REDE - Revista Eletrônica do Prodema **ISSN: 1982-5528**
Journal homepage: www.revistarede.ufc.br *Fortaleza, BRA*

Artigo

Análise Fisiográfica da Sub-Bacia de Transição do Rio das Contas, Bahia, Brasil

Poliana Simas Magalhães[1]*, Andréa da Silva Gomes[2], Cristiano Marcelo Pereira de Souza[3], Elielma Santana Fernandes[4]

[1] Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UESC, Brasil/ E-mail: polisimas@hotmail.com
[2] Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC/ Professora do Departamento de Ciências Econômicas/ Doutora em Desenvolvimento Rural, Institut National Agronomique Paris-Grignon, França
[3] Doutorando em Agronomia, UFV, Brasil/ E-mail: cmpsgeografia@gmail.com
[4] Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, UESC, Brasil/ Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Valença, BA

* Autor para correspondência.

Artigo recebido em: 07/08/2011
Artigo aceito em: 05/01/2014

ABSTRACT: The recognition of the physiography of a hydrographic unit indicating the possible environmental weaknesses enables more efficient management of water resources. The sub-basin Transition of the river Contas, interface zone between the Atlantic Forest and Caatinga biomes, is the subject of this study to characterize the physical and topographical using geographic information systems (GIS). The values were calculated and physiographic maps made using the software ArcGIS 9.3 and ERDAS IMAGINE 9.2. It was found that the sub-basin is little subject to flooding due to the elongated shape, being the 7th order, has branch expressive and drainage density low, indicating the presence of permeable rocks, there are huge variations in altitude and slope means, and the climate varies from wet-dry sub-humid with alternation of the seasons: dry (winter) and rainy (summer). The rainfall varies from 500 mm to 1100 mm per year, from east to west. Integrated analysis revealed anthropogenic environments under the influence of agriculture.
Keywords: Catchment; physiography, GIS.

RESUMO: O reconhecimento da fisiografia de uma unidade hidrográfica indicando as possíveis fragilidades ambientais viabiliza a gestão mais eficiente dos recursos hídricos. A sub-bacia de Transição do rio das Contas, zona de interface entre os biomas Mata Atlântica e Caatinga, é objeto deste estudo de caracterização física e topográfica utilizando sistemas de informações geográficas (SIG). Os valores fisiográficos foram calculados e os mapas confeccionados empregando os *softwares ArcGIS* 9.3 e Erdas *Imagine* 9.2. Verificou-se que a sub-bacia está pouco sujeita a inundações, devido ao formato alongado; sendo de 7ª ordem, apresenta ramificação expressiva e densidade de drenagem baixa, evidenciando presença de rochas permeáveis; há grandes variações de altitudes e declividades médias; o clima varia de úmido-subúmido a seco com alternância das estações: seca (inverno) e chuvosa (verão). A precipitação varia de 500 mm a 1100 mm anuais, de leste para oeste. A análise integrada revelou ambientes antropizados sob influência da agropecuária.
Palavras-chave: Bacia hidrográfica; fisiografia; SIG.

FINANCIAMENTO: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

1. INTRODUÇÃO

A gestão ambiental necessita de informações referentes aos usos e degradações das águas e das suas unidades hidrográficas a fim de que os tomadores de decisão possam deliberar sobre as atividades humanas no ambiente biofísico. Assim, os dados referentes às potencialidades dos recursos hídricos e ambientais, podem servir de apoio ao planejamento e manejo do meio natural, bem como fornecer dados a outras pesquisas.

As atividades humanas, num movimento dinâmico e contínuo, ao aproveitarem essas potencialidades "produzem" modificação do espaço e geram impactos sobre o mesmo. Nesse contexto, o gerenciamento dos recursos hídricos adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e atuação, pois, conhecendo-se as características regionais, as ações podem tornar-se mais eficientes e sustentáveis.

A bacia hidrográfica (BH) tem sido reconhecida como unidade de estudo mais adequada para se tratar questões ambientais, por agregar num mesmo conjunto de informações seus aspectos físicos, sociais e naturais, que constituem elementos fundamentais para a compreensão da dinâmica do sistema como um todo. Assim sendo, as análises devem ser realizadas a partir dos diversos fatores que compõe a ocupação dessa unidade espacial, corroborando com um diagnóstico, de caráter interdisciplinar, no contexto que se deseje trabalhar.

O uso dos sistemas de informações geográficas (SIG) para o estudo da fisiografia de uma unidade hidrográfica permite a confecção de diversos planos de informações do meio físico, com rapidez, qualidade, e de forma menos dispendiosa, à medida que as informações construídas podem ser associadas com vista à obtenção de novos resultados cartográficos ou simplesmente de dados a respeito dessa área.

O reconhecimento dos sistemas fisiográficos da paisagem, com indicação das possíveis fragilidades ambientais de uma região, consequentemente, pode viabilizar o planejamento para o manejo eficiente ao uso do espaço, uma vez que, o levantamento das informações analisando cada aspecto, pode auxiliar na compreensão dos efeitos a curto, médio e longo prazos das atividades humanas referentes às potencialidades, uso e degradação dos recursos hídricos e ambientais. Nesse sentido, a caracterização fisiográfica da sub-bacia de Transição do rio das Contas, na Bahia - situada na interface entre os biomas Mata Atlântica e Caatinga (BAHIA, 2007), a qual abriga exemplares da fauna e flora originais de inestimável valor para o conhecimento agronômico, florestal, e ecológico - faz-se necessária para revelar as condições dos aspectos naturais e das ações antrópicas na região favorecendo a compreensão da dinâmica ambiental.

O presente estudo objetivou caracterizar a sub-bacia de Transição do rio das Contas, através da utilização de dados cartográficos e Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). Para tanto, foi realizado o levantamento dos aspectos físicos, referentes à pedologia, hipsometria/declividade, geomorfologia, clima, descrição da rede de drenagem, precipitação e uso da terra e a análise integrada. Deste modo, associando os aspectos ambientais aos dados morfométricos, foi possível revelar as áreas de fragilidade da sub-bacia, dado que poderá auxiliar tanto no suporte técnico ao planejamento de ações para a gestão dos recursos hídricos e ambientais, no Estado da Bahia, bem como na gestão dos recursos hídricos dessa unidade hidrográfica, além de servir de base de informações à população em geral.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A gestão dos recursos hídricos sempre foi realizada de forma compartimentada e não integrada, mas há cerca de 50 anos pesquisadores em muitos países e regiões iniciaram a interação na gestão das águas abandonando a abordagem tradicional. Porém, somente nos últimos dez anos a concepção de bacia hidrográfica como unidade mais apropriada para o gerenciamento, à otimização de usos múltiplos e o desenvolvimento sustentável foi consolidada (TUNDISI, 2005).

No Brasil, desde 1986, a resolução CONAMA 001 reconhece legalmente a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Essa instrução normativa enfatiza em seu artigo 5º, item III, que os limites da área geográfica afetada, direta ou indiretamente, pelos impactos ambientais, deve designar como área de influência, a bacia hidrográfica, na qual os mesmos se localizam (BRASIL, 1986). Isso em decorrência dessa unidade morfológica e ecossistêmica melhor refletir o nível de interferência das ações antrópicas.

A bacia hidrográfica pode, desse modo, ser entendida como unidade física, caracterizada por uma área de terra drenada por um determinado curso d'água limitada, perifericamente, pelo divisor de águas e modelada pelas condições geológicas e climáticas locais (VANACKER et al., 2005). Os termos bacia e sub-bacia, contudo, estão relacionados à ordem hierárquica das áreas de drenagem em uma determinada malha hídrica (FERNANDES; SILVA, 1994). Portanto, as denominações bacia e sub-bacia hidrográfica dependem da posição hierárquica ocupada por cada unidade em relação a outra à qual está interligada.

Os mecanismos naturais de controle desenvolvidos ao longo da evolução da paisagem garantem a conservação dos recursos hídricos, no que se refere ao regime de vazão dos cursos d'água e à qualidade de água. Contudo, esta condição natural de equilíbrio dinâmico vem sendo alterada pela sociedade moderna por meio da urbanização, da expansão da agricultura, do desmatamento, da abertura de estradas, e por vários outros processos de modificação antrópica da paisagem, alterando os ciclos biogeoquímicos e, sobretudo, o ciclo da água, ameaçando, deste modo, a sustentabilidade dos recursos hídricos (LIMA, 2000).

O estudo dos recursos hídricos do ponto de vista da escala de análise de bacias hidrográficas tem sido favorecido, nos últimos anos, pelo desenvolvimento de softwares de geoprocessamento que possibilitam a análise dos parâmetros físicos agentes nessas unidades hidrográficas, de maneira rápida e com resultados satisfatórios (GALVÍNCIO et al., 2007). Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), mais especificamente, têm sido essenciais à descrição dos mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente, em regiões específicas (FERREIRA, 1997), além de integrar e espacializar um grande número de variáveis, permitindo a visualização dos dados e a apresentação dos resultados sob a forma de mapas temáticos (MACEDO et al., 2008) que podem indicar respostas às várias questões de análise ambiental.

A fisiografia, termo originado do grego *phisios* (natureza) e *graphos* (descrição) significa descrição da natureza, mas no meio acadêmico é empregado, muitas vezes, como sinônimo de geomorfologia (THORNBURY, 1960) ou geografia física (DERRUAU, 1966). Embora siga os mesmos princípios da geomorfologia em relação ao estudo das formas do relevo terrestre, a fisiografia tem por objetivo o estudo, caracterização e classificação das paisagens terrestres levando em consideração os fatores formadores das paisagens e as relações que os afetam (VILLOTA, 1992; 2005).

A caracterização fisiográfica, portanto, representa a metodologia que permite apresentar os resultados de maneira quantitativa, qualificando satisfatoriamente as alterações ambientais presentes na bacia (ALVES e CASTRO, 2003). Assim, observa-se que o estudo da fisiografia, a partir da caracterização fisiográfica, permite conhecer as características externas e internas dos seus solos, de seus atributos e dos processos permitindo a construção de um alicerce para o desenvolvimento de estratégias de planejamento territorial com múltiplas finalidades.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A unidade de estudo corresponde à sub-bacia do complexo hidrográfico Bacia Hidrográfica do Rio das Contas (BHRC), a qual se encontra subdividida em 167 subunidades hidrográficas (JESUS, 2010), sendo considerada para análise apenas um subsistema: a sua sub-bacia de Transição, inserida no trecho médio da VIII Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) da Bahia.

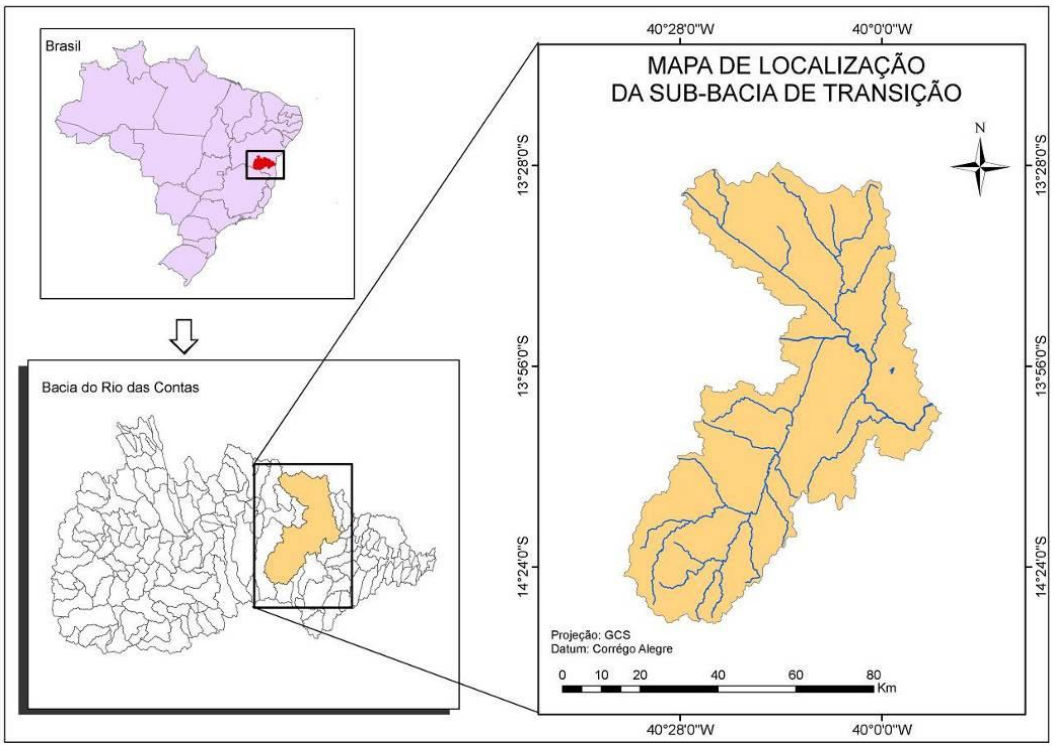


Figura 1 - Mapa de localização da sub-bacia de Transição com seus municípios integrantes.
Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI (2006).

A sub-bacia que possui forma alongada no sentido norte-sul, localiza-se entre as coordenadas geográficas: -13.459900 a -14.531616 de latitude sul e -39.862305 a -40.595886 de longitude W.Gr, com uma área aproximada de 4.477,62 Km² (Figura 1).

Essa unidade hidrográfica (UH) conecta os biomas: Caatinga e Mata Atlântica, daí o nome sub-bacia de Transição, designação adotada pelo relatório de Caracterização da Bacia

Hidrográfica do rio das Contas realizado pelo "antigo" Centro de Recursos Naturais - CRA (BAHIA, 2007), extinto Instituto do Meio Ambiente da Bahia - IMA.

3.2 Procedimentos Metodológicos

As representações cartográficas que expressam as características ambientais da unidade de estudo foram construídas no Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental da Universidade Estadual de Santa Cruz (LAPA/UESC) em Ilhéus, na Bahia. O primeiro procedimento de trabalho foi a definição da escala taxonômica a ser adotada. Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2002) fazem algumas considerações sobre as escalas taxonômicas que abrangem desde uma escala de análise muito geral até uma muito grande, mais específica e pontual, definidas em cinco categorias distintas. Desse modo, para atender os objetivos propostos por este trabalho, tornou-se necessária uma representação cartográfica na escala média, ou seja, a escala 1:250.000.

Definida a escala taxonômica de trabalho, foi feito o levantamento das cartas-base que abrangem a área de estudo. Desta forma foram construídos oito mapas para a sub-bacia de Transição, que analisados conjuntamente possibilitaram melhor caracterização dos aspectos ambientais desse sistema, a saber: mapa de unidades pedológicas, modelo digital de elevação, mapa da hipsometria/declividade, mapa da geomorfologia, mapa da hierarquia da rede de drenagem, mapa do substrato rochoso, mapa de precipitação e mapa de uso da terra.

Para a confecção das cartas de unidades pedológicas (classes de solos), substrato rochoso (geologia), geomorfologia, e dados sobre precipitação, utilizaram-se os mapas digitais da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (BAHIA, 2006).

Para o detalhamento das informações de uso e ocupação do solo e da vegetação atual, foi elaborado o mapa de uso da terra, a partir de imagens de satélite Landsat 5TM do ano de 2008, utilizando as órbitas 216/79 e 216/70. Nesta etapa foram utilizados os softwares ArcGis 9.3 e o ERDAS *imagine* 9.2; ambos da ESRI os quais auxiliaram a classificação das duas cenas dos satélites Landsat - que juntas compreendiam a área da bacia.

Os mapas de elevação e declividade foram elaborados a partir de imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar topographic Mission*) com resolução de 90m. Nesse processo foi extraída a declividade pela ferramenta *spatial analyst* utilizando a rotina *slope.* O Modelo Digital de Elevação 3D (MDE) constitui uma representação quantitativa digital da variação contínua do relevo sobre o espaço, ou seja, um mapa de elevação, que pode ser utilizado para derivar diferentes atributos topográficos (BURROUGH et al 1996). Para a construção do MDE referente à Sub-bacia de Transição utilizou-se o método de interpolação do ArcGis 9.3, através das curvas de nível para geração das formas do relevo, gerando uma Rede Triangular do Terreno (TIN).

Para análise da rede de drenagem foi realizada, inicialmente, a análise morfométrica da Sub-Bacia de Transição, a partir de parâmetros físicos, tais como: área de drenagem, perímetro, comprimento dos cursos d'água, perfil longitudinal e declividade. Estas características fornecem subsídios para as análises comparativas do escoamento superficial nas bacias.

Para os índices fisiográficos consideraram-se alguns parâmetros determinados por Alcântara e Amorim (2005), sendo estes: coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (Kf), densidade de drenagem (Dd), tempo de concentração (Tc) e perfil longitudinal do rio principal (Ic). A análise quantitativa, em estudos de bacias hidrográficas, presume a

realização da análise morfométrica a qual é aplicada empregando um conjunto de parâmetros para obter as principais características de uma área, do ponto de vista morfológico, a fim de situar unidades homogêneas nas áreas de estudo (CARDOSO, 2002).

Uma análise mais detalhada, segundo Alcântara e Amorim (2005), pode ser subsidiada por vários parâmetros entre eles estão: a amplitude altimétrica, o coeficiente de compacidade, o fator forma, o índice de circularidade e o índice de forma. Entre os parâmetros que mais se relacionam com a deterioração ambiental encontram-se: área e comprimento da bacia, comprimento de ravinas, densidade de drenagem, declividade média da bacia e coeficiente de rugosidade (ROCHA e KURTZ, 2001).

O coeficiente de compacidade (Kc), definido como a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia, é um número adimensional o qual varia de acordo com a forma da bacia independente do seu tamanho. Assim quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade, ou seja, quanto mais próxima da unidade, mais circular será a bacia e será mais suscetível a enchentes (VILLELA e MATTOS, 1975). Esse parâmetro foi obtido através da Equação 1:

$$K_c = P/C = 0{,}28*P/\sqrt{A} \quad [1]$$

Onde:
P = perímetro da bacia (L);
A = área da bacia (L^2);
C = circunferência equivalente (L).

O fator de forma (K_f) é definido como sendo a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica. A largura média é obtida quando se divide a área pelo comprimento da bacia, obtido medindo-se a extensão do curso d'água mais longo pela Equação 2:

$$K_f = A/L^2 \quad [2]$$

Onde:
L = extensão do curso d'água mais longo (L).

A densidade de drenagem (D_d), por sua vez, é definida como a relação entre a extensão total dos cursos d'água e a área da bacia por meio da Equação 3:

$$D_d = L_t/A \quad [3]$$

Onde:
L_t = extensão total dos cursos d'água (L).

O perfil longitudinal do rio principal (I_c) mostra a variação de altitude do curso d'água ao longo do seu comprimento. A partir do perfil, são determinadas as declividades do rio

principal e, se houver necessidade, de outros trechos de rio. A declividade é determinada pela Equação 4:

$$I_c = \text{desnível/comprimento [m/km]} \quad [4]$$

Para conhecer o tempo de concentração (T_c) é definido o tempo necessário para água precipitar no ponto mais distante da bacia, deslocando-se até a seção principal (TUCCI, 1993). Uma das equações utilizadas para estimar o tempo de concentração (T_c) é a de Kirpich (1940), dada pela Equação 5:

$$T_c = 57(L/H)0{,}385 \text{ [min]} \quad [5]$$

Onde:
L = extensão do curso principal (L); e
H = desnível (L).

A partir da caracterização da rede de drenagem da sub-bacia de Transição foi realizada a hierarquização da mesma pelo método de Strahler (1957).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O rio das Contas, assim como todos os seus tributários, está localizado em terrenos originados no final do período Terciário e início do Quaternário, chamados de terrenos pliopleistocênicos, onde predominam sedimentos argilosos e areno-argilosos.

Como se observa na Figura 2, por ordem de abrangência, as classes de solos com maior expressão nesta sub-bacia são os Argissolos (Vermelho-Amarelo Distróficos e Vermelho-Amarelo Eutróficos) e os Planossolos (Eutrófico Solódico Háplico), com pequena expressividade também se apresentam os Cambissolos e os Neossolos Quartzarênicos.

A categoria dos Argissolos envolve, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2003), terrenos constituídos por maciço mineral, os quais têm como características diferenciais o aspecto de horizonte B textural de argila, de baixa ou alta atividade, combinada com bases saturadas, de caráter alítico ou baixa.

O horizonte B textural (Bt), por sua vez, encontra-se situado imediatamente abaixo do horizonte superficial, com exceção do hístico, não apresentando as condições apropriadas ao seu enquadramento nas categorias dos Plintossolos ou Gleissolos, Planossolos ou Luvissolos (EMBRAPA, 2003).

Os cambissolos são solos definidos como solos constituídos por material mineral que apresentam horizonte A ou hístico com espessura < 40 cm, seguido de horizonte B incipiente e satisfazendo outros requisitos, como:

- B incipiente - não coincidente com horizonte glei dentro de 50 cm da superfície do solo;
- B incipiente - não coincidente com horizonte plíntico;
- B incipiente - não coincidente com horizonte vértico dentro de 100 cm da superfície do solo e não apresentam a conjugação de horizonte A Chernozêmico;
- B incipiente - com alta saturação de bases e argila de atividade alta.

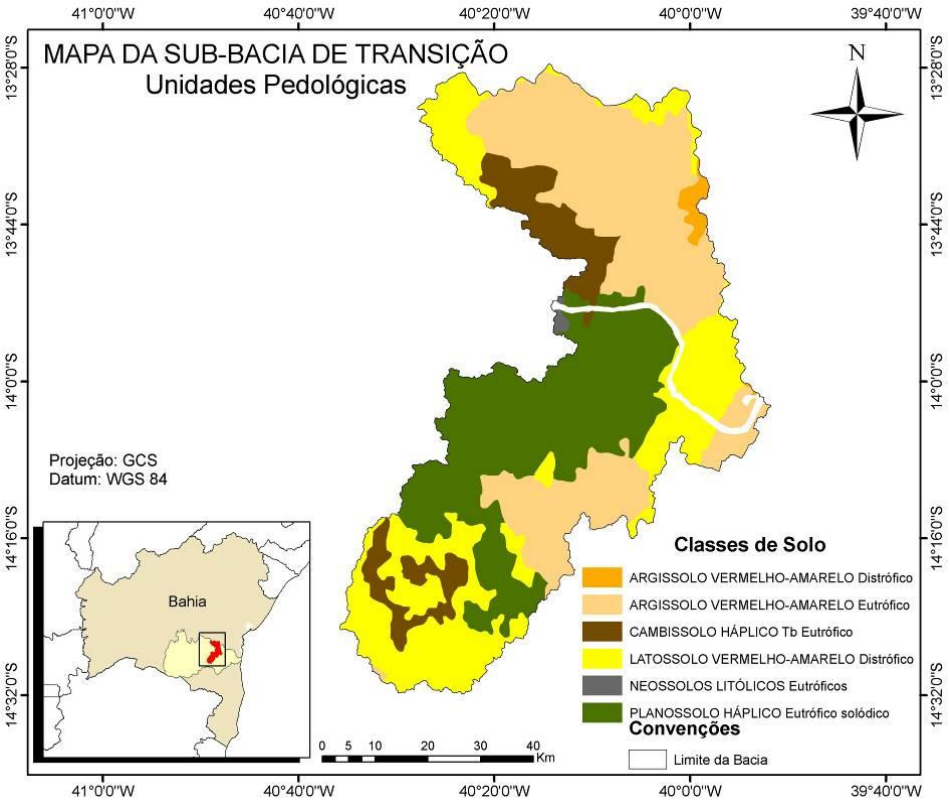


Figura 2 - Mapa das unidades pedológicas por classes de solos na sub-bacia de Transição.
Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI (2006).

Os Argissolos da sub-bacia são, em sua maior parte, Eutróficos, ou seja, possuem valor de V acima de 50%, e, portanto uma alta saturação por bases e apresenta uma área de 1548,65 Km^2. Os Argissolos de forma geral na sub-bacia estão associados à unidade geomorfológica de Paramares e Serras do Rio de Contas. Os Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico estão situados em uma pequena área na parte leste da sub-bacia.

Os Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico estão situados em áreas de relevo não muito movimentadas; são formadas em áreas de declive de aproximadamente 46%, foram formados sobre as áreas de serras marginais. A atuação do clima não foi o principal condicionante pra formação desses tipos de solos, o que ocorre é que o material de origem já apresenta em sua composição carência de minerais (K-potásio, Mg- magnésio).

As amplas variações da altitude em uma bacia constituem importante influência sobre a precipitação e a evapotranspiração e, consequentemente sobre o deflúvio médio (CHOW et al, 2008). Portanto, pelo que se observou no modelo digital de elevação (Figura 3) há grandes variações de altitude na sub-bacia, o que implica em diferenças significativas na temperatura média anual que, por sua vez, provocam variações sobre as perdas de água por evaporação e transpiração.

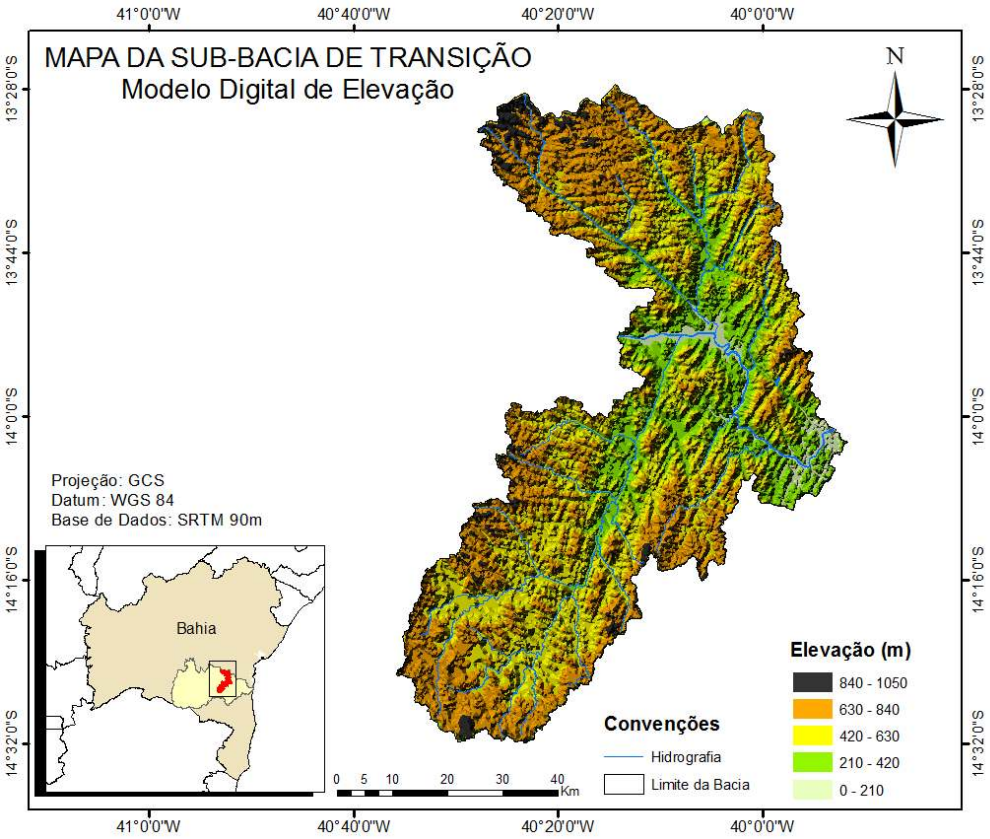


Figura 3 - Modelo digital de elevação da sub-bacia de Transição.
Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI (2006).

De acordo com esse mapa de elevação, a classe hipsométrica com valores de altitude entre a cota 116 a 350 m, corresponde ás áreas de depressões entre serras, é onde estão situadas as calhas dos principais rios. Na hipsometria de 300 – 700 m são principalmente as áreas de encostas das serras, que apresentam declividades mais acentuadas e apresentam também áreas de preservação permanente, com declividade superior a 45º. As altitudes até 1050 metros são áreas de topos de morros/serras mais elevadas.

No que se refere à declividade, pode-se analisar a sub-bacia sob três agrupamentos das classes de declividade (Tabela 1). O primeiro grupo refere-se às áreas mais aplainadas do relevo, com declividade entre 3-20%, onde estão situadas as principais áreas urbanas da sub--bacia, as áreas em que o rio diminui sua velocidade e também onde sua ação incisiva sobre as rochas formam uma drenagem de caráter meândrico. O segundo grupo são áreas de sopés das principais serras, e se localizam de forma paralela, sendo classificado, muitas vezes, como interflúvio, na qual a declividade varia entre 20-30%. O terceiro grupo refere-se justamente às áreas mais elevadas e encostas íngremes (30-45%), associadas às áreas de preservação permanente (acima de 45%), e que apesar da limitação promovida pelo relevo, ainda assim são utilizadas em grande parte com atividades pecuaristas.

Tabela 1: Classes de declividade da sub-bacia de Transição por área.

Classe de declividade (%)	Área (Km^2)	Área (%)
0 - 3	188,34	4,21
3 - 10	1063,25	23,75
10 - 20	1417,67	31,66
20 - 30	1035,19	23,12
30 - 45	683,40	15,26
> 45	89,77	2,00
Total	**4477,62**	**100,00**

Fonte: Dados da pesquisa.

Vale salientar que a declividade dos canais determina a velocidade de escoamento de um rio. Assim, onde se detectaram as maiores declividades, certamente se tem maiores velocidades de escoamento e, consequentemente, maiores vazões. Essa relação constitui um fator que afeta o tempo que as águas levariam, em volume, para atingir a seção de controle, o que aumenta o risco das enchentes. As declividades mapeadas são apresentadas na Figura 4.

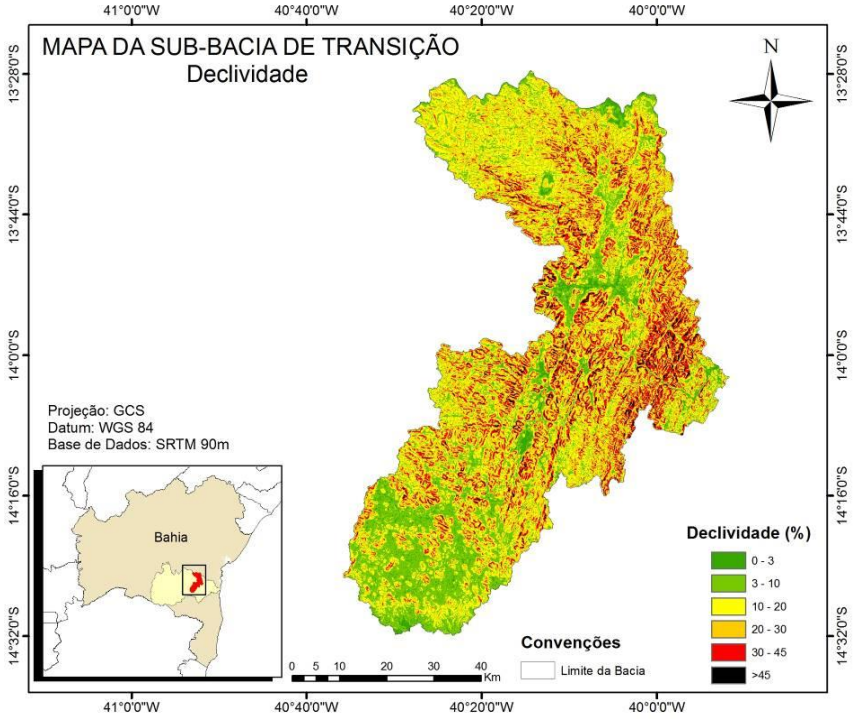


Figura 4 - Mapa das áreas em declividade da sub-bacia de Transição.
Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI (2006).

A geomorfologia expressa à forma, gênese e evolução do modelado do relevo da paisagem, controlada por processos endógenos e/ou exógenos, além do que o seu processo de gênese e dissecação integra com outros sistemas em relação harmônica de equilíbrio não-linear de organização, configurando um modelado que encaixa e "acomoda' os recursos naturais.

De forma geral as formas do relevo da sub-bacia, são caracterizadas por áreas elevadas com sistema de fraturas em rochas cristalinas. A geomorfologia da região pode ser dividida em quatro domínios.

O domínio dos Paramares e Serras do Rio de Contas do Planalto Sul Baiano correspondem à unidade geomorfológica de maior extensão no contexto da sub-bacia, são formações de relevos evoluídos sobre rochas altamente metamorfizadas, áreas de escudos cristalinos que se caracterizam por terem sido submetidos à ablação intensa na qual predominam no modelado as influências morfoclimáticas sobre essas estruturas.

As Serras Marginais são parte da Região do Planalto Soerguido do Domínio dos Planaltos Cristalinos. Encontram-se geralmente em altitudes superiores a 400m, ou até mesmo entre 600 e 1.000m (Figura 5). Apresentando divisores de águas, quase sempre alongados, que acompanham a rede de drenagem. Nesse domínio, estão também associadas, as áreas mais rebaixadas da sub-bacia, com declividades que variam de 0 a 120%; representando 1.083 Km^2. As outras áreas apresentam, no entanto, menor representatividade no contexto da sub-bacia, estando situadas nas bordas, que são às áreas de pedimentos funcionais ou retocados por drenagem incipiente e pediplano címero da Chapada Diamantina, com áreas de 24,18 km^2 e 97,06 Km^2, respectivamente.

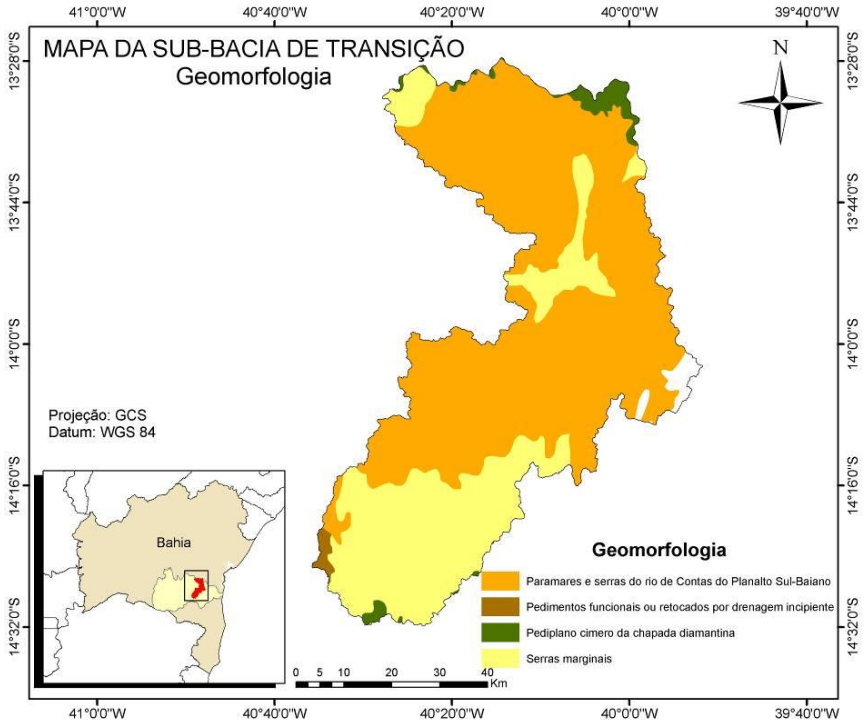


Figura 5 - Mapa acerca da geomorfologia da sub-bacia de Transição.
Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI (2006).

Na porção oeste, onde está situada a Barragem de Pedras, observa-se uma superfície de aplainamento enterrada, e na leste dissecações fluviais com aprofundamento de 1 a 3. Neste caso o rio apresenta vales encaixados e o relevo circundante varia de ondulado a suavemente ondulado. E, é importante destacar que a maior parte dos afluentes do rio das Contas, na sub-bacia, é intermitente e os canais de drenagem caracterizam-se pelo acúmulo de sedimentos arenosos de aluvião.

A Sub-bacia de Transição do rio de Contas abrange um domínio de rochas pré- -cambrianas, em função da interação do binômio geologia-clima o que favorece amplas variações de tipos de solos e classes texturais, gerando desde solos pouco desenvolvidos com marcada influência dos litótipos, até solos bem desenvolvidos, subordinados a uma intensa pedogênese. De maneira geral, os solos mais frequentes são Argissolos, Latossolos e Cambissolos, de boa poropermeabilidade. Na porção mais oriental são mais relacionados ao intemperismo químico, sendo mais profundos e desenvolvidos, com textura argilosa a médio-argilosa (IBGE, 1999).

Os depósitos arenosos a areno-argilosos terciário e quaternários ocorrem no âmbito da sub-bacia, em vários pontos dispersos. São relativos às superfícies de aplainamento das rochas pré-cambrianas da Formação Seabra, dos Complexos de Jequié e dos Grupos Contendas-Mirante (LIMA et al, 1981). Caracterizam-se por uma topografia plana a suavemente ondulada, com altitudes que variam de 400 até mais de 1 000 m.

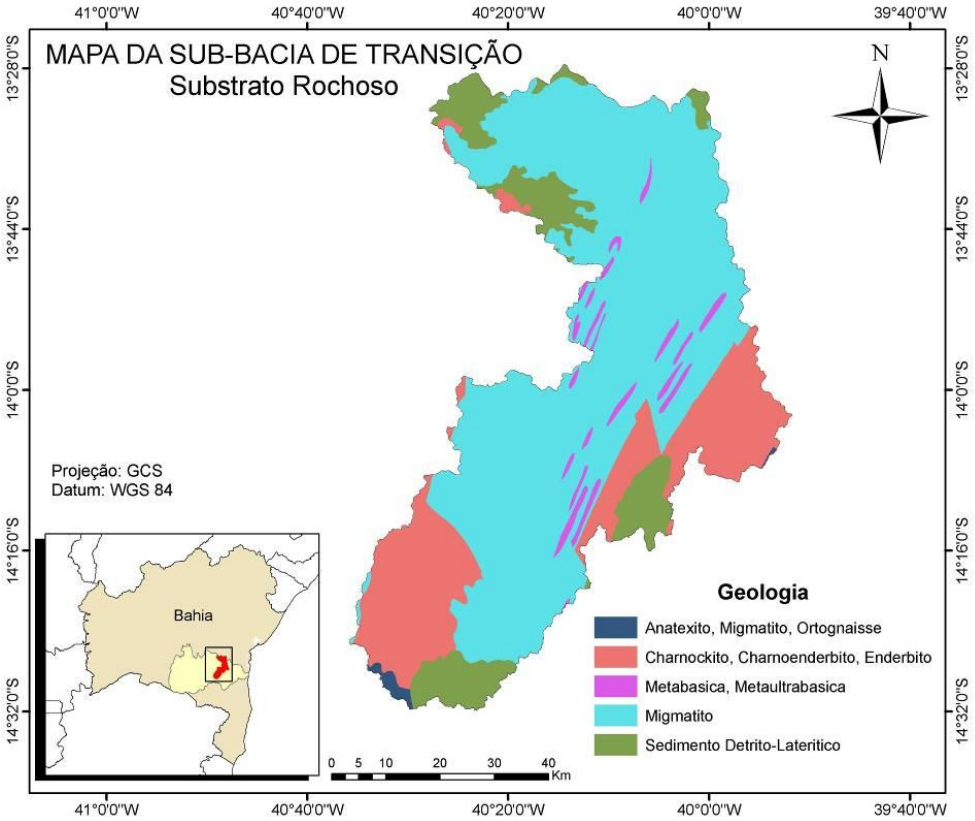


Figura 6 - Mapa geológico do substrato rochoso da sub-bacia de Transição.
Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI (2006).

Como pode ser observada, na Figura 6, a litologia predominante são os Migmatitos. Considerando o seu caráter, são rochas polimetamórficas, com fases ascendentes e descendentes de temperatura registradas em seus paleossomas/mesossomas e neossomas. As estruturas do Migmatito são rochas antigas, do Arqueano com grau de metamorfismos elevado, estão distribuídas por grande parte da sub-bacia, e ocupa uma área de 2.901,90 km^2.

Outra unidade litológica de grande representatividade são as áreas de Charnockito, Charnoenderbito e Enderbito, que são rochas metamórficas, que datam do período Neoarqueano, os Charnockitos são rochas caracterizadas por granulação grosseira que

consiste em uma variedade de granulito, e com feldspatos escuros, apresentando o hiperstênio em sua composição.

Os Charnoenderbito são rochas de cor verde, que apresentam a estrutura predominante isotrópica, mas localmente de fluxo ígneo. Apresentam também discretas zonas de cisalhamento onde se observa a presença de veios e diques pegmatóides, são também classificados como Enderbitos (MENDES et al, 2001).

Os Enderbitos e Charnockitos concebem um corpo batolítico intrusivo em um conjunto litológico metamórfico de grau elevado, constituído por granulitos bandados ácidos e básicos, kinzigitos, quartzitos, formações ferríferas, rochas ortoderivadas e migmatitos granulíticos (FORNARI, 1992). Essa unidade apresenta uma área de 851,30 km^2.

Nesse contexto, pode-se afirmar que a unidade hidrográfica, em estudo, apresenta permeabilidade baixa. Isso em decorrência, da compleição de terrenos quase, ou totalmente, impermeáveis, o que impede a infiltração e facilita o escoamento superficial, retardando a vazão subterrânea por infiltração, e favorecendo a ocorrência de cheias de crescimento repentino, fora das suas condições normais de precipitação.

A interação dos fatores físicos na natureza passa pela compreensão dos elementos climáticos de determinada região. Ao estudar os aspectos de uma sub-bacia hidrográfica há que se considerar o clima como sendo uma das variáveis responsáveis por qualquer transformação.

Nessa descrição, não há que se caracterizar as condições climáticas de forma pontual, vez que o clima abrange grandes áreas e, portanto, situamos a Sub-bacia de Transição dentro da categorização conhecida para o contexto da BHRC, no Estado da Bahia, segundo a classificação de Köppen (1928).

O clima da região caracteriza-se por uma faixa de transição categorizada entre os perfis: úmido-subúmido, subúmido-seco e seco. Nestas condições a sub-bacia é caracterizada pela alternância de duas estações: uma seca, no inverno, e outra chuvosa, no verão. O trimestre de novembro a janeiro representa o período mais chuvoso, e os demais meses (março a outubro) o período de seca, todavia o trimestre de junho a agosto pode ser considerado o período mais seco do ano (BAHIA, 2004).

Essa pluviometria contrastante condiciona a hidrologia, a fisiografia e, consequentemente, a morfologia atuais. No que concerne às temperaturas, verifica-se o seguinte na STBHRC do rio das Contas: a área coberta, pelo bioma Caatinga, é a mais quente e com as maiores temperaturas que vão decrescendo para os limites da bacia, nos divisores de águas. A região de menores temperaturas encontra-se na área de transição do bioma Caatinga para a Mata de Cipó (em direção à Chapada Diamantina), mais especificamente em Poções, coincidindo com as suas maiores altitudes.

A distribuição das chuvas na sub-bacia decresce de leste para oeste sendo que o ponto de saída do rio das Contas apresenta os maiores índices de precipitação, em virtude principalmente de estar mais próxima do litoral, ao mesmo tempo em que apresenta as áreas mais úmidas também se configura como área mais utilizada pela agropecuária.

A faixa de precipitação dessas áreas (Figura 7) varia de 900-1100 mm anuais, a faixa de umidade advinda do litoral encontra a área mais elevada devido às formações de serras presentes na borda leste da bacia. E, a faixa de precipitação de 700 a 800 mm anuais está inserida no centro da bacia, que caracteriza a faixa de transição, com temperatura média anual de 22ºC.

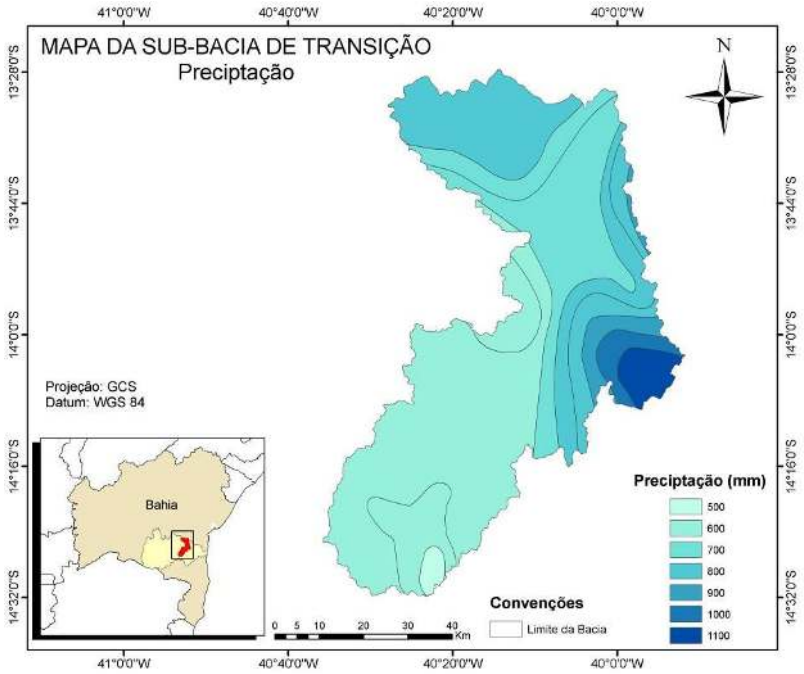


Figura 7 - Mapa de precipitação anual da sub-bacia de Transição.
Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI (2006).

Os aspectos da vegetação que se apresentam de norte ao sul da sub-bacia revelam as Florestas Estacionais, porém de forma espaçada devido, principalmente, à redução dessas áreas que foram cedidas para o estabelecimento de pastagens. As Florestas Estacionais estão associadas a isoietas de precipitação no sentido leste-oeste de 900 a 600 mm anuais (Figura 8).

A Floresta Primária cobre os terrenos mais baixos, frequentemente depósitos de fundo dos vales e das encostas imediatas. A floresta nesta faixa de altitude pode ser mais seca e mesofítica. A largura do tronco das árvores é maior e o número de epífitas e lianas diminui. Fragmentos desse tipo de Floresta aparecem como remanescentes da exploração florestal que levou ao corte raso e a total transformação da paisagem em campos e plantios.

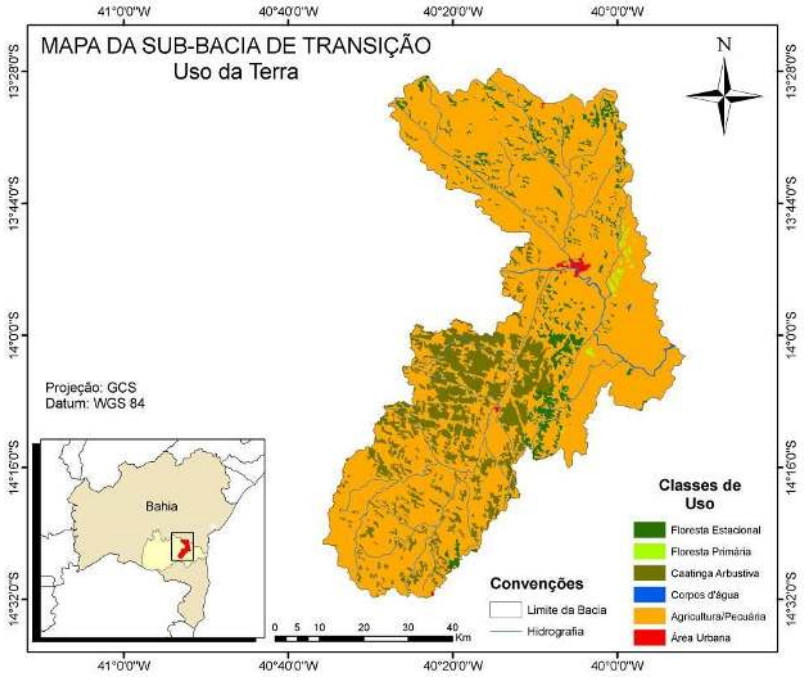


Figura 8 - Mapa de uso da terra da sub-bacia de Transição.
Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI (2006) e Imagem LandSat.

O sistema de drenagem (Figura 9) da bacia em estudo, de acordo com a hierarquia de Strahler, possui ramificação de sétima ordem (Tabela 2).

Tabela 2: Áreas dos rios da sub-bacia de Transição do rio das Contas de acordo com a classificação de Strahler.

Ordem dos rios segundo Strahler	Área (Km^2)
1	1461,33
2	815,23
3	390,29
4	194,45
5	111,37
6	90,06
7	28,48

Fonte: Dados da pesquisa.

A densidade de drenagem encontrada na sub-bacia de Transição do rio das Contas foi de 0,81 km/km². Esse índice pode variar de 0,5 km/km² a 3,5 km/km², segundo Villela e Mattos (1975), em bacias com drenagem pobre, ou em bacias bem drenadas, indicando, assim, que essa unidade, em estudo, possui pequena capacidade de drenagem.

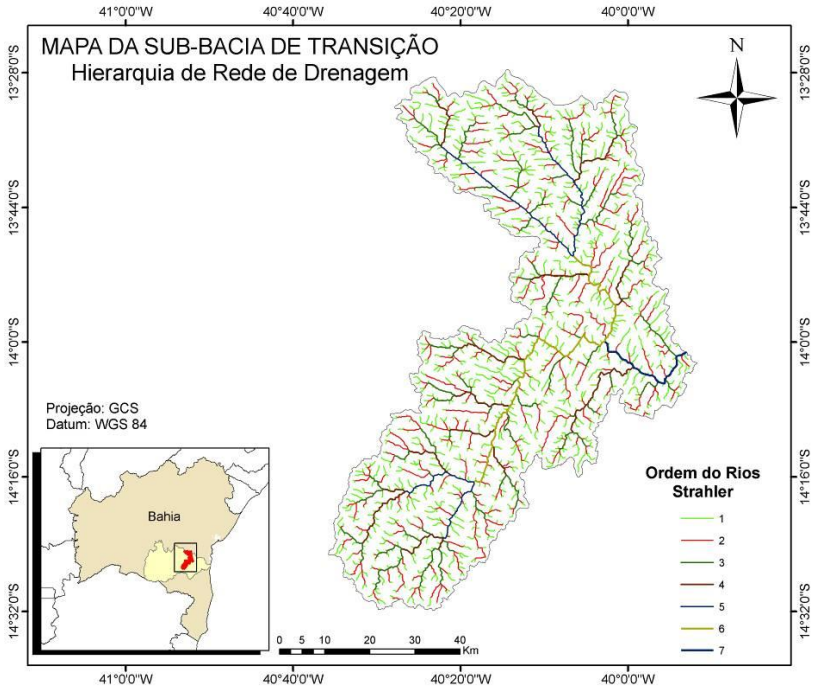


Figura 9 - Mapa da rede hierárquica de drenagem da sub-bacia de Transição.
Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI (2006).

A área de drenagem encontrada na sub-bacia foi de 4477,62 Km² e seu perímetro, de 530,06 Km. Na tabela 3, constam os resultados da caracterização física da sub-bacia hidrográfica.

Tabela 3: Características físicas da sub-bacia de Transição do rio das Contas.

Características Físicas	Valores	Unidades
Área de drenagem (A)	4477,62	Km²
Perímetro (P)	530,06	Km
Coeficiente de compacidade (Kc)	2,22	adimensional
Fator de forma (F)	0,26	adimensional
Índice de circularidade (Ic)	0,20	adimensional
Densidade de drenagem (Dd)	0,81	Km/Km²
Ordem da bacia	7	ª
Tempo de concentração (Tc)	13,59	min

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com os resultados, pode-se afirmar que a sub-bacia mostra-se pouco suscetível a enchentes nas condições normais de precipitação, ou seja, caso não ocorram eventos de intensidades anormais, isso em decorrência do coeficiente de compacidade apresentar valor distante de 1,0; igual a 2,22. Quanto ao seu fator forma, exibe um valor de 0,26, o que é considerado baixo, ou seja, essa área pode ser considerada pouco sujeita a enchentes (Tabela 3).

Tais resultados indicam que a bacia não possui forma arredondada, mas uma forma tendencialmente alongada. Esse fato pode ser comprovado, ainda, pelo índice de circularidade, o qual apresentou um valor de 0,20 que pode ser observado na tabela 3.

5. CONCLUSÕES

A sub-bacia de Transição do médio rio das Contas, na Bahia, importante área de interface morfoclimática, é abundante em recursos hídricos. No entanto, ainda há poucos estudos hidrológicos na região, o que dificulta o processo de tomada de decisões quando se objetiva gerenciar os seus recursos.

A análise dos dados revelou que a sub-bacia é uma unidade hidrográfica de grande porte (área de drenagem de 4.478 Km²), o padrão de drenagem formado pelos cursos d'água caracteriza-se como do tipo dendrítico com alto grau de ramificação, e de acordo com a hierarquia de Strahler esta é uma unidade hidrográfica da ordem 7.

Observou-se, ainda, que a sub-bacia de Transição apresenta forma alongada associada à drenagem eficiente (Dd = 0,81 km/km^2). Os valores obtidos quanto ao fator de forma (0,26), índice de compacidade (2,22) e índice de circularidade (0,20) não indicam grande suscetibilidade à inundação, em condições naturais e sem interferência humana. E, a declividade média encontrada foi de 12,5 %, caracterizando o relevo como ondulado, onde 47% da área se localizam entre as altitudes de 300 a 700m.

A partir dos índices morfométricos descritos, pode-se inferir que o perfil da drenagem está intimamente ligado a feições estruturais (litologia e topografia) que se mostraram influentes tanto para a relação densidade de drenagem (Dd), índice de circularidade (Ic) e tempo de concentração (Tc), visto os altos valores encontrados, favorecendo o aparecimento de novos canais, quanto à estrutura geológica, que exerce controle sobre a sub-bacia hidrográfica.

Por meio da análise do uso e ocupação do solo da sub-bacia de Transição do rio das Contas, verificou-se que, na atualidade, a mesma tem sido transformada pela ação antrópica, a qual tem sido responsável pela retirada da cobertura vegetal original, dando lugar eminentemente às culturas agrícolas, à pecuária e à urbanização, áreas com inúmeras fragilidades ambientais (contaminação da água e do solo, erosão, desmatamento e queimadas).

Esses resultados, portanto, reafirmam a importância das técnicas utilizadas antecederem as amostragens físico-químicas e biológicas de estudos com bacias hidrográficas, a fim de proporcionar um diagnóstico seguro para promover uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos, para que se possa implantar políticas públicas para a sustentabilidade, minimizando o tempo e o custo das pesquisas e melhorando os níveis de correlações ao se comparar os efeitos obtidos.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. H.; AMORIM, A. de J. Análise morfométrica de uma bacia hidrográfica costeira: um estudo de caso. **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 14, p. 70-77, 2005.

ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 117-127. 2003.

BAHIA. PERH - **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia.** Superintendência de Recursos Hídricos. Relatório Final, Texto. Diagnóstico e Regionalização, Salvador, v. 1, p. 38-40. 2004.

_____. SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Mapas digitalizados do Estado da Bahia: base de dados.** Salvador. 2006.

_____. CRA. **Relatório de Caracterização da Qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio de Contas.** Centro de Recursos Ambientais do Estado da Bahia. 2007.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **RADAMBRASIL**. Folha SD.24 Salvador: potencial dos recursos hídricos/IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1999

BURROUGH, P.A.; VAN RIJN, R.; RIKKEN, M. Spatial Data Quality and Error analysis Issues: GIS functions and environmental modeling. *In*: GOODCHILD, M.F.; STEYERT, L.T.; PARKS, B.O.; JOHNSTON, C.; MAIDMENT, D.; CRANE, M.; GLENDINNING, S. (eds.). **GIS and environmental modeling: progress and research issues.** Fort Collins, CO: GIS World books, 1996. p. 29-34.

CARDOSO, C. B. **Mapeamento das Unidades Geomorfológicas e os Impactos Ambientais:** Bacias Hidrográficas do Arroio São João e Sanga da Divisa, Alegrete – RS. (Monografia de conclusão de curso). Santa Maria: UFSM, 75 p. 2002.

CHOW, V. T.; MAIDMENT, D.R.; MAYS, L.W. A**pplied Hydrology**. McGraw-Hill Book Co. 1ª ed. New York. 572p. 1988.

DERRUAU, M. **Geomorfologia.** 5a ed., Barcelona, Edit. Ariel, 1966. 435p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (Rio de janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 412p.
ERDAS. **ERDAS Imagine**. Version 9.0. Atlanta: Erdas, 2004.

ESRI. **Geoprocessing in ArcGIS.** Redlands: Environmental Systems Research Institute, 2004. 368 p.

FERNANDES, M.R.; SILVA, J. C. **Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas:** Fundamentos e estratégias - Belo Horizonte: EMATERMG. 1994. 24p.

FERREIRA, C.C.M. **Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos, em Minas Gerais.** 156f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

FORNARI, A. **Petrologia, Geoquímica e Metamorfismo das Rochas Enderbüicas-Charnockíticas da Região de Laje e Mutuípe, Bahia.** Salvador. 116 p. (Dissertação de Mestrado, IG/ÚFBa). 1992.

GALVÍNCIO, J.D. *et al.* Determinação das características físicas, climáticas e da paisagem da bacia hidrográfica do rio Brígida com o auxílio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. **Revista de Geografia** (Recife), Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 24, n. 2, mai/ago, p. 293-306, 2007.

JESUS, C. F. P. de. et al. **Geoprocessamento: Instrumento para a Gestão dos Recursos Hídricos na Delimitação Automática de Unidades Hidrográficas.** In: XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia. Sergipe. 16 a 20 de maio de 2010. Versão completa disponibilizada pelo INGÁ.

KIRPICH, Z. P. Time of concentration in small agricultural watersheds. **Civil Engineering**. 10 (6): 362, 1940.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LIMA, M. I. C. de et al. Geologia. In: FOLHA SD. 24 Salvador. Projeto **RADAMBRASIL**, 1981. Rio de Janeiro. 620 p. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 24). p. 25-192.

LIMA, W.P. Importância das florestas para a produção de água. In: Simpósio sobre Recuperação da Cobertura Florestal da Bacia do Rio Corumbataí, 3., 2000, Piracicaba**. Anais...** Piracicaba: IPEF/ESALQ.

MACEDO, M.R.A; RIBEIRO,J.T.A; SOUZA,F.C.M de. Sistema de Informação do Estado do Pará em apoio à avaliação da qualidade ambiental dos municípios. **Revista Estudos Paraenses.** Belém: IDESP, 2008.

MENDES, J. F. G.; MOTIZUKI, W. S. Urban quality of life evaluation scenarios: the case of São Carlos in Brazil. **CTBUH Review**, University of Illinois at Urbana-Champaign, v. 1, n.2, p.13-23, 2001.

ROCHA, J.S.M.; KURTS, S.M.J.M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4ª ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001. 120 p.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia da paisagem:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: EDUFC, 2002.

STRAHLER, A. N. Quantitave analysis of watershed geomorphology. **Transaction of the American Geophysical Union**, v. 36, n. 6, p. 913-920, 1957.

THORNBURY, W. ***Princípios de Geomorfologia.*** Buenos Aires: Editorial Kapelusz, 1960.

TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRS/USP/ABRH, 1993.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos, São Paulo: Rima/IIE (Instituto Internacional de Ecologia), 2ª edição. 2005. 251 p.

VANACKER, V.; MOLINA, A.; GOVERS, G.; POESEN, J.; DERCON, G.; DECKERS, S. 2005. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. **Geomorphology**, v. 72, Issues 1-4, December 2005, p. 340-353.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo, McGraw-Hill, 1975. 245p.

VILLOTA, H. El sistema CIAF de classificacion fisiografica del terreno. Bogotá: **Revista CIAF**, v.13, n.1, pp. 55-70, 1992.

_____. **Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras.** Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2005, 184p.