



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Caracterização Morfométrica como Base para o Manejo da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Acre

Francisco Ivam Castro do Nascimento¹, Waldemir Lima dos Santos¹, Elisandra Moreira de Lira¹, Frank Oliveira Arcos¹

¹ Universidade Federal do Acre. Departamento de Geografia. Campus universitário – BR 364, Km 04 – Distrito industrial – CEP: 69.920 – 900. Rio Branco – Acre. ivam.nc@gmail.com

Artigo recebido em 11/10/2012 e aceito em 11/12/2012

RESUMO

O processo de descrição física de bacias hidrográficas é de extrema importância para a elaboração de projetos de preservação e conservação dos recursos hídricos. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise morfométrica, a partir de dados de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, tendo como intuito, caracterizar e estabelecer as bases para o manejo da bacia hidrográfica do Rio São Francisco – Acre – Brasil. Como resultados, podemos afirmar que o sistema de drenagem da bacia hidrográfica do Rio São Francisco possui um tamanho de 349,083 km e a média do comprimento de canais de 2,065 km. A densidade de drenagem foi de 0,781 km/km² o que a torna uma bacia mal drenada e mais susceptível a enchentes e inundações. A rede de drenagem é dendrítica, enquanto que a forma do canal é em “U”. Foi visto também que a bacia encontra-se bastante antropizada, principalmente as margens de seus canais. Concluímos que os dados referentes a fisiografia, incluindo as informações de uso da terra, geologia, geomorfologia e vegetação foram essenciais para a compreensão da situação física em que se encontra a bacia, e importante para o estabelecimento de políticas públicas de conservação ambiental.

Palavras-Chave: Recursos Hídricos, geotecnologias, planejamento e conservação ambiental.

Morphometric characterization as Basis for Management of River Basin São Francisco - Acre

ABSTRACT

The process of physical description of watershed is of utmost importance for the preparation of projects for the preservation and conservation of water resources. With this, this paper aims to make a physiographic analysis from remote sensing data and geoprocessing techniques, with the aim to characterize and establish the basis for the management of river basin São Francisco - Acre – Brazil. As a result, we can say that the drainage system of watershed São Francisco River has a length of 349.083 km and the average length of 2.065 kilometers channels. The drainage density was 0.781 km / km² which makes it a basin drained poorer and more susceptible to flood. The drainage network is dendritic, while the shape of the channel is "U". It was also seen that the basin is quite disturbed, particularly the margins of its channels. We conclude that data on physiography, including information about land use, geology, geomorphology and vegetation were essential for understanding the physical situation of the basin and important for the establishment of public politics of environment conservation.

Key words - water resources, geotechnology, planning and environmental conservation.

1. Introdução

Nas últimas décadas, a humanidade vem se defrontando com uma série de

problemas globais, sejam ambientais, financeiros, econômicos, sociais e de mercado. Entre estes problemas a

preocupação com a água tem adquirido especial importância, pois a demanda por este recurso tem se tornado cada vez maior.

A água é um bem natural e de uso público, sendo a sua preservação em termos de qualidade e quantidade, dever de todos os atores sociais. É conhecida a sua relação indissociável com os níveis de saúde, desenvolvimento e bem-estar de uma comunidade. Sabe-se, também, que os custos ambientais da sua preservação são muito menores do que aqueles inerentes ao seu tratamento visando à despoluição de bacias hidrográficas.

É nesse contexto que as bacias hidrográficas assumem importante papel no planejamento e gestão ambientais, uma vez que representa a unidade de planejamento mais adequada para os estudos de preservação ambiental, visando a manutenção da qualidade de vida nestas áreas.

No Brasil, a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, considera a água como um recurso natural de domínio público, limitado e dotado de valor econômico, sendo a unidade territorial básica para estudo a bacia hidrográfica.

É visto que a bacia hidrográfica tem-se tornado uma unidade de pesquisa, gerenciamento e planejamento, fato constatado na literatura da área de Ecologia, Geografia, Engenharia Agrônômica, Engenharia Sanitária e Ambiental, Ciências Sociais, entre outras.

Segundo Rowntree (1990) a bacia hidrográfica oferece excelente estrutura para o manejo e planejamento dos recursos hídricos, integrando-se com o desenvolvimento de políticas ambientais, sociais e econômicas.

Uma bacia hidrográfica é normalmente definida como uma área natural de captação da precipitação, tendo o limite marcado por divisores de água que fazem com que a água precipitada conflua para um único ponto de saída, o exutório. Desta forma, Alves et. al. (2011) afirma que a bacia hidrográfica pode ser considerada uma área delimitada por um divisor de águas que drena a água das chuvas por canais e ravinas.

A bacia hidrográfica é drenada por um curso principal e recebe a contribuição de rios menores, chamados de tributários.

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica consiste na descrição sucinta dos fatores topográficos, geológicos, geomorfológicos e de ocupação do solo intervenientes na geração de escoamentos e na determinação de coeficientes definidores da forma, drenagem, declividade da bacia, entre outros.

Parveen (2012), ainda afirma que a morfometria envolve a análise da evolução das bacias hidrográficas, através do estudo de parâmetros específicos.

A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos

quantitativos. De acordo com Zanata (2011) a morfometria da microbacia hidrográfica é ferramenta essencial de diagnóstico da suscetibilidade à degradação ambiental

Atualmente, a caracterização morfométrica é feita com a integração de informações de mapas analógicos e digitais e imagens de satélites em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Com o advento do sensoriamento remoto e do sistema de informações geográficas, tem-se criado uma nova concepção na interpretação e na análise de bacias hidrográficas (Rao et. al., 2012). Esta concepção permite que as ferramentas de geoprocessamento contribuam na análise, interpretação e na apresentação das informações relacionadas às bacias hidrográficas.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo expressar de forma

quantitativa e qualitativa, através de técnicas de geoprocessamento, os principais aspectos morfométricos da bacia Hidrográfica (BH) do Rio São Francisco, com o intuito de caracterizar e estabelecer as bases para o manejo de bacias hidrográficas, e consequentemente o melhor uso dos recursos naturais, enfatizando os recursos hídricos.

2. Material e Métodos

2.1 Caracterização da área em estudo

O Rio São Francisco é um tributário de Rio Acre, possui um percurso de aproximadamente de 53,427 km e uma área de aproximadamente 44767 hectares. Sua nascente está localizada entre a divisa dos municípios de Rio Branco e Bujari nas coordenadas $68^{\circ} 9' 11''$ W e $9^{\circ} 57' 39''$ S e sua desembocadura se localiza na zona urbana de Rio Branco nas coordenadas $67^{\circ} 46' 39''$ W e $9^{\circ} 57' 21''$ S (figura 1).

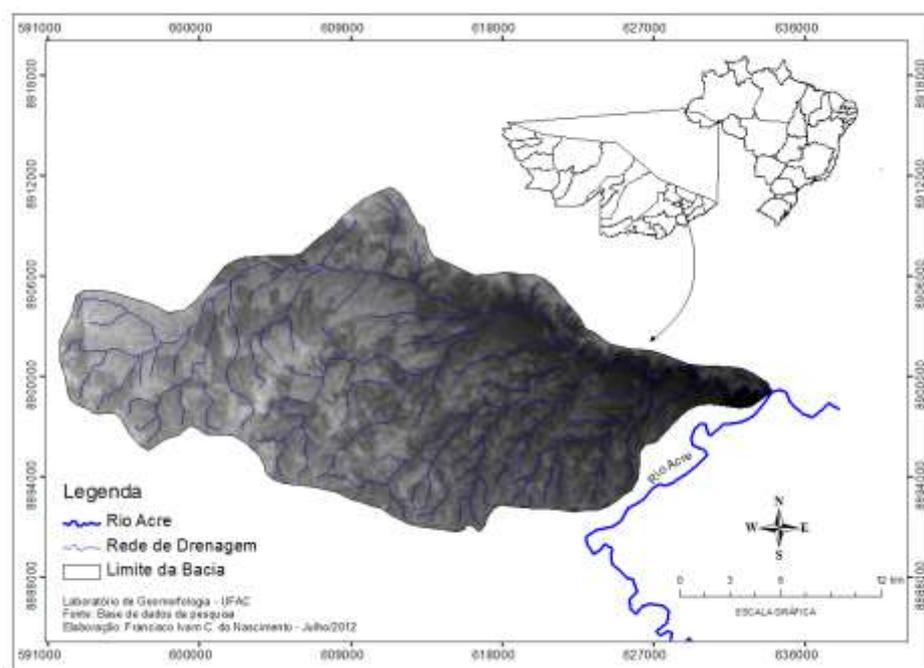


Figura 1- Localização da Bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco

Fonte: Elaborado pelo autor - 2012

As análises morfométricas e a construção dos mapas para a representação física da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco foram feitas com a ajuda do software ArcGIS 10 (desenvolvido pelo *Environmental Systems Research Institute*) e SPRING 5.1.8 (desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE). A delimitação de sua área de drenagem levou em conta o divisor topográfico, analisado através de imagens de SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 90 metros.

Os parâmetros morfométricos determinados para a caracterização da bacia hidrográfica, e que foram abordados neste estudo são: 1 – Coeficiente de compacidade; 2 – Fator de forma; 3 – Rede de drenagem; 4 – Ordem da bacia; 5 – Orientação da bacia; 6 – Grau de controle da bacia; 7 – Angularidade da bacia; 8 – Densidade de drenagem; 9 – Extensão média do escoamento superficial; 10 – Sinuosidade do curso d'água; 11 – Forma da rede de drenagem; 12 – Extensão média dos canais; 13 – Forma da bacia; 14 – Área de drenagem e 15 – Forma do canal principal. Ainda foram analisados aspectos como: geomorfologia; geologia; vegetação e uso da terra.

2.1 - Área de Drenagem

A área de drenagem de uma BH é a área plana, em projeção horizontal. O limite superior de uma bacia hidrográfica é o divisor

de água (divisor topográfico) e a delimitação inferior é a saída da bacia (confluência).

A área de uma bacia é o elemento básico para cálculo das outras características morfométricas. Assim, após determinado o perímetro da bacia, a área pode ser calculada com auxílio do planímetro, de papel milímetro, pela pesagem de papel uniforme devidamente recortado ou através de técnicas mais sofisticadas, com o uso de softwares de geoprocessamento.

A área de uma bacia normalmente é representada pela letra “A”, que é expressa em km^2 (quilometro quadrado) ou ha (hectares). Este parâmetro é considerado fundamental para definir a potencialidade hídrica da bacia hidrográfica, por que seu valor multiplicado pela lâmina da chuva precipitada define o volume de água recebido pela bacia.

2.2 - Forma da Bacia

A forma superficial de uma bacia hidrográfica reveste-se de importância devido a sua inter-relação com a variável tempo de concentração, que é o tempo que leva a água dos limites da bacia para chegar à saída da mesma. A análise da forma da bacia envolve os parâmetros: coeficiente de compacidade e fator de forma.

Em geral, as bacias hidrográficas dos grandes rios apresentam forma arredondada ou alongada. As pequenas bacias, por sua vez, variam muito no formato, dependendo da

estrutura geológica do terreno. “Esses índices são importantes no estudo comparativo das bacias e permitem, em alguns casos, tirar algumas conclusões sobre as vazões”. Na

figura 2 podemos perceber a variação da vazão nos diferentes formatos de bacias hidrográficas.



Figura 2 – Formas da bacia e sua influencia na vazão
Fonte: Elaborado pelo autor - 2012

2.3 - Coeficiente de Compacidade ou Índice de Compacidade

A relação do perímetro de uma bacia hidrográfica e a circunferência do círculo de área igual a da respectiva bacia constitui o Índice de Compacidade. Desde que outros fatores não interfiram, valores menores do índice de compacidade indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes elevados. Os índices que determinam a forma da bacia procuram relacioná-las com formas geométricas conhecidas, como o coeficiente de compacidade, que a relaciona com um círculo, e o fator de forma, que relaciona com um retângulo.

O calculo do coeficiente de compacidade K_c é dada pela seguinte fórmula:

$$A = \pi r^2 \quad [L^2] \quad (1)$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad [L] \quad (2)$$

$$K_c = \frac{P}{2\pi r} = \frac{P}{2\pi \sqrt{A} / \sqrt{\pi}} \cong 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

(3)

Onde:

P = Perímetro em Km

A = Área da bacia em Km²

2.4 - Fator de Forma ou Índice de Conformação

É o índice que reflete a relação entre a área de uma bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial, medido ao longo do curso de água, da desembocadura ou seção de referência à cabeceira mais distante, no divisor de águas. No Índice de Conformação, quanto maior o seu valor, maior a potencialidade de ocorrência de picos de enchentes elevados.

Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém, com maior fator

de forma. O fator de forma é dado pela seguinte formula:

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (4)$$

Em que:

A = Área da Bacia

L = é o comprimento da bacia

2.5 – Rede de Drenagem da Bacia (Rd)

A rede de drenagem é constituída pelo rio principal acrescido de todos os seus tributários, sendo expressa em km. Esse valor é função do clima, da topografia e da natureza dos materiais e da cobertura vegetal existente. Entretanto, esse sistema pode ser alterado, bastando uma pequena mudança de gradiente de descarga do rio (motivada por pequenos ajustes neotectônicos) e/ou súbita descarga (em razão de enxurradas associadas ao desmatamento em grande escala, a montante da bacia), e podem levar à remoção e transporte de bancos de solapamento (erosão basal das margens côncavas) até a formação de barras de sedimentos (*point bar*), nas margens convexas, a jusante. Para o calculo da rede de drenagem da bacia do Rio São Francisco, foi utilizada a seguinte equação:

$$Rd = \sum_{i=1}^n li \quad (5)$$

Em que: Rd = rede de drenagem, em km

li = comprimento dos cursos d'água, em km

2.6 - Ordem dos Cursos de Água

A ordem dos rios é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação de uma bacia hidrográfica. Representa-se através de um mapa bem detalhado, no qual são incluídos todos os canais, quer sejam perenes, intermitentes ou efêmeros.

Os pequenos canais fluviais que não se ramificam (podendo desembocar no rio principal ou em seus ramos) podem ser classificados como sendo de primeira ordem. A junção de dois canais de primeira ordem forma um canal de segunda ordem; quando dois rios de segunda ordem juntam-se, forma-se um rio de terceira ordem e, assim por diante. Na figura 3 podemos ver um exemplo de classificação da ordem de um rio.

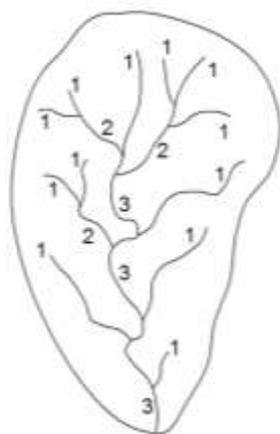


Figura 3 – Representação da ordem de uma bacia hidrográfica

Fonte: Elaborado pelo autor – 2012

2.7 - Orientação da bacia

As direções dos cursos d'água de uma rede definem a orientação de drenagem da bacia. Um padrão de drenagem pode apresentar uma ou mais direções, ou não apresentar nenhuma. A orientação da bacia define a direção geral para qual a declividade está exposta. Assim, uma bacia de orientação sul drena para sul.

2.8 - Grau de controle da bacia

Corresponde ao controle relativo de determinados cursos d'água em relação a outros sem direção preferencial. Diz-se que uma área possui alto grau de controle quando há uma direção predominante no padrão de drenagem e vice-versa.

2.9 - Densidade de drenagem

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica. O cálculo da densidade de drenagem é

importante na análise das bacias hidrográficas porque apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem.

Quanto a densidade de drenagem de bacias hidrográficas, pode-se afirmar que este índice varia de 0,5km/km², para bacias com drenagem pobre, a 3,5km/km² ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas. O cálculo da densidade de drenagem é feito a partir da seguinte fórmula:

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (6)$$

Em que:

L = Comprimento total dos cursos d'água na bacia

A = área da bacia

2.10 - Extensão média de escoamento superficial e extensão média dos canais

A extensão média dos canais nos permite analisar o comprimento médio dos canais da rede de drenagem. Já a extensão média do escoamento superficial representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente, correspondendo a uma das variáveis independentes mais importantes, que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como o fisiográfico das bacias de drenagem .

O calculo da extensão média do escoamento superficial é feita pela seguinte fórmula:

$$l = \frac{A}{4L} \quad (7)$$

Em que:

L = é o comprimento do rio principal

A = área da bacia

2.11 - Sinuosidade do Curso d'água

A sinuosidade de um determinado curso d'água pode ser mensurada mediante a relação entre o comprimento do talvegue e o comprimento do rio principal, sendo fator controlador da velocidade do escoamento. Talvegue é a linha de maior profundidade no leito fluvial. Resulta da intersecção dos planos das vertentes com dois sistemas de declives

convergentes. O calculo da sinuosidade do curso d'água é dado pela seguinte expressão:

$$Sin = \frac{L}{L_t} \quad (8)$$

Em que:

L= é o comprimento do rio principal

L_t = é o comprimento do talvegue

2.12 – Forma do canal principal

A forma dos canais fluviais está intimamente ligada à sinuosidade do rio, à densidade de drenagem e ao gradiente do rio. Esses fatores influenciam de forma decisiva na forma dos canais fluviais. As formas predominantes entre os rios brasileiros são: formato em “V” e “U”.

3. Resultados e Discussão

A delimitação da bacia hidrográfica do Rio São Francisco levou em conta o seu divisor topográfico delimitado através de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), essas imagens permitiram a elaboração do perfil longitudinal do Rio São Francisco (Figura 4). A partir do perfil longitudinal observa-se que a maior cota da bacia é 162 metros e a menor de 109 metros, apresentando uma diferença de 53 metros.

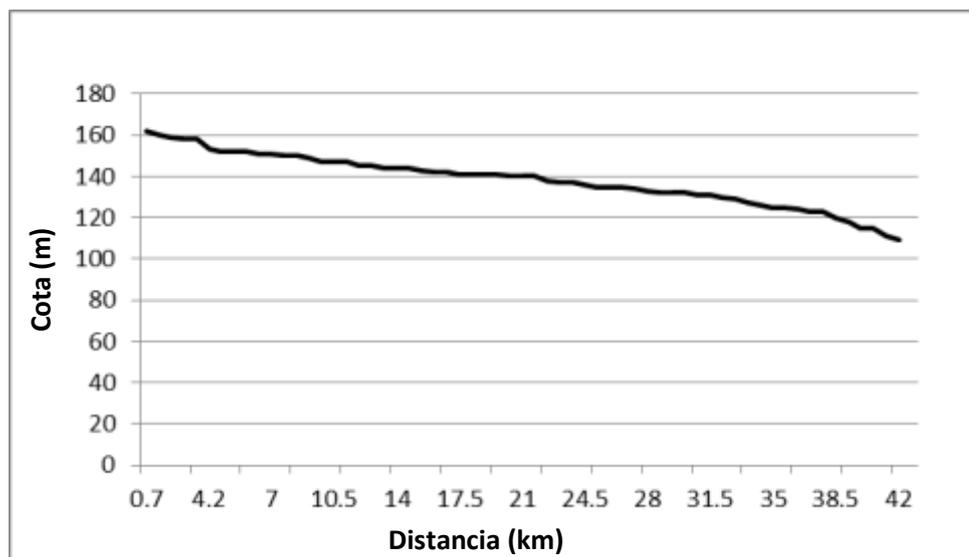


Figura 4 – Perfil longitudinal do Rio São

Francisco - Acre

Os resultados obtidos através da análise morfométrica da BH do Rio São Francisco podem ser visualizados na Tabela

1.

Tabela 1 – Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - Acre

Parâmetro	Descrição
1	Coefficiente de compacidade (Kc) 1,4
2	Fator de Forma (Kf) 0,25
3	Rede de Drenagem 349,083 km
4	Ordem da bacia (cursos d'água) 4
5	Orientação da bacia sentido Leste
6	Grau de controle da bacia Média
7	Angularidade da bacia Baixa
8	Densidade de drenagem 0,781 km/km ²
9	Extensão média do escoamento superficial 0,209 km
9	Sinuosidade do curso d' água 1,27
10	Forma da rede de drenagem Dendrítico

11	Extensão média dos canais	2,065 km
12	Forma da Bacia	Arredondada
13	Área de drenagem	447,679 km ²
14	Forma do canal principal	U

A bacia hidrográfica do Rio São Francisco possui um padrão dendrítico. O sistema de drenagem possui um tamanho de 349,083 km e a média do comprimento dos canais foi de 2,065 km. A densidade de drenagem de 0,781 km/km² e o coeficiente de compacidade de 1,4 tornam a bacia hidrográfica do Rio São Francisco mais susceptível a enchentes e inundações. A sinuosidade do curso d'água com o valor de 1,27 explica a forma do canal principal como sendo em "U". Esta forma expressa uma característica peculiar do formato dos rios na Amazônia brasileira, característico de áreas com relevo plano à suave ondulado. Na Figura 5 pode-se visualizado o formato da bacia de drenagem do Rio São Francisco.

A sinuosidade dos cursos d' água na BH do Rio São Francisco são também característicos de áreas da Amazônia com predominância da formação Solimões superior. O lento escoamento das águas, resultante da topografia, explica o grau de desenvolvimento dos canais fluviais desta bacia que apresentou ordem 4 (Figura 6).



Figura A – Leito do Rio São Francisco – Médio curso
Figura B – Leito do Rio São Francisco – Alto curso
Fonte: Projeto de pesquisa (2012)
Fonte: Senildo Melo (2012)

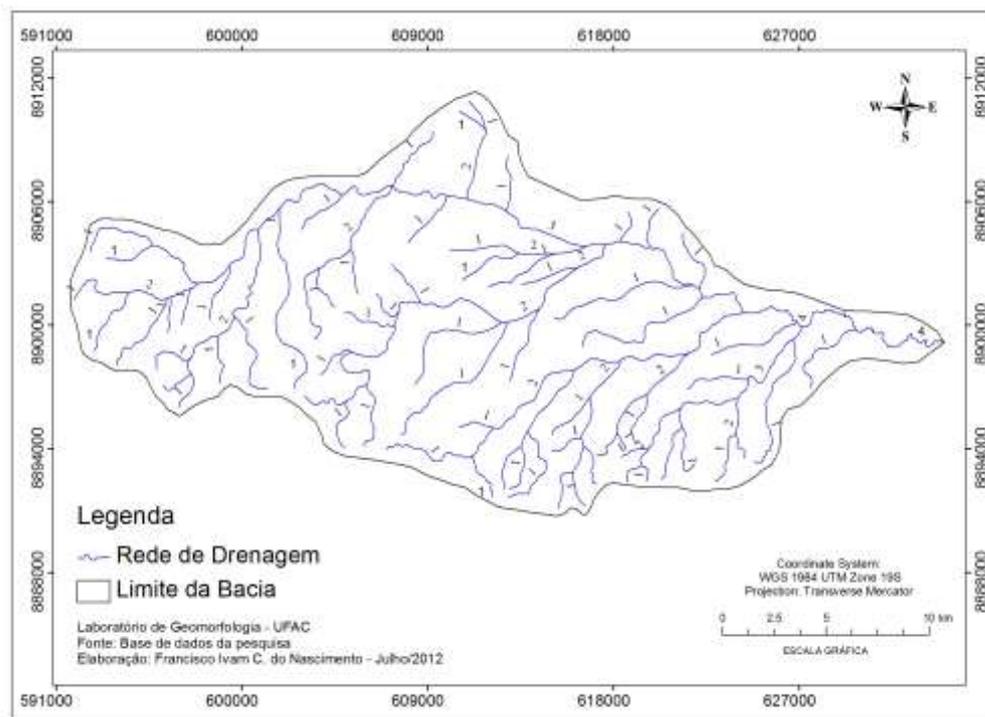


Figura 6 – Ordem dos canais da BH do Rio São Francisco - Acre

O número de seguimentos e o comprimento total dos canais de cada ordem podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 – Comprimento e ordem dos segmentos da BH do Rio São Francisco - Acre

Ordem	Nº de segmentos	Comprimento total dos canais em (km)
1	86	205,492
2	42	54,684
3	27	20,835
4	4	14,126

Fonte: Elaborado pelo autor - 2012

TOTAL	159	295.137
--------------	------------	----------------

Fonte: Projeto de pesquisa - 2012.

Os demais aspectos físicos analisados foram: geologia; geomorfologia; vegetação e uso da terra. A classificação do uso da terra foi realizada no *Software* SPRING 5.1.8, utilizando imagens de LANDSAT TM do ano de 2011 com resolução espacial de 30 metros. O classificador utilizado foi o de MAXVER - que vem do método estatístico da Máxima Verossimilhança que é o método de classificação “pixel a pixel” mais comum - com limiar de aceitação de 99 % ou erro de classificação de 1 %. (Figura 7).

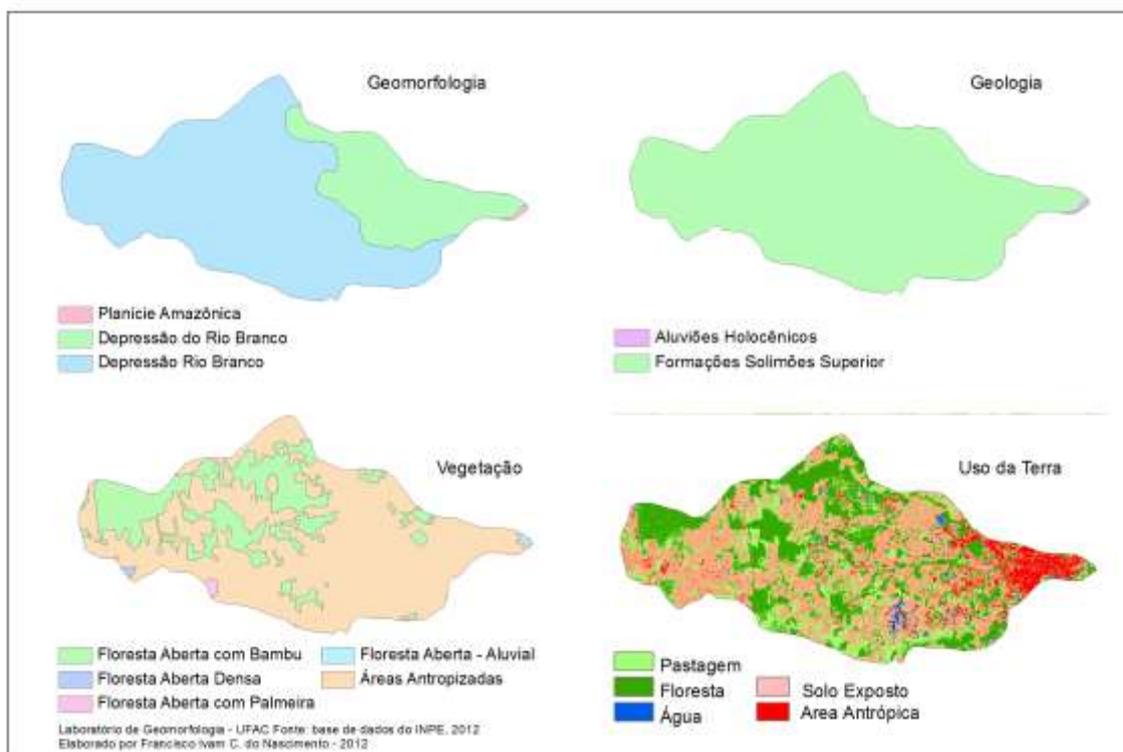


Figura 7 – Geomorfologia, geologia, vegetação e uso da terra da BH do Rio São Francisco - Acre

Fonte: Laboratório de Geomorfologia – UFAC

As informações quantitativas referentes a Figura 7 estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Quantificação das informações referentes a Geomorfologia, Geologia, vegetação e uso da terra da BH do Rio São Francisco.

Geomorfologia	Área (ha)	%
Planície Amazônica	83	0,2
Depressão do Rio Branco	10835	24,2
Depressão Rio Branco	33849	75,6
Total	44767	100
Geologia		
Aluviões Holocênicos	82	0,2
Formações Solimões Superior	44685	99,8
Total	44767	100
Vegetação		
Floresta Aberta com Bambu	10841	24,2
Floresta Aberta Densa	149	0,3
Floresta Aberta com Palmeira	84	0,2
Floresta Aberta Aluvial	94	0,2

Áreas antropizadas	33599	75,1
Total	44767	100
Uso da terra		
Pastagem	10499	23,5
Floresta	12227	27,3
Água	732	1,6
Solo exposto	17502	39,1
Áreas antropizadas	3807	8,5
Total	44767	100

Quanto a geomorfologia, conforme a Tabela 3, 75, 6 % da BH do Rio São Francisco é ocupada pela Depressão Rio Branco, seguida pela depressão do Rio Branco e pela Planície Amazônica com 24, 2 % e 0,2 %, respectivamente. Quanto a geologia, 99,8 da bacia é ocupada pela Formação Solimões Superior e pouco mais de 0,2 da área é ocupada por aluviões holocênicos. No gráfico 1 verifica-se os percentuais aproximados de uso da terra distribuídos entre pastagem, floresta, água, solo exposto e áreas antrópicas.

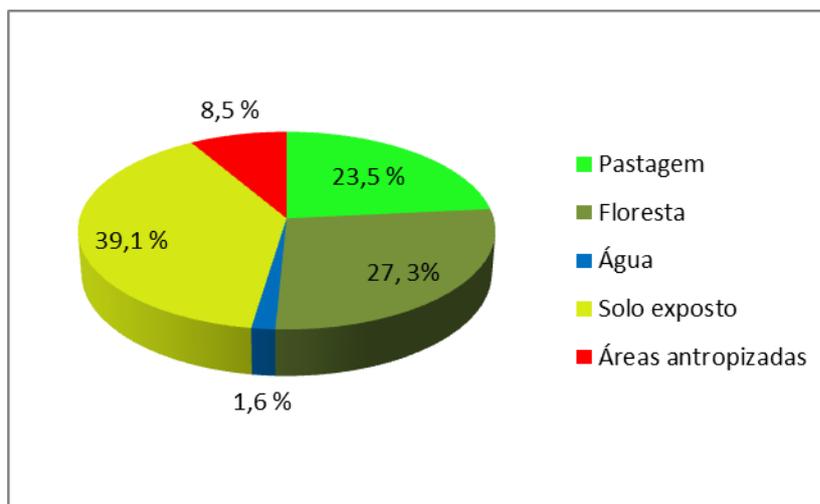


Gráfico 1 - Uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Em relação a vegetação pode-se observar que pouco mais de 24,9 % da BH é ocupada por floresta (Tabela 3), restando 75,1 % que é ocupada por atividades de caráter antrópico. Isso evidencia, em parte, o processo de degradação que está área vem passando nos últimos anos. Por fim, os valores aproximados de uso da terra, são eles: Pastagem com 23,5%; Floresta, 27,3%; Água, 1,6 %; Solo exposto, 39,1 % e áreas antrópicas respondendo por 8,5 % do total da BH.

4 - Conclusões

A partir das análises feitas em softwares de geoprocessamento podemos afirmar que a bacia hidrográfica do Rio São Francisco possui um tamanho de 349,083 km e a média do comprimento de canais de 2,065 km, tendo uma densidade de drenagem de 0,781 km/km² o que a torna uma bacia mal

drenada e mais susceptível a enchentes e inundações. Também pode-se afirmar que a bacia encontra-se bastante antropizada, principalmente as margens de seus canais onde se localizam as moradias humanas.

Os dados referentes a fisiografia da bacia hidrográfica do rio São Francisco, incluindo as informações de uso da terra, geologia, geomorfologia e vegetação foram essenciais para a compreensão da situação física em que se encontra a bacia, e importante para o estabelecimento de políticas públicas de conservação ambiental.

5 - Agradecimentos

A Capes pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor. Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pelo fornecimento do material cartográfico. Ao laboratório de Geomorfologia da

Universidade Federal do Acre (UFAC) pelo apoio científico conferido na execução das pesquisas na área da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

6. Referências

ALVES, Telma Lucia Bezerra.; ARAUJO, Alana Ramos.; ALVES, Alan Nunes.; FERREIRA, Aline Costa.; NÓBREGA, Joselito Eulâmpio da. Diagnóstico Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Rio do Saco, Santa Luzia–PB (Environmental Diagnosis of the Rio do Saco Watershed, Santa Luzia-PB). **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 4, n.2 (2011). p. 396-412

PARVEEN, Reshma.; KUMAR, Uday.; SINGH, Vivek Kumar. Geomorphometric Characterization of Upper South Koel Basin, Jharkhand: A Remote Sensing & GIS Approach. **Journal of Water Resource and Protection**, 2012, 4, p. 1042-1050 (<http://www.SciRP.org/journal/jwarp>)

ROWNTREE, K. Political and administrative constraints on integrated river basin development: an evaluation of the Tana and Athi Rivers. **Applied Geography**, Chicago, v.10. n.1, p.21- 41, 1990.

SILVA, L. G. T.; SILVA, B. N. R. da; RODRIGUES, T. E. **Análise fisiográfica das várzeas do baixo Tocantins**: uma contribuição ao manejo e desenvolvimento dos sistemas de uso da terra. Belém, PA: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2002. 34 p. (Documentos, 149).

VIEIRA, E. de O. **Águas superficiais e subterrâneas**. Montes Claros: UFMG/NCA, - 127 f. Manuscrito. 2006.

ZANATA, Marcelo.; PISSARRA, Teresa C. T.; ARRAES, Christiano L.; RODRIGUES, Flavia M.; CAMPOS, Sérgio.; . Influência da escala na análise morfométrica de microbacias hidrográficas. **Revista brasileira de Engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 10, p.1062–1067, 2011.

RAO, G. Tamma.; RAO, V.V.S. Gurunadha.; DAKATE, Ratnakar.; RAO, S.T. Mallikharjuna.; RAO, B.M. Raja. Remote Sensing and GIS based Comparative Morphometric Study of Two Sub-watershed of Different Physiographic Conditions, West Godavari District, A.P. **Journal Geological Society of India**. Vol.79, April 2012, pp.383-390.