

# ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA E MANUAL NAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO CARIRI CEARENSE

Rondon Madeira de Brito<sup>1</sup>  
Carina Santos Ribeiro Madeira<sup>2</sup>  
Nayanne Maria Gonçalves Leite<sup>3</sup>  
Layane Moura Rodrigues<sup>4</sup>  
John Elton de Brito Leite Cunha<sup>5</sup>

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal analisar parâmetros morfométricos das microbacias hidrográficas do São José, Saco-Lobo, Grangeiro e Batateiras, todas pertencentes à região metropolitana do Cariri Cearense, geradas a partir dos métodos manual e automático, observando se o desvio absoluto entre os métodos são consideráveis. Na delimitação das microbacias pelo método manual utilizou-se cartas da SUDENE como base de dados. Já no método automático imagens SRTM 3. Neste último determinou-se o fator *Threshold* ótimo. Os resultados e conclusões mostraram que a metodologia aplicada para o cálculo do fator *Threshold* ótimo apresenta-se prática e eficiente, garantindo delimitações e redes de drenagem com valores confiáveis. As microbacias geradas com base de dados nas cartas SUDENE possuem uma rede de drenagem menor do que as geradas a partir das imagens SRTM 3. Comparando os parâmetros morfométricos das bases de dados, verificou-se maiores desvios absolutos naqueles referentes a rede de drenagem e ao relevo. Já os parâmetros associados a forma, não apresentaram diferenças consideráveis. Portanto, com o advento de novas tecnologias, a utilização de métodos manuais fica limitada quando se pretende fazer um estudo hidrológico, mas de certa forma pode servir de auxílio no entendimento teórico, ajudando na identificação de problemas localizados que surgem com uso do método automático. Sabendo disto, podemos obter com a utilização do método automático uma melhoria na construção do planejamento e utilização sustentável das áreas estudadas.

**Palavras-chave:** Delimitação, Microbacias, Parâmetros Morfométricos, Fator *Threshold*.

## Introdução

Sabe-se que as bacias hidrográficas representam unidades de gestão de recursos hídricos, e que conhecer suas características morfométricas, obtidas com a utilização de Sistema de Informação Geográfica- SIG para uma melhor precisão de resultados é essencial para subsidiar o gerenciamento desses recursos com uma gestão sustentável.

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos- PROFÁGUA da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, [rondon\\_madeira@hotmail.com](mailto:rondon_madeira@hotmail.com);

<sup>2</sup> Mestranda do Curso de Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos- PROFÁGUA da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, [carinaepetrus@hotmail.com](mailto:carinaepetrus@hotmail.com);

<sup>3</sup> Mestranda do Curso de Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos- PROFÁGUA da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, [nayannegl@hotmail.com](mailto:nayannegl@hotmail.com);

<sup>4</sup> Mestranda do Curso de Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos- PROFÁGUA da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, [layane\\_amos@hotmail.com](mailto:layane_amos@hotmail.com);

<sup>5</sup> Professor orientador: Doutor, Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, [john.e.cunha@gmail.com](mailto:john.e.cunha@gmail.com).

Para a elaboração de uma análise morfométrica é preciso definir a metodologia e a base de dados. Nesse contexto, o método de delimitação automática de bacias hidrográficas, gerado a partir de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), vem se destacando pela facilidade e rapidez em obter os parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas. Nesse procedimento as informações sobre o relevo são fundamentais. Utilizando os dados SRTM 3 (*Shuttle Radar Topography Mission*), que surgiram como alternativa para suprir a carência de informações relativas ao relevo, é possível conseguir maior nível de confiança nos resultados obtidos.(COSTA 2007). Em contrapartida, no método manual são utilizadas as cartas altimétricas da SUDENE geradas pela Diretoria de Serviço Geográfico – DSG do Ministério do Exército brasileiro no ano de 1974.

Nesse contexto este trabalho tem como objetivo analisar os parâmetros morfométricos de microbacias hidrográficas geradas a partir dos métodos manual e automático, comparando seus resultados para otimização na obtenção da rede de drenagem. Para alcançar esse resultado faz-se necessário a realização de pesquisas e levantamento de dados, *download* das imagens ou cartas, obter o fator *Threshold* ideal para cada microbacia hidrográfica, delimitar as microbacias estabelecidas pelo método manual e automático, obter os parâmetros morfométricos para cada método de delimitação e compará-los através do desvio.

## **Metodologia**

Inicialmente foram realizados pesquisas e levantamentos de dados relacionados às microbacias em estudo. Em seguida para delimitação automática das microbacias foi feito o *download* das imagens, disponibilizadas gratuitamente no endereço eletrônico do *United States Geological Survey*, referentes à região onde as microbacias em estudo estão inseridas. O arquivo gerado em ASCII.Grid foi exportado e inserido no *dataframe* do software *ArcGis 9.3*, sendo convertido para um formato *raster* padrão do software citado.

Para a delimitação automática faz-se necessário obtenção do fator *Threshold*, onde foi gerado uma imagem em três dimensões (3D) no software *Surfer 8.0*, a partir do *raster* gerado em formato ASCII. Nessa imagem foram inseridos pontos nos locais definidos como as nascentes dos rios das microbacias e com a ferramenta *Terrain Preprocessing* foram gerados os cursos d'água. Foi convertido os arquivos gerados em *feature* (.shp) e junto do arquivo dos pontos foi transferido para o programa *AutoCAD Map 3D*. As diferenças entre cada ponto marcado na imagem 3D e a respectiva nascente do curso, gerada por diferentes valores do fator *Threshold*, foram medidas, constituindo os erros a serem analisados.

Os somatórios desses desvios foram *plotados* em gráficos de dispersão Erro x *Threshold* para cada microbacia estudada. As equações de cada gráfico foram utilizadas na obtenção do fator ótimo gerando seus respectivos cursos d'água e os das áreas circunvizinhanças, utilizando o software *ArcGis 9.3*. A partir dos fatores ótimos de cada microbacia, foram realizados os processos de delimitação automática. Os parâmetros básicos como a área, o perímetro e os comprimentos dos cursos d'água foram calculados utilizando-se a extensão *Xtools PRO 4.2* do software *ArcGis 9.3*.

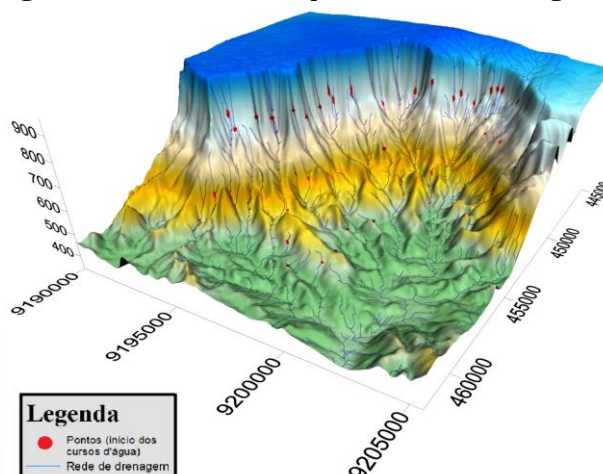
Para a delimitação manual foi utilizada a carta da SUDENE. Essa carta foi importada para o software *AutoCAD Map 3D*. Os parâmetros básicos como a área, o perímetro e os comprimentos dos cursos d'água foram calculados utilizando-se a ferramenta *Area* do *AutoCAD Map 3D*.

Após a delimitação das microbacias pelos dois métodos foi possível calcular os parâmetros de forma, do sistema de drenagem e do relevo, com o auxílio dos softwares *ArcGis 9.3*, *AutoCAD Map 3D* e *Excel*. A comparação entre os parâmetros morfométricos, que foram encontrados a partir das informações obtidas pelos dois métodos foi feita a partir do valor do desvio absoluto.

## Resultados e Discussão

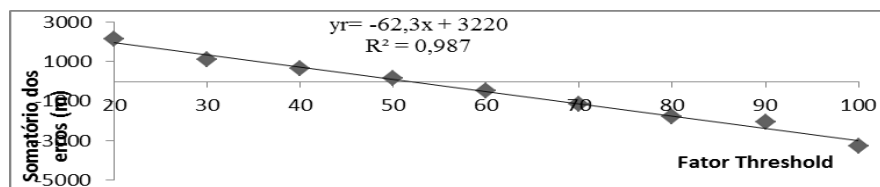
A área de estudo é de aproximadamente 144 km<sup>2</sup>, compreendendo as microbacias dos rios São José, Saco Lobo, Grangeiro e Batateiras, estão localizadas predominantemente no município do Crato-CE, sendo apenas a do São José com pequenas porções nos municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha. Esta área está na região metropolitana do Cariri, Sul do Ceará, inserida no semiárido do Nordeste brasileiro. Elas pertencem a sub-bacia do rio Salgado, que contribui para a bacia hidrográfica do rio Jaguaribe.

**Figura 1 – Topografia 3D com delimitação e rede de drenagem. Fonte: O autor**

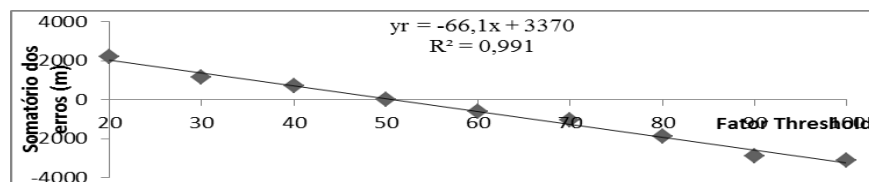


Os pontos da Figura 1 plotados na cor vermelha foram as referências iniciais utilizadas na definição do início de cursos d'água. O somatório das distâncias entre cada um deles e o início do respectivo curso d'água, gerado com fatores *Threshold* de 20 a 100, com intervalo de 10 em 10 (definido como somatório dos erros), foi utilizado na construção dos gráficos de dispersão Erro x *Threshold*, utilizando dados do SRTM com resolução de 90 m. Em todos os gráficos os ajustes das equações lineares apresentaram valores próximos de um, possibilitando a obtenção dos fatores *Threshold* ótimos consistentes.

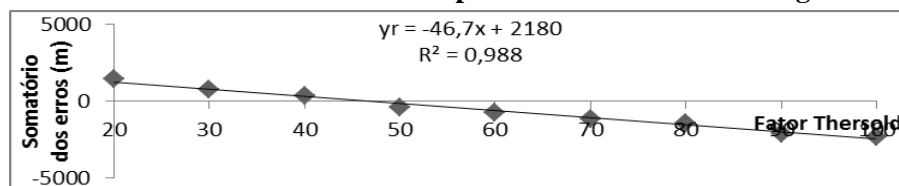
**Gráfico 1 – Somatório Erros x Fator *Threshold* para a microbacia São José. Fonte: O autor**



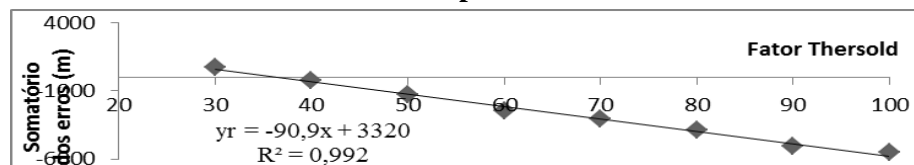
**Gráfico 2 – Somatório Erros x Fator *Threshold* para a microbacia do Saco-Lobo. Fonte: O autor**



**Gráfico 3 – Somatório Erros x Fator *Threshold* para a microbacia do Grangeiro. Fonte: O autor**



**Gráfico 4 – Somatório Erros x Fator *Threshold* para a microbacia do Batateiras. Fonte: O autor**



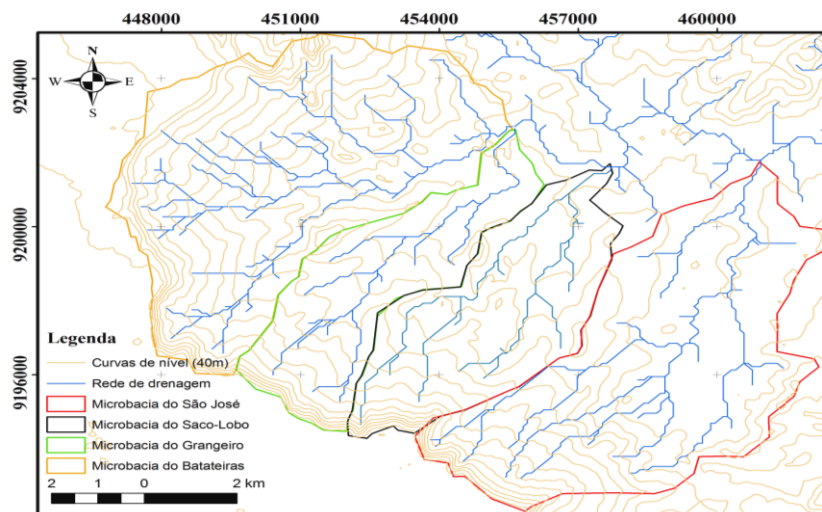
Por serem microbacias fronteiriças, com nascentes na encosta da chapada do Araripe, as mesmas não apresentaram grande variação entre os fatores encontrados. Com exceção do rio Batateiras, por possuir maior densidade de drenagem na encosta da chapada, tornando menor a área necessária para a geração de um curso d'água.



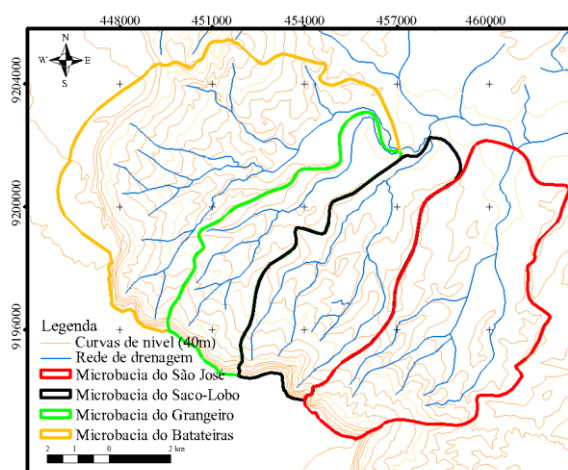
**Tabela 1– Fatores *threshold* ótimos utilizados na delimitação automática das microbacias do São José, Saco-Lobo, Grangeiro e Batateiras. Fonte: O autor**

Microbacia	Fator <i>threshold</i> ótimo
São José	52
Saco-Lobo	51
Grangeiro	47
Batateiras	37

**Figura 2 – Microbacias do São José, Saco-Lobo, Grangeiro e Batateiras delimitadas pelo método automático. Fonte : O autor**

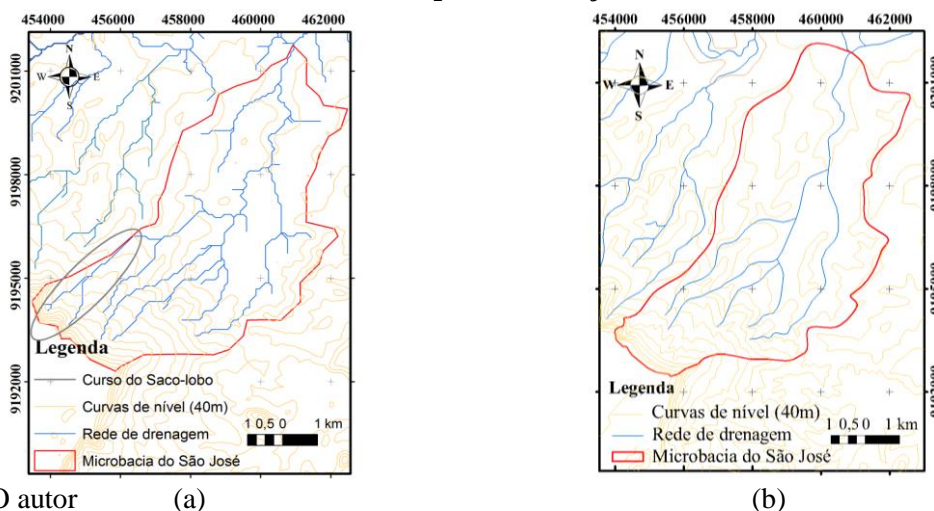


**Figura 3 – Microbacias do São José, Saco-Lobo, Grangeiro e Batateiras delimitadas pelo método manual. Fonte: O autor**



Nessa delimitação utilizou-se a ferramenta *spline* do programa *AutoCAD Map 3D 2014*, para suavizar os contornos que definem os divisores de águas das microbacias. As curvas de nível da carta da SUDENE originalmente são espaçadas em intervalos de 40 m.

**Figura 4 – Microbacia do São José obtida por delimitação automática (a) e manual (b)**



Fonte: O autor

(a)

(b)

Após visita em campo, percebeu-se que o divisor de águas e o curso d'água destacado na Figura 4a, localizam-se em uma região plana e pertencem à microbacia vizinha.

**Tabela 2 – Parâmetros referentes à forma da microbacia do São José. Fonte: O autor**

Variável morfométricas	Und.	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Área da microbacia (A)	km <sup>2</sup>	40,51	41,18	0,67	1,62
Perímetro da microbacia (P)	km	30,73	30,56	0,16	0,54
Coefficiente de compacidade (Kc)	-	1,35	1,33	0,02	1,35
Fator de forma (Kf)	-	0,22	0,34	0,12	36,11

O coeficiente de compacidade encontrado nas duas cartas classifica a microbacia do São José como levemente alongada. Este parâmetro é diferente do encontrado por Costa (2013), que foi de 2,15, porque o mesmo não utilizou a suavização do contorno.

**Tabela 3 – Parâmetros referentes ao sistema de drenagem da microbacia do São José. Fonte: O autor**

Variável morfométricas	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Densidade de drenagem (Dd)	km/km <sup>2</sup>	1,24	0,68	0,56	45,05
Ordem dos cursos d'água	-	3	2	1	33,33
Razão de bifurcação (Rb)	-	-1,48	-1,25	0,23	18,40
Extensão méd do esc. superf. (l)	Km	0,74	0,93	0,19	20,72
Coefficiente de sinuosidade	-	1,32	1,14	0,17	13,13
Confluências	Und	19	4	15	78,95
Número de cursos d'água	Und	36	6	30	83,33
Comp. da rede de dren. (Lrd)	Km	50,27	28,08	22,19	44,15
Comp. do rio principal (Lrp)	Km	13,70	11,04	2,66	19,41
Comp. do talvegue (Lt)	Km	10,42	9,67	0,75	7,24

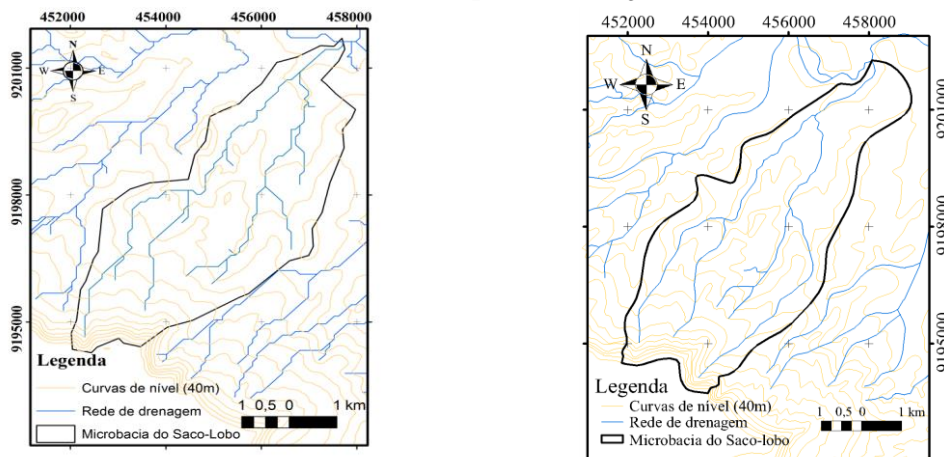
A densidade de drenagem, classifica a microbacia do São José, segundo Villela e Mattos(1975), como regularmente drenada. O coeficiente de sinuosidade encontrado a partir da carta SUDENE, é próximo da unidade, indicando, segundo Schumm(1963), que a maior parte do rio principal dessa microbacia tem forma linear.

**Tabela 4 – Parâmetros referentes ao relevo da microbacia do São José. Fonte: O autor**

Variável morfométricas	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Maior cota da microbacia (Hmáx)	M	938	960	22	2,29
Menor cota da microbacia (Hmín)	M	385	400	15	3,75
Cota média	M	661,5	680	18,5	2,72
Amplitude topográfica	M	553	560	7	1,25
Declividade média	%	9,16	10,43	1,27	12,19
Declividade do talvegue	%	3,60	3,00	0,60	16,64
Declividade méd do rio principal	%	1,85	1,63	0,22	11,83
Coeficiente de rugosidade	km <sup>-1</sup>	11,36	7,11	4,25	37,43

Os parâmetros obtidos a partir da carta SRTM são mais precisos por possuir maior quantidade de dados topográficos.

**Figura 5 – Microbacia do Saco-Lobo obtida por delimitação automática (a) e manual (b).**



Fonte: O autor.

(a)

(b)

Na Tabela 5 observa-se que a área encontrada pela delimitação automática apresentou um desvio percentual de 21,78%, parte desta diferença ocorreu devido o deslocamento do divisor de água que o método automático apresentou.

**Tabela 5 – Parâmetros referentes à forma da microbacia do Saco-Lobo. Fonte: O autor**

Variável morfométricas	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Área da microbacia (A)	km <sup>2</sup>	21,40	27,36	5,96	21,78
Perímetro da microbacia (P)	Km	22,10	25,50	3,41	15,41
Coeficiente de compacidade (Kc)	-	1,34	1,37	0,03	2,07
Fator de forma (Kf)	-	0,20	0,23	0,03	13,89



A microbacia do Saco-Lobo foi a única que apresentou nos parâmetros referentes a drenagem um erro nulo entre as duas cartas (Tabela 6). A densidade de drenagem, classifica o Saco-Lobo como uma microbacia com drenagem regular.

**Tabela 6 – Parâmetros referentes a drenagem da microbacia do Saco-Lobo. Fonte: O autor**

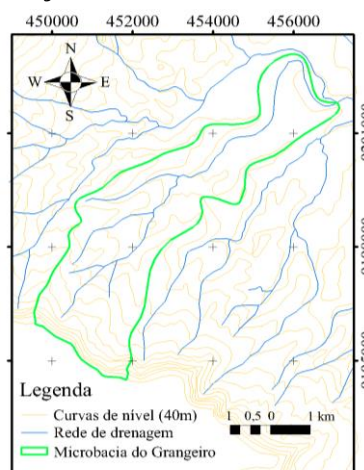
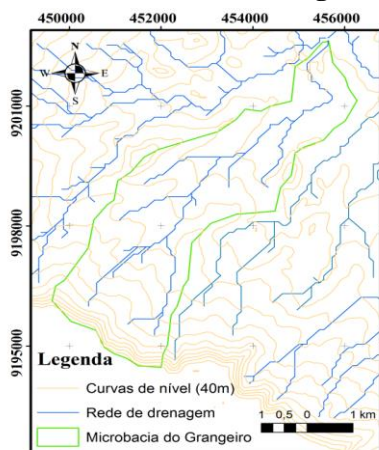
Variável morfométricas	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Densidade de drenagem (Dd)	km/km <sup>2</sup>	1,22	1,04	0,18	14,94
Ordem dos cursos d'água	-	3	3	0,00	0,00
Razão de bifurcação (Rb)	-	-1,91	-2,45	0,54	22,04
Extensão méd do esc. superf. (l)	Km	0,21	0,24	0,04	14,94
Coefficiente de sinuosidade	-	1,17	1,18	0,01	0,78
Confluências	Und	10	5	5	50,00
Número de cursos d'água	Und	21	9	12	57,14
Comp. da rede de dren. (Lrd)	Km	26,06	28,34	2,28	8,74
Comp. do rio principal (Lrp)	Km	10,36	10,87	0,51	4,92
Comp. do talvegue (Lt)	Km	8,85	9,21	0,36	4,11

O parâmetro comprimento da rede de drenagem apresentou um desvio absoluto entre as duas cartas de 2,28 km. Isso aconteceu por causa do deslocamento do curso d'água.

**Tabela 7 – Parâmetros referentes ao relevo da microbacia do Saco-Lobo. Fonte: O autor**

Variável morfométrica	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Maior cota da microbacia (Hmáx)	M	915	960	45	4,69
Menor cota da microbacia (Hmín)	M	397	400	3	0,75
Cota média	M	656	680	24	3,53
Amplitude topográfica	M	518	560	42	7,50
Declividade média	%	10,84	12,66	1,81	13,34
Declividade do talvegue	%	4,22	3,80	0,42	9,87
Declividade média do rio principal	%	2,68	2,39	0,29	10,65
Coefficiente de rugosidade	km <sup>-1</sup>	13,22	13,11	0,09	0,71

**Figura 6 – Microbacia do Grangeiro obtida por delimitação automática (a) e manual (b)**



Fonte: O autor.

(a)

(b)



**Tabela 8 – Parâmetros referentes à forma da microbacia do Grangeiro. Fonte: O autor.**

Variável morfométricas	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Área da microbacia (A)	km <sup>2</sup>	18,18	19,20	1,02	5,29
Perímetro da microbacia (P)	km	23,31	26,17	2,86	12,28
Coefficiente de compacidade (Kc)	-	1,53	1,67	0,14	9,27
Fator de forma (Kf)	-	0,16	0,14	0,02	12,15

A partir dos valores apresentados no fator de forma, segundo a classificação de Tonello *et al.*, (2006), define esta como sendo uma microbacia pouco susceptível a enchentes. O que torna essa microbacia um fato para mais estudos, devido a mesma ter uma grande faixa do rio principal em ambiente urbano, reduzindo a infiltração do solo e aumentando o escoamento superficial.

**Tabela 9– Parâmetros referentes ao sistema de drenagem da microbacia do Grangeiro. Fonte: O autor**

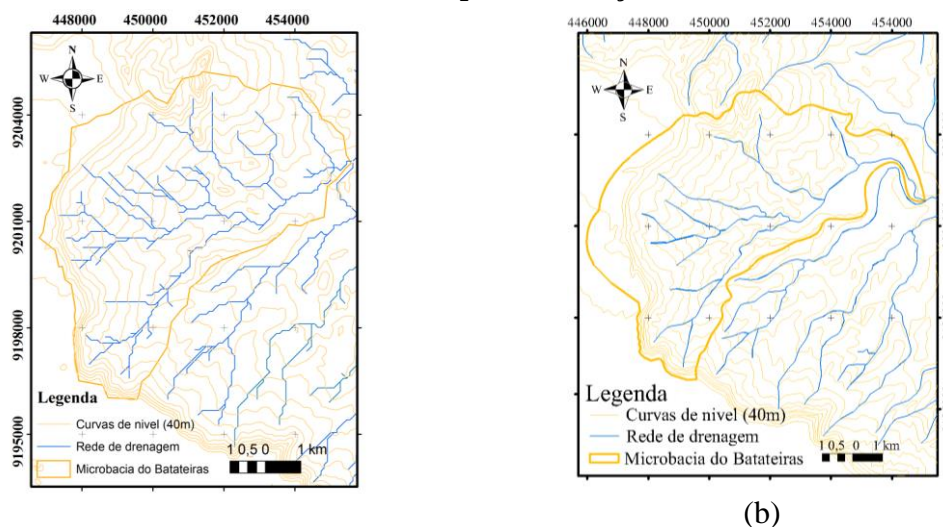
Variável morfométrica	Unidade	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Densidade de drenagem (Dd)	km/km <sup>2</sup>	1,27	0,97	0,30	23,51
Ordem dos cursos d'água	-	3	2	1	33,33
Razão de bifurcação (Rb)	-	-1,35	-1,25	0,10	8,00
Extensão méd do esc. superf. (l)	Km	0,20	0,26	0,06	23,51
Coefficiente de sinuosidade	-	1,28	1,31	0,03	2,53
Confluências	Und	10	4	6	60,00
Número de cursos d'água	Und	19	6	13	68,42
Comp. da rede de dren. (Lrd)	Km	23,13	18,68	4,45	19,24
Comp. do rio principal (Lrp)	Km	10,69	11,64	0,94	8,82
Comp. do talvegue (Lt)	Km	8,38	8,90	0,51	6,13

A rede de drenagem da carta SRTM apresentou valores superiores nos parâmetros: ordem dos cursos d'água, superior em uma ordem; confluências superior em 6 unidades; número de cursos 13 a mais; e comprimento da rede de drenagem de 4,45 km. Toda essa diferença ocorre, devido a carta SRTM ter maior quantidade de informação topográfica, criando normalmente uma rede de drenagem mais detalhada.

**Tabela 10 – Parâmetros referentes ao relevo da microbacia do Grangeiro. Fonte: O autor.**

Variável morfométrica	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Maior cota da microbacia (Hmáx)	M	936	960	24	2,50
Menor cota da microbacia (Hmín)	M	406	400	6	1,50
Cota média	M	671	680	9	1,32
Amplitude topográfica	M	530	560	30	5,36
Declividade média	%	11,14	12,88	1,74	13,51
Declividade do talvegue	%	3,86	3,82	0,04	1,12
Declividade média do rio principal	%	2,36	2,06	0,29	12,48
Coefficiente de rugosidade	km <sup>-1</sup>	14,18	12,54	1,64	11,56

**Figura 7 – Microbacia do Batateiras obtida por delimitação automática (a) e manual (b)**



Fonte: O autor.

(a)

(b)

Os parâmetros de forma apresentados na Tabela 11 possuem desvios absolutos baixos, sendo 4,06 km<sup>2</sup> para área, 1,12 km para o perímetro, 0,02 para o coeficiente de compacidade e 0,08 para o fator de forma, esse possui um desvio percentual maior que os outros parâmetros de forma pois no seu cálculo é utilizado comprimento axial. Logo, tomando a classificação de forma dos autores já citados, o Batateiras define-se como uma microbacia de forma estreita, alongada e pouco susceptível a enchentes.

**Tabela 11 – Parâmetros referentes à forma da microbacia do Batateiras. Fonte: O autor.**

Variável morfométrica	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Área da microbacia (A)	km <sup>2</sup>	44,54	48,60	4,06	8,35
Perímetro da microbacia (P)	km	38,17	39,29	1,12	2,94
Coeficiente de compacidade (Kc)	-	1,60	1,58	0,02	1,46
Fator de forma (Kf)	-	0,38	0,30	0,08	25,18

Já os parâmetros referentes ao sistema de drenagem apresentaram algumas diferenças consideráveis entre as duas bases de dados adotadas, a densidade de drenagem que a carta SRTM definiu, apresentou valor 0,59 maior (Tabela 12). Mesmo com essa diferença ambos os parâmetros classificam o Batateiras como uma microbacia regularmente drenada.

**Tabela 12 – Parâmetros referentes ao sistema de drenagem da microbacia do Batateiras. Fonte: O autor.**

Variável morfométrica	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Densidade de drenagem (Dd)	km/km <sup>2</sup>	1,38	0,79	0,59	42,76
Ordem dos cursos d'água	-	4	3	1	25,00

Razão de bifurcação (Rb)	-	-1,88	-1,91	0,03	1,57
Extensão méd do esc. superf. (l)	Km	0,18	0,32	0,14	42,76
Coeficiente de sinuosidade	-	1,16	1,32	0,16	14,13
Confluências	Und	36	10	26	72,22
Número de cursos d'água	Und	79	15	64	81,01
Comp. da rede de dren. (Lrd)	Km	61,35	38,32	23,03	37,54
Comp. do rio principal (Lrp)	Km	10,87	12,71	1,83	16,87
Comp. do talvegue (Lt)	Km	9,39	9,61	0,23	2,41

Nesta microbacia foi encontrada a maior diferença entre os parâmetros calculados, como: ordem; confluências superior em 26 unidades; número de cursos 64 a mais o que representa uma diferença percentual de 81,01%; e comprimento da rede de drenagem 23,03 km, com o maior número de cursos d'água, a extensão média do escoamento superficial encontrado na carta SRTM é 140 m, menor que o mesmo parâmetro encontrado na outra carta.

**Tabela 13 – Parâmetros referentes ao relevo da microbacia do Batateiras. Fonte: O autor.**

Variável morfométrica	Und	SRTM 3	SUDENE	Desvio absoluto	Desvio (%)
Maior cota da microbacia (Hmáx)	M	920	960	40	4,17
Menor cota da microbacia (Hmín)	M	404	400	4	1,00
Cota média	M	662	680	18	2,65
Amplitude topográfica	M	516	560	44	7,86
Declividade média	%	13,91	15,65	1,74	11,13
Declividade do talvegue	%	3,69	4,06	0,37	10,07
Declividade média do rio principal	%	2,60	2,31	0,29	11,21
Coeficiente de rugosidade	km <sup>-1</sup>	19,16	12,34	6,82	35,59

### Considerações Finais

Após o levantamento dos dados morfométricos das microbacias, concluiu-se que a metodologia aplicada no cálculo dos fatores *Threshold* ótimos para cada microbacia se mostrou eficiente, proporcionando um traçado da rede de drenagem mais próximo da realidade.

Em geral as microbacias geradas com base de dados nas cartas SUDENE possuem uma rede de drenagem menor do que as geradas a partir da carta SRTM 3. Isso se dá pela grande escala apresentada nas cartas da SUDENE utilizadas, com curvas de nível espaçadas a cada 40 m de altitude, fazendo com que muitos pontos entre estas curvas sejam desconsiderados, gerando uma falha no relevo que influencia na geração da rede de drenagem, ocultando muitos cursos d'água de ordem inferior.

Ao comparar os parâmetros morfométricos das microbacias obtidos com as duas cartas, verificou-se maiores desvios absolutos naqueles referentes a rede de drenagem e ao

relevo. Já os parâmetros associados à forma das microbacias, não apresentaram diferenças consideráveis. Assim, com o advento de novas tecnologias, a utilização de métodos manuais fica limitada quando se pretende fazer um estudo hidrológico, mas de certa forma pode servir de auxílio no entendimento teórico, ajudando na identificação de problemas localizados que surgem com uso do método automático.

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com 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 N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento”

### **Referências**

- COSTA, CARLOS ALEXANDRE GOMES, *et al.* **Comparação do uso do SRTM para delimitação e caracterização fisiográfica de uma micro-bacia hidrográfica.** In Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIII. **Anais...** Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007.
- COSTA, KASSIUS VINISSIUS DE MORAIS, **Parâmetros Hidrossedimentológicos da bacia hidrográfica do São José, no cariri cearense,** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, Ce, 2013
- FONTENELE, S de B; *et al.* **Relationship between hydrogeological parameters for data-scarce regions: the case of the Araripe sedimentary basin, Brazil.** Environmental Earth Sciences (Internet), 2013.
- SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. *Geological Society of America Bulletin*, n. 67, p. 597-646, 1963.
- TONELLO, KELLY. CRISTINA., *et al.* **Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira Das Pombas, Guanhões-Mg.R.** *Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- VALENTE, D. F. GOMES, M. A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 245p, 1975.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: Ed. McGRAWHill do Brasil, 245p, 1975.