e 0,86 para microbacia II, o que significa dizer que ambas microbacias se aproximam a forma circular. Ressalta-se que a forma geométrica da bacia hidrográfica pode determinar mudanças do canal, pois conforme sua forma, seus fluxos podem provocar enchentes representativas.

- **Densidade de drenagem (Dd):** esse índice relaciona o comprimento total dos canais com a área da bacia de drenagem. Essa variável se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes na área estudada, os quais influenciam o fornecimento e o transporte de material detrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica. Em outras palavras, para um mesmo tipo de clima, a densidade de drenagem depende do comportamento hidrológico das rochas. Assim, nas rochas mais impermeáveis, as condições para o escoamento superficial são melhores, possibilitando a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem. O contrário acontece com rochas de granulometria grossa (HORTON, 1945).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os valores encontrados para as microbacias I e II estão expressos na tabela 03 considerando os principais canais fluviais de cada microbacia. Verifica-se que as bacias analisadas podem ser consideradas de drenagem mediana considerando o quadro de classificação de densidade de drenagem de Beltrame (1995) (Tabela 04). No entanto, outros fatores como declividade e, principalmente, o grau de impermeabilização das vertentes serão fundamentais na velocidade e magnitude dos picos de enchentes.

Tabela 03: Densidade de Drenagem das microbacias I e II

MICROBACIA I				
Canais	Comp. Canal (km)	Área (km ²)	Densidade Drenagem (Dd)	Classificação (Vilella e Matos 1975)
Canal	325,1277	235,549	1,38 km/ km ²	Drenagem moderada
MICROBACIA II				
Canais	Comp. Canal (km)	Área (km ²)	Densidade Drenagem (Dd)	Classificação (Vilella e Matos 1975)
Canal	284,83	193,11	1,47 km/km ²	Drenagem moderada

Tabela 04: Classificação de densidade de drenagem segundo Beltrame (1995).

VALORES de Dd (km/ Km ²)	CLASSIFICAÇÃO Dd
Menor que 0,50	Baixa
De 0,50 a 2,00	Moderada
De 2,01 a 3,50	Alta
Maior que 3,50	Muito Alta

- **Coefficiente de manutenção (Cm):** esse parâmetro fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (SCHUMM, 1956). É considerado como um dos índices mais importantes do sistema de drenagem. O valor obtido foi de 724 m²/km para microbacia I e 680 m²/km para microbacia II, indicando que, de uma maneira geral, essa bacia é moderadamente drenada em cursos d'água. Para cada quilômetro linear de canal há em média setecentos metros quadrados de área de contribuição.

- **Densidade hidrográfica (Dh):** esse parâmetro relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia hidrográfica. Em outras palavras, expressa a magnitude da rede hidrográfica, indicando sua capacidade de gerar novos cursos d'água em função das características



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

pedológicas, geológicas e climáticas da área (FREITAS, 1952). Vale ressaltar que a densidade hidrográfica e a densidade de drenagem referem-se a aspectos diferentes da textura topográfica. Os valores obtidos para as microbacias I e II estão apresentados na tabela 05, revelando mediana capacidade dos cursos de 1º ordem dessa bacia em gerar novos cursos d'água.

Tabela 05: Densidade Hidrográfica das microbacias I e II.

MICROBACIA I			
Ordem	Nº de canais	Área (km ²)	Densidade Hidrográfica (Dh)
1º	264	235,54	1,12 km ²
2º	73	235,54	0,30 km ²
3º	12	235,54	0,05 km ²

MICROBACIA II			
Ordem	Nº de canais	Área (km ²)	Densidade Hidrográfica (Dh)
1º	307	193,11	1,58 km ²
2º	100	193,11	0,51 km ²
3º	27	193,11	0,13 km ²

- **Índice de circularidade (Ic):** esse índice representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia, que, na expansão areal, melhor se relaciona com o escoamento fluvial. Obteve-se o Ic de 1,7 para microbacia I e 1,37 para microbacia II. Esses valores de maior expressão, que ultrapassam o valor 1,0, indicam que a bacia sofre maior perigo de enchentes, como acentua Rocha (1991), pois haverá uma maior concentração de água no tributário principal quando se tem chuva intensa.

- **Índice de compacidade (kc):** é definido como sendo a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência do círculo de área igual à da bacia.

$$Kc : 0,28 \cdot P/\sqrt{A}$$

onde: P = perímetro da bacia em km; A = área da bacia em km²

Como o círculo é a figura geométrica plana que comporta uma dada área com o menor perímetro, este índice nunca será menor que 1 (um). Bacias que se aproximam geometricamente de um círculo convergem o escoamento superficial ao mesmo tempo para um trecho relativamente pequeno do rio principal. Caso não existam outros fatores que



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

interferiram, os menores valores de k_c indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes elevados. Na área de estudo foram encontrados os valores de 2,40 para microbacia I e 2,82 para microbacia II. Quanto mais irregular a forma de uma bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Desse modo, um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise morfométrica realizada e de acordo com a metodologia utilizada para análise dos recursos hídricos, foi possível identificar alguns aspectos de maior relevância, como a situação da área de estudo em relação aos seus recursos hídricos.

As informações derivadas dos parâmetros morfométricos ou associadas a estes são de grande valia para compreensão da dinâmica do sistema de drenagem na área de estudo a medida em que fornecem referenciais básicos para o conhecimento dos sistemas em questão e dão subsídio para um melhor direcionamento das ações de planejamento, servindo como ponto de partida para a definição e elaboração de Indicadores Ambientais.

Os 14 parâmetros selecionados fornecem informações relevantes no tocante a dimensão e característica das bacias hidrográficas; identificação de áreas vulneráveis a processos erosivos; aptidão a determinadas práticas produtivas etc.

Outro ponto que merece destaque é o baixo custo para obtenção destas informações, o que é um fator determinante para a maioria dos municípios brasileiros. Desta forma, é possível estabelecer um banco de dados sistematizado e atualizado com essas informações a fim de tornar o processo de conhecimento da dinâmica hídrica na área mais eficiente e eficaz possibilitando uso mais racional dos seus recursos.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

6. Agradecimentos:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

7. Referências Bibliográficas

BELTRAME, Zoraide Victorello. Geografia Ativa, Investigando o Ambiente do Homem. Ed. Ática, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*. v.18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. (1974) *Geomorfologia*. 1ª ed. São Paulo. Ed. Edgard Blucher Ltda.

CHRISTOFOLETTI, A. (1980) *Geomorfologia* – 2ª ed. – São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda.

FREITAS, R.O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. *Boletim Paulista de Geografia*. São Paulo, v. 11, p.53-57, 1952.

HORTON, R.E. “Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology”, *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 5, p. 275-370, 1945.

ROCHA, J.S.M da. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. Santa Maria, UFSM, 1991.

SEAB/PR. Manual Operativo do Fundo de Manejo e Conservação do Solo, Curitiba, julho de 1992 (4ª versão).

SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in bedlands at Perth Amboy, New Jersey. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 67:597-646, 1956.

STRAHLER, A. N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*. Vol. 8, Number 6, pp. 913-920, 1957.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, p. 1117-1142, 1952.

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