

DEFINIÇÃO DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS A PARTIR DE IMAGENS DE DADOS MORFOMÉTRICOS NA BACIA DO RIO GRANDE (BA)

LAIZA RODRIGUES LEAL²
RENATO FONTES GUIMARÃES²
OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR¹
ADRIANA CARVALHO DE ANDRADE²
EVANDRO KLEN PANQUESTOR²
VERÔNICA MOREIRA RAMOS²
ÉDER DE SOUZA MARTINS³

¹INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
osmar@ltid.inpe.br

²UnB - Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte - 70910-900, Brasília, DF, Brasil
laizaleal@unb.br, renatofg@unb.br

³Embrapa/CPAC-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Caixa Postal 08223, 73301-970, Planaltina, DF, Brasil
eder@cpac.embrapa.br

Abstract. The geomorphological unit gives an integrated vision of the environment, becoming possible to get the information necessary to evaluate and to predict the impacts of the human activity. The space analysis techniques, introduced with the geoprocessing, had been developed in order to facilitate to the task of integration and the data distribution. These techniques besides reducing the subjectivity in the procedures analysis make possible the accomplishment of a qualitative and quantitative analysis of the landscape from distributed models. In this direction, the present work aim to develop a methodology to identify the geomorphological units from the morphometric data in the Rio Grande Basin (BA). The methodology having as stages: a) Application of digital processing image techniques, as the color composition, used to verify the relationship among altimetry, slope and contributing area parameters, b) Elaboration of histograms of frequency of the altimetry and declivity parameters in order to define the limits of the geomorphological units. The results show that the digital processing of the morphometric parameters allowed to determine the study area in five geomorphological units.

Keywords: Dem, image processing, geomorphology.

1. Introdução

O conhecimento geomorfológico insere-se no diagnóstico das condições ambientais, contribuindo para orientar a alocação e o assentamento das atividades humanas (Christofolletti, 1994). Dentro desse contexto, a compartimentação geomorfológica nos fornece uma visão integrada do meio físico, pois considera as variáveis responsáveis pela estrutura resultante da paisagem “visando à organização de um esboço geomorfológico e estabelecendo uma síntese da compartimentação e seus reflexos na ocupação do solo” (Cassetti, 1981). Assim, torna-se possível obter as informações necessárias para se avaliar e prever os impactos das atividades humanas no meio ambiente, delineando os procedimentos a serem adotados preventivamente para mitigar ou evitar tais efeitos.

O entendimento dos sistemas geomorfológicos exige o conhecimento da dinâmica e dos processos que atuam no meio ambiente. Para tanto, torna-se necessário ter uma visão

integrada dos fatores que o compõem. Segundo Tricart (1977), a avaliação integrada do meio depende da elaboração de um diagnóstico sobre a melhor forma de organização e reorganização da área estudada. Uma análise integrada do meio contribui para melhor entender os cenários territoriais. Essa visão integrada exige a compreensão dos fenômenos que a envolvem, isto é, a classificação das porções do relevo para a elaboração da compartimentação. Segundo Xavier da Silva (1994), as classificações geomorfológicas - forma, composição e os processos geradores - embora dependentes de escala de tratamento dos dados, podem ser usadas na organização do conhecimento ambiental, como base para cenários territoriais interpretativos.

As técnicas de análise espacial, introduzidas com o geoprocessamento, foram desenvolvidas no sentido de facilitar a tarefa de integração e espacialização dos dados (especialmente quando eles têm diferentes origens, tipos e formatos). Essas técnicas, além de reduzir a subjetividade nos procedimentos de análise, possibilitam a realização de uma análise qualitativa e quantitativa da paisagem a partir de modelos distribuídos.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver uma metodologia para identificar as unidades geomorfológicas a partir da morfometria na Bacia do Rio Grande (BA) para subsidiar a estruturação da paisagem. Os objetivos específicos foram: a confecção do Modelo Digital de Terreno; a elaboração dos mapas derivados de: hipsometria, declividade, aspecto (direção do fluxo) e área de contribuição (fluxo acumulado) e a elaboração de composições coloridas para a determinação dos parâmetros e análise estatística dos parâmetros morfométricos.

2. Área de Estudo

A Bacia do Rio Grande está localizada entre as latitudes 10° 50' e 13° 00' sul e longitudes 45° 25' e 45° 30' oeste; a noroeste do Estado da Bahia, na margem esquerda do rio São Francisco, com cerca de 76.000 km² (**Figura 1**).

Os Chapadões do Oeste Baiano, que correspondem aos relevos planos mais elevados da margem esquerda do Rio São Francisco, apresentam estratificação cruzada e leitos intercalados de siltitos e folhelhos cinza-esverdeados a avermelhados. Acham-se envolvidos por Patamares, em geral carstificados, que formam um degrau entre os Chapadões e as Depressões (IBGE, 1994). A declividade está entre 2% e 5%, exceto nas proximidades dos vales dos rios, onde podem ocorrer afloramentos rochosos.

Os Patamares foram esculpidos em calcários e margas do Proterozóico (Grupo Bambuí), truncados por uma superfície pediplana, sobre a qual se depositaram no Cretáceo os arenitos da Formação Urucuaia - em geral os arenitos são finos, argilosos e mostram dois níveis de conglomerados, um deles basal contendo seixos de basalto e, pelo menos dois outros de "chert". O clima caracteriza-se pela predominância de duas estações bem definidas: uma úmida, que vai de outubro a abril, e outra seca, que vai de maio a setembro (Verdesio, 1986). A precipitação média anual é de 1100 mm.

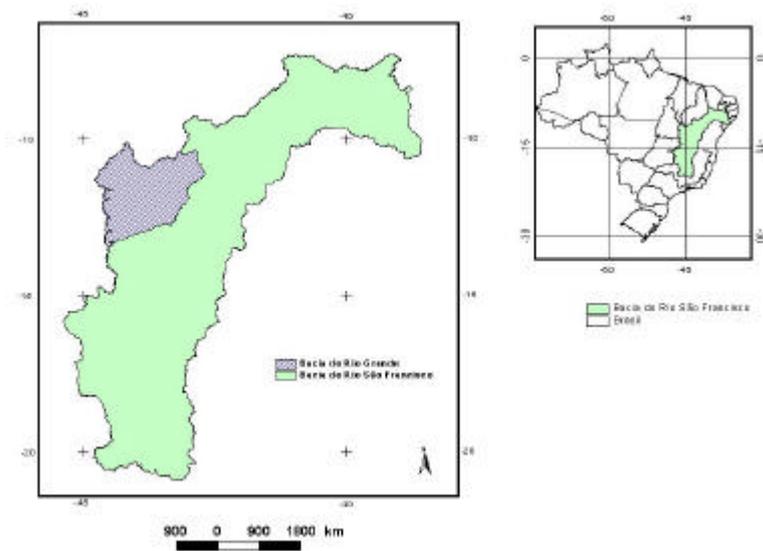


Figura 1 –Localização da bacia hidrográfica do rio Grande na bacia do São Francisco.

3. Tratamento dos dados morfométricos

Para a elaboração do Modelo Digital de Terreno (MDT), foram utilizadas 48 cartas topográficas, em formato digital, na escala de 1:100.000 cedidos pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), contendo as curvas de nível, pontos cotados e hidrografia.

O MDT foi elaborado através do módulo TOPOGRID do *software ArcInfo* (ESRI, 1993) em que foram utilizados os dados relativos às curvas de nível, pontos cotados e hidrografia (composta de rios, lagos e ilhas), com resolução de 60m por 60m (Figura 2). Foram também determinados os mapas de declividade, aspecto e de área de contribuição com a mesma resolução espacial.

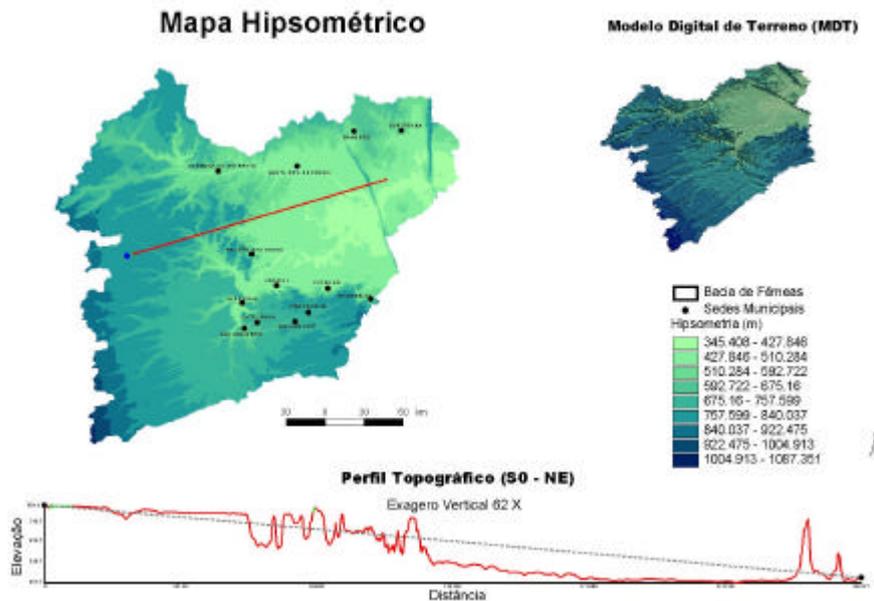


Figura 2 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Grande.

4. Análise dos resultados pelo realce digital da morfologia utilizando a técnica de composição colorida

Foi realizada uma primeira definição das unidades geomorfológicas por meio da interpretação visual de imagens de composições coloridas dos dados morfométricos. A composição colorida dos atributos hipsométrico, declividade e área de contribuição possibilitou a visualização da área de contato entre as unidades geomorfológicas (**Figura 3**). Essa técnica de composição colorida permitiu delimitar nitidamente as principais unidades, onde aparecem de forma distinta as unidades – chapadas (vermelho) e depressões (azul) – e uma terceira unidade intermediária (em tom de verde) constituída de serras e patamares.

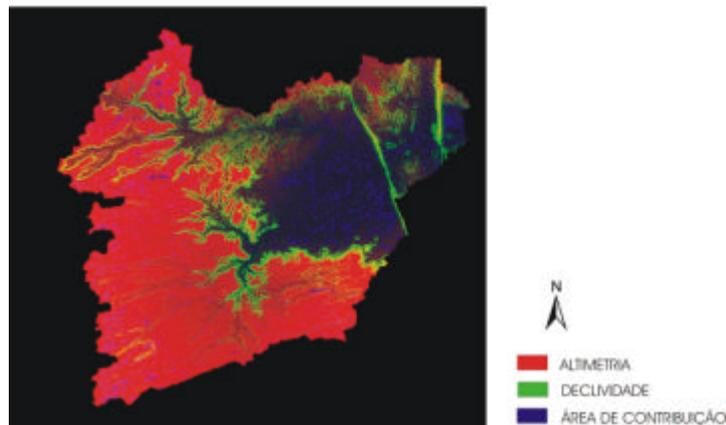


Figura 3 - Composição colorida (RGB) – MDT/ declividade/ área de contribuição

5. Análise histogrâmica

A análise do histograma de frequência dos dados altimétricos permitiu distinguir as unidades observadas anteriormente pelas composições coloridas (**Figura 4**). O histograma apresenta comportamento bimodal permitindo a distinção das unidades de depressões (em azul) e de chapadas (verde). Já as áreas de menor incidência, áreas de maior declividade, estão representadas no histograma pela região de baixa frequência (vermelho) relativa à unidade dos patamares.

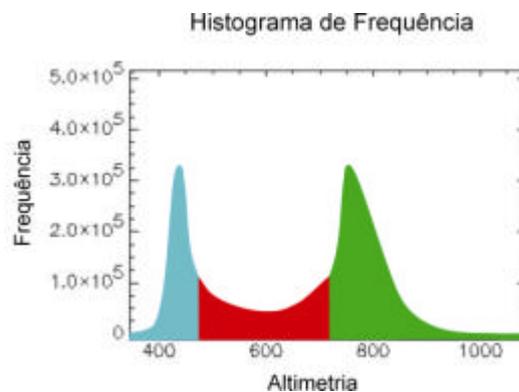


Figura 4 - Histograma de frequência dos dados altimétricos

A partir dos valores altimétricos, foi realizado um fatiamento considerando as três classes (**Figura 5**), seguindo-se os limites estabelecidos no histograma de frequência. A transição entre as áreas de chapada e de depressões é demarcada pelo contato entre o grupo Urucuia à esquerda (verde) e o Bambuí à direita (azul) definindo a unidade geomorfológica dos patamares (vermelho).

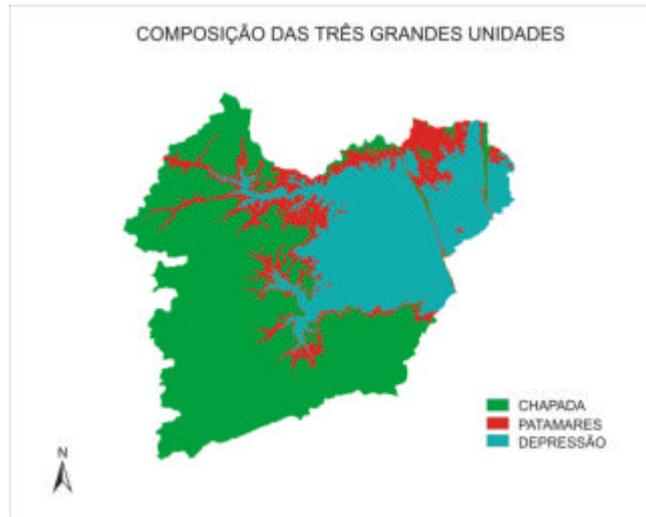


Figura 5 – Imagem relativa ao fatiamento da altimetria conforme os limites definidos pelo histograma.

No histograma de declividade, observa-se uma distribuição hiperbólica da frequência na qual o ponto de inflexão, de valor igual a 3,4 graus, define exatamente o rebordo da chapada, separando as duas grandes unidades (**Figura 6a**). Na **Figura 6b** as áreas em branco definem as maiores declividades, onde ocorrem os patamares, separando as duas unidades mais representativas da Bacia do Rio Grande.

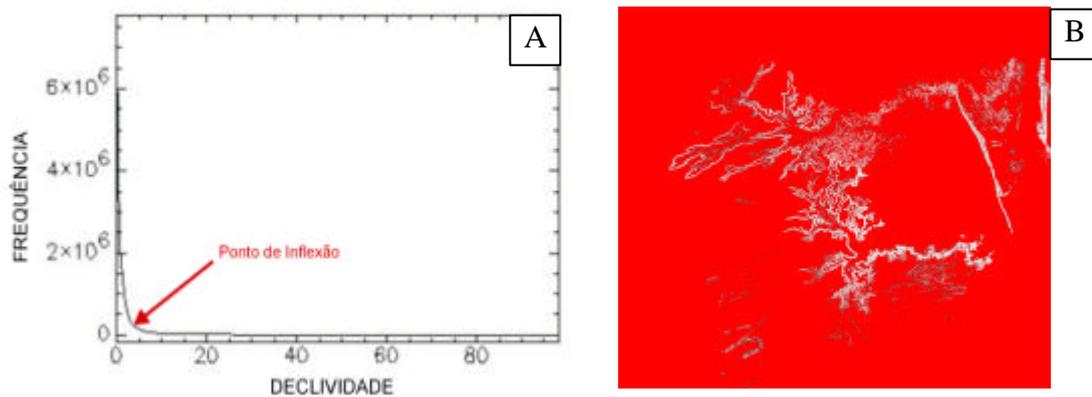


Figura 6 – (A) Análise do histograma de frequência da declividade e (B) máscara definindo as áreas de alta declividade.

Devido à similaridade morfométrica entre a Serra do Boqueirão / do Estreito e os Tabuleiros das Guaribas com relação aos Patamares, a classificação dessas unidades foi feita a partir de interpretação visual. Essas regiões foram delineadas por meio de polígonos definindo áreas distintas para o procedimento estatístico. A definição da classe patamares foi feita por

meio da união dos *pixels* que estão entre as altimetrias definidas pelo histograma de frequência e os *pixel* com declividade maior que 3,4 graus.

6. Análise estatística das unidades

A **Tabela 1** mostra o comportamento estatístico das unidades, em que as áreas de chapada ocorrem entre as altitudes de 720 metros (valor de mínimo) até 1087 metros (valor de máximo). O valor médio dessas áreas é de 783 metros. O baixo desvio padrão observado evidencia que a média é bastante representativa. As áreas de chapadas são favoráveis ao cultivo, graças às suas condições naturais, isto é, áreas planas com um índice pluviométrico de 1100 mm ao ano, apesar dos solos (latossolos) serem pobres em nutrientes.

Os Patamares foram distintos das outras unidades em função, principalmente, dos dados de declividade (**Figura 6**). A hipsometria dos patamares fica no intervalo de 500 a 720 metros (valores mínimos e máximos). A altitude média da área é de 624 metros e o desvio padrão é de 71, demonstrando que as altitudes dessa área não estão próximas da média. Essa unidade é formada por um relevo erodido que define o contato entre as chapadas e as depressões.

As Depressões ocorrem entre as altitudes de 345 a 500 metros (valores extremos) e estão representadas na compartimentação (**Figura 7**) pela cor amarela. Essa área apresenta uma altitude média de 446 metros. O baixo desvio padrão também mostra que a média é significativa para a área.

Na definição das Serras – Serras do Estreito e Boqueirão – foi utilizada outra metodologia, conforme mencionado anteriormente. Essa unidade é bastante visível quando observada a compartimentação (**Figura 7**) ou mesmo no mapa de declividade (**Figura 6**). Os valores da altitude mínima e máxima nessa área são de 384 e 883 metros respectivamente. O desvio padrão relativamente alto indica uma variação significativa da altitude.

As Chapadas e Tabuleiros da Tabatinga e das Guaribas são caracterizados por superfícies planas rebaixadas, com altitudes que variam de 500 a 720 metros, com média de 574m e baixo desvio padrão (48).

Tabela 1 - Valores altimétricos das unidades geomorfológicas da bacia do rio Grande

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Chapadas	720.000000	1087.351196	783.814561	48.846031
Patamares	500.000000	720.000000	624.335510	71.575370
Depressões	345.407928	719.999939	450.163036	31.731421
Serras	422.003448	844.998535	608.836038	113.588641
Tabuleiros	500.001160	719.999939	574.775620	48.314624

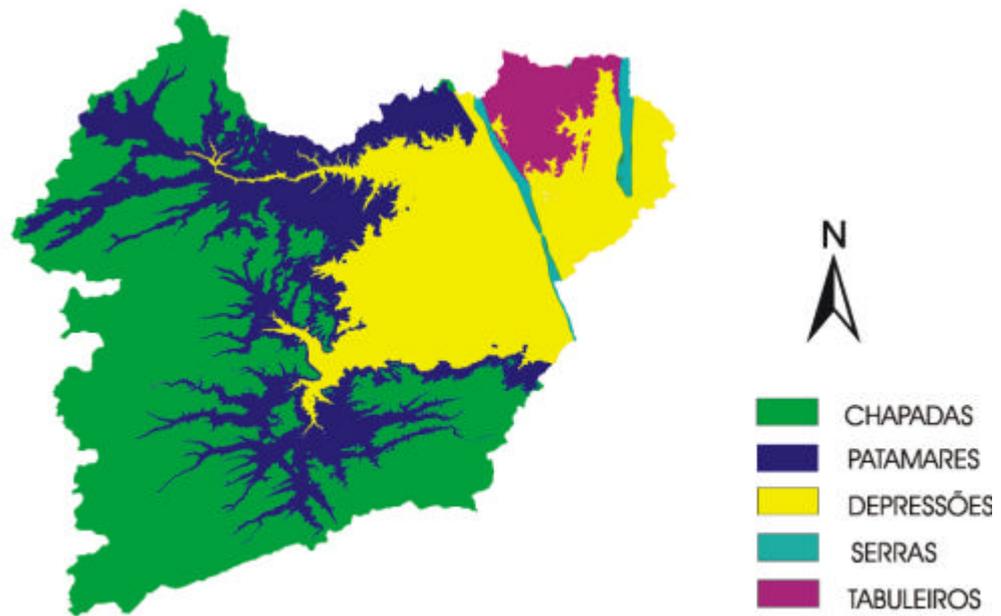


Figura 7 – Compartimentação geomorfológica da bacia do rio Grande

MAPA GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO RIO GRANDE (BA) - IBGE

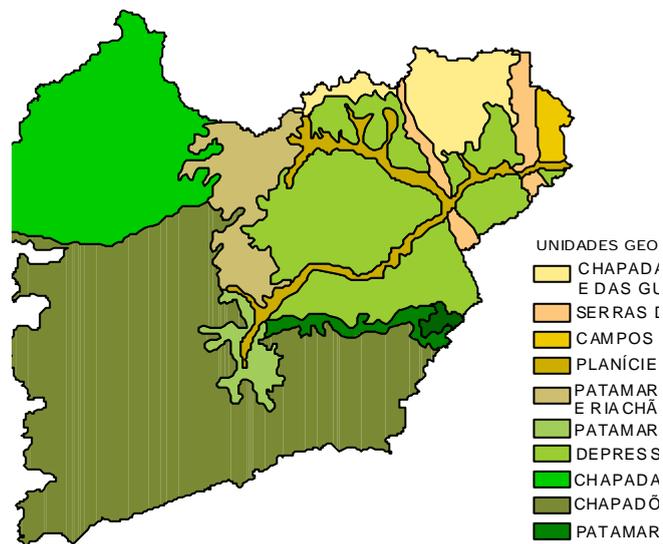


Figura 8 – Mapa geomorfológico da bacia do rio Grande (BA) - IBGE

A compartimentação geomorfológica, realizada a partir de dados morfométricos, quando comparada a compartimentação, baseada em dados de solos e climáticos realizada pelo IBGE (1994), apresentou grandes similaridades, principalmente nos chapadões. A classe denominada patamares e serras visivelmente foram melhor delimitadas a partir da metodologia desenvolvida (**Figuras 7 e 8**).

6. Conclusão

A metodologia desenvolvida fornece uma contribuição para os levantamentos geomorfológicos realizados no Brasil em escala de 1:100.000. Esse trabalho possibilitou não apenas uma descrição mais precisa das unidades geomorfológicas, mas também alternativas para o estudo da gênese e dinâmica das paisagens atuais, permitindo a gestão mais racional do espaço.

A distinção dos ambientes por meio dos dados morfométricos e de suas estatísticas demonstrou ser muito mais eficiente quando comparada aos estudos feitos apenas a partir de dados de solo e climáticos, permitindo um estudo mais detalhado. É comum, nos estudos de paisagens, correlacionar as descontinuidades acentuadas com as descontinuidades nas classes de solos (Resende et al. 2002). Tal fato levou muitos autores a produzirem mapas geomorfológicos a partir de dados de solo. Esses mapas, apesar de fornecerem subsídios para muitos estudos, podem ser muito mais eficazes quando elaborados com dados morfométricos, como no caso deste trabalho.

Nesse sentido, a metodologia adotada para a compartimentação geomorfológica se mostrou eficaz, trazendo importantes contribuições ao “Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do São Francisco: sub-bacias do Oeste Baiano e Sobradinho” (IBGE, 1994) na área de estudo, uma vez que a divisão geomorfológica elaborada pelo IBGE não está assentada nos dados morfométricos, e sim em parâmetros pedoclimáticos.

7. Bibliografia

- Ab'Saber, A. N. Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia: questões de escala e de método. In: Ab'Saber, Aziz Nacib. A Amazônia do discurso à práxis. São Paulo: Editora da USP, 1996, 319 p.
- Cassetti, V. Estrutura e Gênese da Compartimentação da Paisagem de Serra Negra (MG). Goiânia: Editora da UFG, 1981, 124 p.
- Christofoletti, A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: Guerra, Antonio José Teixeira & CUNHA, Sandra Baptista da (org) (1994). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, 472 p.
- IBGE Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco, sub-bacias do Oeste Baiano e Sobradinho, Série Estudos e Pesquisas em Geociências n^o 2, Rio de Janeiro, 1994, 111p.
- Resende, M., Nilton, C., Resende, S. B. & Corrêa, G. D. “Microbacias Hidrográficas”. In: Pedologia: Base para distinção de Ambientes, 2002, 304 p.
- Tricart, J., Ecodinâmica. Rio de Janeiro: Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1977, 97p.
- Verdesio, J. J. Os cerrados do Oeste da Bahia: recursos naturais, uso atual e Potencial - Resumo. Bahia: Gov. da Bahia, Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia e Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional, 1986, 25p.
- Xavier da Silva, J. Geomorfologia e Geoprocessamento. IN: GUERRA, Antonio José Teixeira & CUNHA, Sandra Baptista da (org) (1994). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, 472 p.