

## Geotecnologia *open source* aplicada ao mapeamento temático do município de Jequié- Bahia

Débora Paula de Andrade Oliveira<sup>1</sup>  
Edvaldo Oliveira <sup>1</sup>  
Espedito Maia Lima<sup>1</sup>  
Juliete Barros Santos<sup>1</sup>  
Meirilane Rodrigues Maia<sup>1</sup>  
Renaildo Santos Conceição<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB  
Estrada do Bem Querer, km 4, Caixa Postal 95. Vitória da Conquista – BA, CEP: 45083-900.  
deborapaulageografia@gmail.com  
edvaldocartografia@gmail.com  
espeditomaia@gmail.com  
julietebs@hotmail.com  
meire.rmaia@gmail.com  
renaildosantos@hotmail.com

**Abstract.** The Geotechnology open source advancements and the increasing availability of geographical data has enabled greater application of these techniques in scientific research. The study has the purpose to develop the mapping of the city of Jequié, located in the Territory of Identity of the Medium Rio de Contas in Bahia. In order to achieve the goals outlined was held a discussion from the theoretical framework relevant to the Geotechnology and mapping. Were used raster data from Landsat 8 satellite and the Project Topodata, in addition to cartographic basis vectors of IBGE, corresponding to the hydrographic and road network, and the limits of the municipality. All files have been converted to Shapefile format, since this format allows for entry and link the database with the features of the Geographic Information System (GIS). The GIS data and the preparation of the layout of the maps were made in the software QGIS. The steps relevant to the Digital Elevation Model (DEM) for the generation of the altimetric letter, slope and level curves was made with the three sheets of the Project Topodata. The Digital Image Processing (DIP) took on the composition, redesign and cut the scene of Landsat 8. In addition to the results of the process of digital image was drawn up the letter image of study area. The analysis of results allowed to know the geoenvironmental characteristics of municipality through the mapping and constitutes as strategic knowledge for the actions of environmental planning, the planning and management of the municipality's territory.

**Palavras - chave:** Geotechnologies, open source, geoprocessing, environmental planning, Geotecnologia, open source, geoprocessamento, planejamento ambiental.

## 1. Introdução

A utilização de softwares livres (*open source*) nas geotecnologias tem crescido e proporcionado a realização de trabalhos com a mesma qualidade dos softwares proprietários com baixo ou nenhum custo para pesquisador. Além do custo zero, os softwares livres proporcionam ao pesquisador a liberdade de uso, cópia, modificações e redistribuição. Segundo Hexsel, essa liberdade para usar, copiar, modificar e redistribuir os softwares livres lhe confere enormes vantagens sobre o uso de softwares proprietários, principalmente a disponibilidade do código fonte, o que evita que os usuários se tornem reféns de outras tecnologias onerosas (HEXSEL, 2002). Em razão do custo zero, as facilidades de uso nas universidades públicas, tornam-se importante, uma vez que elimina os custos de aquisição, facilitando as pesquisas.

Atualmente, existem diversos softwares livres que possuem comunidades de desenvolvedores em diferentes países. Isso possibilita que milhares de colaboradores auxiliem na sua constante atualização e correção (SILVEIRA, 2004). Como exemplo, aponta-se o software QGIS que foi utilizado para a realização do mapeamento geomorfológico do município de Jequié, na sua versão 2.8.3. Nesse sentido, o presente artigo tem o propósito de elaborar do mapeamento temático, com ênfase nos aspectos físicos territoriais do município de Jequié-BA.

O mapeamento geomorfológico, segundo o IBGE, deve seguir um conjunto de procedimentos gerais estabelecidos para o desenvolvimento das atividades de levantamento e produção das informações referentes à geomorfologia de determinada região, cujo alvo principal é a identificação das formas de relevo. Sobre esse aspecto, Guerra (2008) considera que por intermédio das Geotecnologias,

[...] a pesquisa geomorfológica, apoiando-se nos Sistemas de Informações Geográficas, pode, de forma mais rápida e precisa, analisar e classificar as formas de relevo, bem como os processos geradores dessas formas, ou seja, das várias unidades territoriais, existentes na superfície terrestre. Essas unidades constituem-se em cenários ambientais, que podem ser classificados através do geoprocessamento (GUERRA, 2008, p. 321).

Para as análises referentes a formas de relevo em mapeamentos geomorfológicos utiliza-se os Modelos Digitais de Elevação (MDE) feitos com base nos arquivos Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), além de imagens do satélite Landsat 8.

A utilização do Sensoriamento Remoto para o levantamento de recursos naturais tem um marco importante no Brasil com o Projeto RADAMBRASIL, entre 1970 e 1980, principalmente para o mapeamento geológico, geomorfológico, pedológico, vegetação e uso do solo, por meio do sensor de radar aerotransportado (SILVA, 2007). Da mesma maneira, os dados SRTM obtidos em missão da nave espacial *Endeavour*, em fevereiro de 2000, fornecem modelos tridimensionais com resolução espacial inicialmente de 90 metros (3 arc-seg) e, depois de processados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no Projeto Topodata, foram disponibilizados com resolução espacial de 30 metros (1 arc-seg). Dessa forma, Crepani e Medeiros afirmam que:

O Projeto SRTM representa a primeira experiência de interferometria a bordo de uma nave espacial. No período de 11 a 22 de fevereiro de 2000 a bordo do *Space Shuttle Endeavour*, numa altitude de voo (*sic*) de 233 km e uma inclinação de 57°, um conjunto composto por duas antenas coletou 14 Terabytes de dados que permitiram a avaliação do perfil de altitude para criação de modelo digital tri-dimensional da Terra entre as latitudes 60°N e 58°S (CREPANI; MEDEIROS, 2004, p.13).

Nesse contexto, Florenzano ressalta que os sensores do tipo *Radio Detection an Ranging* (RADAR) são os mais adequados para a obtenção dos dados referentes ao relevo terrestre, uma vez que a radiação de micro-ondas é capaz de penetrar o dossel vegetal, captando informações diretas da superfície (FLORENZANO, 2008).

A partir dessas premissas, Silva (2007) afirma que a possibilidade de imageamento de extensas áreas por intermédio de sensores orbitais atende à perspectiva da análise regional da geomorfologia e à leitura multiescalar dos cenários ambientais. Destarte, ampliaram-se as possibilidades da realização de levantamentos dos recursos naturais de países de dimensões continentais, como é caso do Brasil, além de propiciar o desenvolvimento de análises com esse enfoque no âmbito das universidades.

Assim, considera-se que o livre acesso aos dados geográficos e softwares de Geotecnologias, viabiliza a sua utilização em diversas vertentes científicas, principalmente nas análises geográficas, uma vez que permitem um conhecimento mais integrado e abrangente do território.

## 2. Metodologia de trabalho

Para viabilizar o desenvolvimento da pesquisa, optou-se por estruturar os procedimentos metodológicos em seis etapas. Na primeira etapa, foi realizado um levantamento teórico conceitual que nortearam o estudo, com propósito de esclarecer alguns aspectos pertinentes ao geoprocessamento com tecnologias *open source*, ao mapeamento geomorfométrico e à utilização de dados cartográficos para análises do espaço geográfico.

Nesse contexto, pautou-se nos estudos de Flonrezano (2008) e Guerra (2008) para nortear as análises em torno do mapeamento aplicado as análises geomorfológicas, com destaque para a obtenção de dados para o mapeamento geomorfométrico. Nesse sentido, Florenzano considera que os estudos geomorfométricos referem-se ao registro de aspectos quantitativos do relevo, como as variáveis relacionadas às alturas absoluta e relativa, declividade, curvatura, orientação, densidade e frequência de suas formas (FLORENZANO, 2008).

Na mesma direção, Guerra (2008) destaca que a geomorfometria remete à mensuração das formas do relevo terrestre. Trata-se, portanto, de uma geomorfologia quantitativa em que os aspectos referentes à elaboração cartográfica apresentam princípios da semiologia gráfica peculiar à sua apresentação. Para Guerra “[...] a hipsometria é a representação altimétrica do relevo de uma região no mapa, pelo uso de cores convencionais. De acordo com as normas cartográficas, as cores verdes representam as áreas mais baixas, e as de tom marrom e avermelhado, as das grandes altitudes” (GUERRA, 2008, p. 340).

A segunda etapa da pesquisa foi caracterizada pela definição do recorte espacial de análise do município de Jequié, localizado no Território de Identidade do Médio Rio de Contas, no interior do Estado da Bahia. O município (Figura 1) possui uma área territorial de 2.969,034 km<sup>2</sup> (IBGE, 2016) e está situado na Bacia Hidrográfica do Rio de Contas.

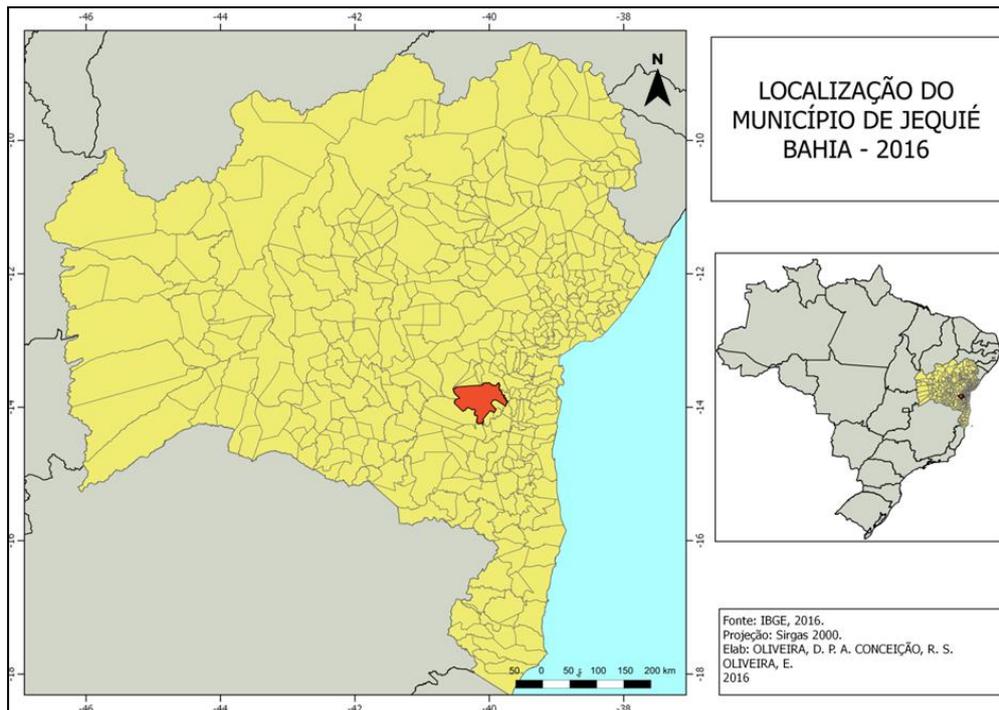


Figura 1. Localização do município de Jequié, BA, 2016.

A terceira etapa remete à aquisição dos dados cartográficos pertinentes ao município de Jequié, para a estruturação do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Nesse sentido, foram utilizados dados de arquitetura *raster* e vetorial no SIG. No campo conceitual, Trajano et al diferencia os dados geográficos em dois tipos de estrutura: vetorial e matricial. De acordo com a autora,

[...] os dados matriciais (*raster*) utilizam um conjunto de pixels para representar entidades espaciais sob uma forma numérica, sendo comumente representados em arquivos nos formatos *.geotiff.*, *.jpg* ou *.bmp*, entre outros. Os dados vetoriais identificam dados singularmente como pontos, linhas ou polígonos e podem ser representados em arquivos nos formatos *shape file (SHP)* ou *keyhole markup language (KML)*, por exemplo (TRAJANO et al 2012, p.8).

Em relação aos dados *raster*, foram utilizados três folhas do Projeto Topodata para a extração de informações geomorfométricas da área de estudo. Esses dados foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os dados Topodata foram estruturados pelo INPE em quadrículas compatíveis com a escala 1:250.000, portanto, em folhas de 1<sup>o</sup> de latitude por 1<sup>o</sup> 30' de longitude. A resolução espacial do topodata corresponde a 30 metros de resolução espacial e o recobrimento da área de estudo exigiu o mosaicamento das folhas 13S40ZN, 13S42ZN e 14S40ZN.

No projeto foi utilizada ainda uma cena do satélite Landsat 8, órbita 216, ponto 70, obtida em junho de 2016, com 30 metros de resolução temporal de 16 dias, viabilizando projetos de monitoramento contínuo, no contexto da resolução temporal. Para a elaboração da carta imagem, foi utilizada a composição pseudo-cor, com o empilhamento das bandas R6, G5 e B4.

No que tange aos dados vetoriais, foram utilizadas as bases cartográficas pertinentes ao limite municipal de Jequié e bases com informações da rede hidrográfica e das vias de circulação, obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A quarta etapa da pesquisa pautou-se na estruturação do SIG e geoprocessamento dos dados cartográficos no software Quantum Gis (QGIS), release 2.8.3.

Os dados Topodata (2016) foram processados com as ferramentas do Modelo Digital de Elevação do QGIS, que envolvem a reprojeção, mosaicamento, recorte e classificação. Além disso, foram aplicados algoritmos de declividade, para a extração das informações altimétricas e a obtenção das classes de declividade, bem como a extração das curvas de nível com a equidistância de 100m. O tratamento da imagem de satélite foi executado com as ferramentas de Processamento Digital de Imagem (PDI) do QGIS, envolvendo a composição, a reprojeção e o recorte da cena do Landsat 8 (USGS,2016). A composição RGB da imagem de satélite foi reprojeta para o Datum Sirgas 2000 UTM 24S e recortada a partir do arquivo *shapefile* com o limite municipal de Jequié.

A quinta etapa da pesquisa consiste na elaboração do mapeamento final, a partir dos planos de informação do SIG. Foram elaboradas as seguintes cartas: altimetria, hipsometria, hidrografia, declividade e a carta imagem.

A última etapa remete a análise do mapeamento, com inferências sobre as características do modelamento das formas de relevo do município, da sua rede hidrográfica e das características geoambientais desse território.

### **3. Resultados e Discussão**

O conhecimento cartográfico permite uma análise integrada dos geoambientes, de modo a viabilizar as ações de planejamento e, conseqüentemente, orientar os processos de tomada de decisão espacial na gestão e ordenamento do território. Nesse contexto, o SIG foi estruturado para a inserção e processamento de dados geoespaciais pertinentes ao mapeamento temático dos aspectos físico-territoriais. Assim, dentre os produtos do SIG, destacam-se as cartas de altimetria, hidrografia, de declividade (em graus) e a carta imagem do município de Jequié. A Figura 2 apresenta a Carta de Altimetria.



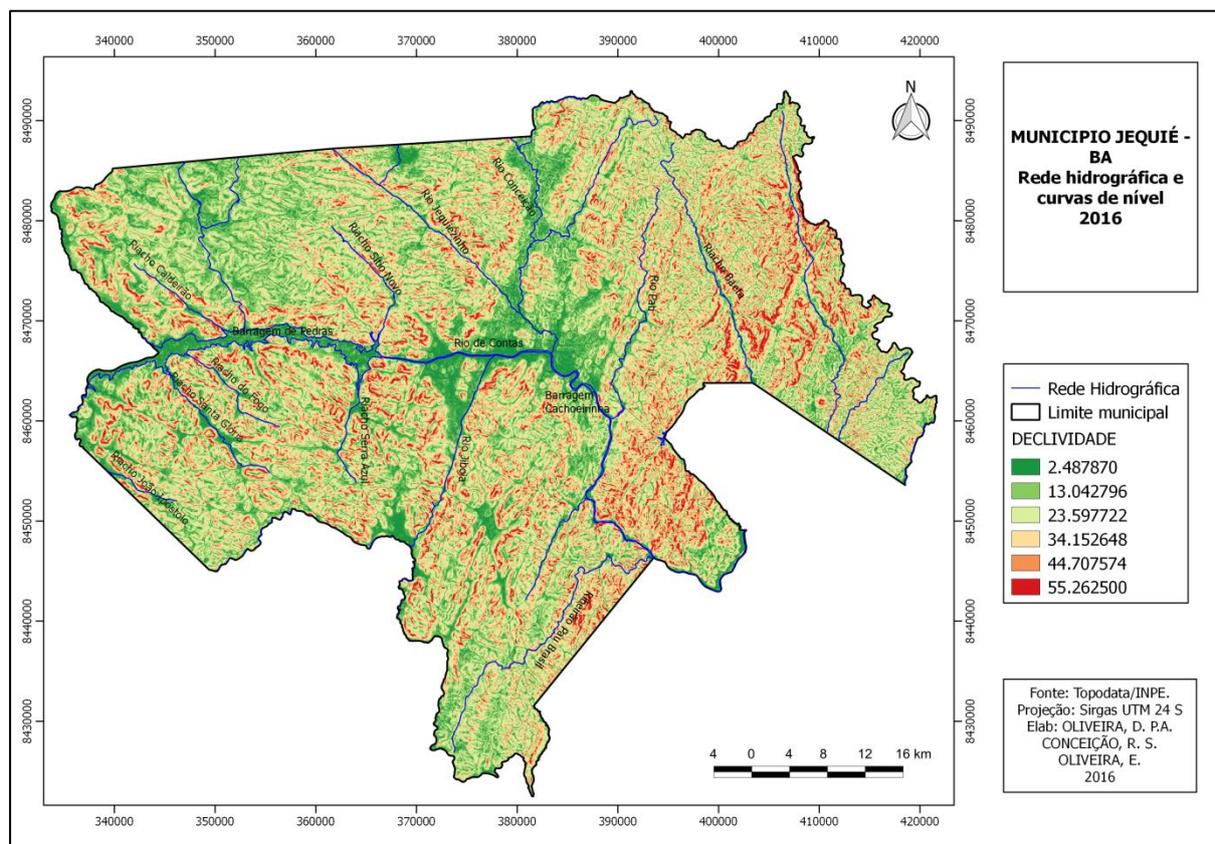


Figura 3. Carta de declividade de Jequié-BA, 2016.

As extensões mais planas se encontram na parte central do município, nas áreas onde está alocado o sítio urbano de Jequié e a barragem de Pedras. Aliado a análise do modelamento do relevo, tem-se a rede hidrográfica como principal agente modificador da dinâmica do relevo.

Com relação aos aspectos geomorfológicos o município de Jequié está inserido no domínio dos planaltos cristalinos, regiões dos planaltos soerguidos (unidades geomorfológicas do maciço central e serras marginais) e dos planaltos rebaixados (unidades geomorfológicas dos tabuleiros pré-litorâneos e serra e maciços pré-litorâneos).

Por conta das características ambientais, o município apresenta limitação ao uso dos recursos naturais. As limitações por relevo chegam a se apresentar de elevada a extremamente elevada em alguns setores do município. Com relação ao clima, no setor norte de Jequié, essa limitação se apresenta de baixa a média, enquanto no setor sul varia de elevada a muito elevada. Os solos apresentam limitação, quanto ao uso, que varia de muito baixa a média. Com base nessas informações, percebe-se, que o maior grau de limitação ao uso dos recursos naturais, no município, se deve ao fator relevo (PDRS, 1999).

No maciço central é possível encontrar cotas que chegam a mais de 900m, e no fundo dos vales, cotas de até 157m. No sentido oeste/leste do município as altitudes vão decrescendo de forma gradual com elevações residuais relacionadas aos relevos residuais resultantes do recuo das vertentes do planalto dos gerazinhos. A estrutura influencia tanto as formas de relevo quanto a drenagem. Na figura 4 é possível observar a rede hidrográfica com as curvas de nível, elaboradas com equidistância de 100 metros.

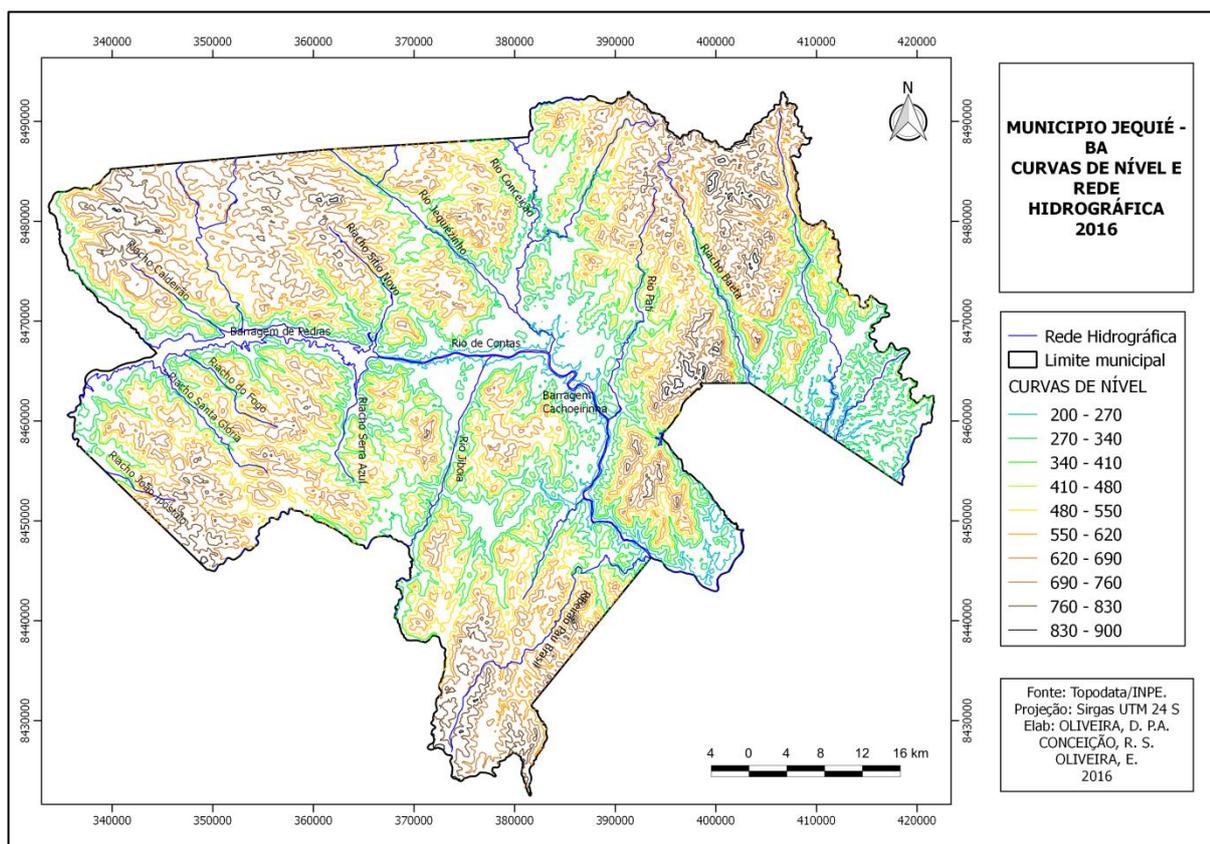


Figura 4. Rede Hidrográfica de Jequié-BA, 2016.

A estrutura exerce grande influência sobre a drenagem e as formas de relevo, apresentando uma entrelaçada rede de falhamentos que recorta todo o município e ao longo dos quais os rios aprofundam seus leitos retilíneos. A influência da tectônica no relevo do município é demonstrada por meio dos cursos d'água que se apresentam fortemente encaixados e dispostos de forma retilínea, acompanhando as linhas de falhamento e fraturamento. Os rios pertencentes à bacia do Rio de Contas são fortemente controlados pela estrutura, como demonstra o traçado retilíneo dos cursos d'água. Isso origina um padrão de drenagem que varia de treliça à retangular.

Com a análise da rede hidrográfica (Figura 4), é possível verificar a importância da Bacia Hidrográfica do Rio de Contas para o município de Jequié, sendo um dos principais rios do município. Observa-se que existem nove nascentes com canais afluentes do Rio de Contas. Além disso, é importante enfatizar a existência de uma grande barragem no município, a Barragem de Pedras inaugurada em 1969.

Parte da cidade de Jequié é abastecida pelo sistema criciúma, mas em período de estiagem prolongada à adutora da Barragem de Pedra (Rio das Contas) e ativada para dar suporte ao abastecimento da cidade, apesar da barragem abastecer alguns bairros da cidade e outros municípios da região. A Usina da Pedra integra o sistema de produção de energia de Paulo Afonso.

O sistema Hidrográfico beneficia toda a área estudada, com uma distribuição significativa de canais hídricos, afluentes, influentes, entre outros, e leitos de outras regiões que passam pelo município. Ainda comprova-se que a geomorfologia do município tem forte controle estrutural sobre a rede hidrográfica, isto porque o relevo influencia no direcionamento dos canais hídricos.

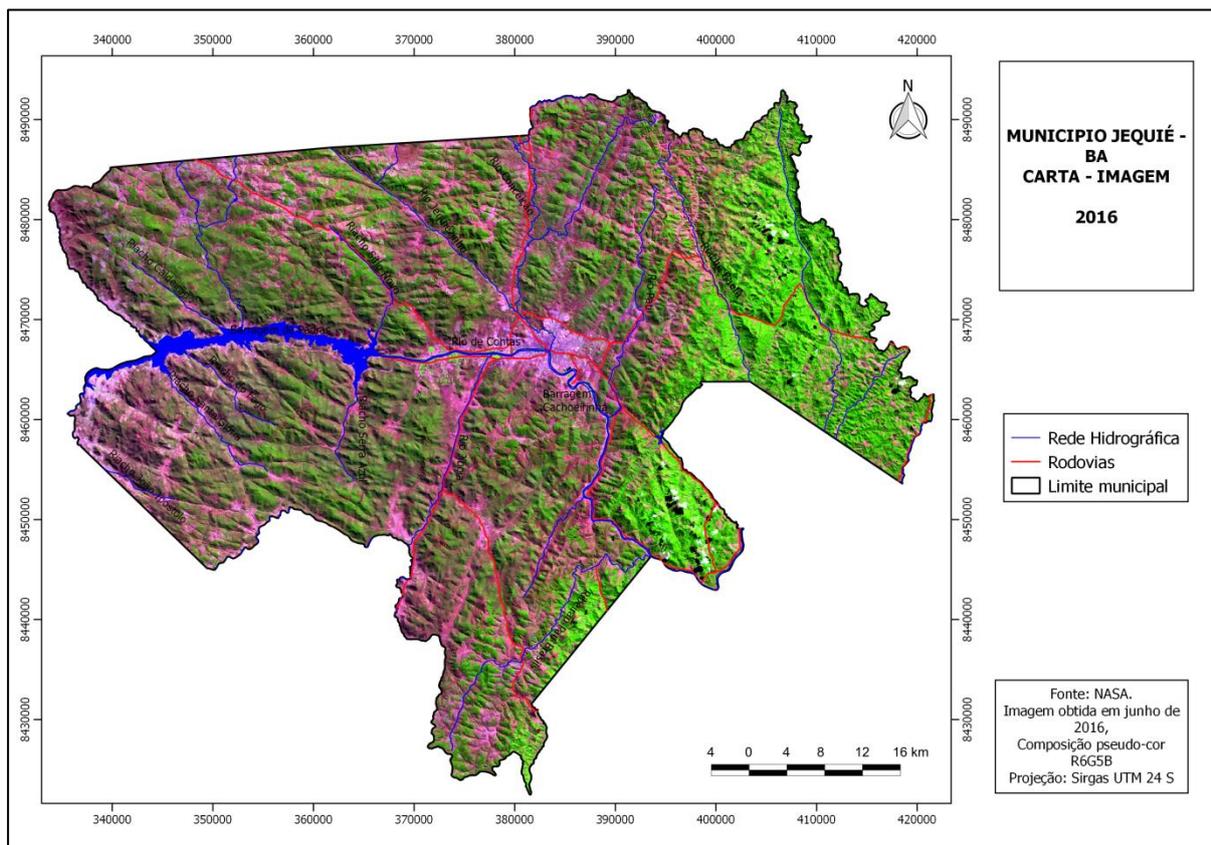


Figura 5. Carta Imagem de Jequié-BA, 2016.

No que tange ao sistema viário e sua relação com o a geomorfologia, observa-se na Figura 5, as principais rodovias que abrangem o município de Jequié. Verifica-se que maior parte das rodovias seguem os leitos canais, sendo que alguns deles compõem redes fluviais. Com esta dinâmica das rodovias, presume-se que o município exibe um sistema de circulação de suma importância e que pode facilitar, aos produtores rurais, o escoamento das produções, uma vez que as rodovias estão interligadas e com direcionamentos à sede do município.

#### 4. Conclusões

A análise das características dos geoambientes do município de Jequié por intermédio do mapeamento configura-se como um conhecimento estratégico para as ações de planejamento ambiental para o ordenamento e gestão do território.

Assim, cabe destacar as potencialidades das tecnologias livres nas pesquisas científicas, uma vez que a recente disponibilização dos dados geográficos com informações detalhadas da superfície terrestre e *softwares* de Geoprocessamento tem viabilizado o desenvolvimento de estudos com o suporte teórico das Geotecnologias.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Pesquisa Análise Planejamento e Gestão Territorial (APLAGET-CNPq), ao Laboratório de Cartografia e Fotointerpretação (LabCart-UESB) e ao Laboratório de Geografia Física (LAGEF-UESB) pelo suporte na realização dessa pesquisa.

## Referências

CREPANI, Edson; MEDEIROS, José Simeão de. **Imagens fotográficas derivadas de MNT do projeto SRTM para fotointerpretação na geologia, geomorfologia e pedologia**. INPE: São José dos Campos, 2004.

FLORENZANO, Tereza Galloti, (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

HEXSEL, Roberto A. **Software Livre – Propostas de Ações de Governo para Incentivar o uso de Software Livre**. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Informática. Curitiba, Paraná. 2002. Disponível em: <[http://www.inf.ufpr.br/pos/techreport/RT\\_DINF004\\_2002.pdf](http://www.inf.ufpr.br/pos/techreport/RT_DINF004_2002.pdf)>. Acesso em: 23/05/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de geomorfologia** / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5) Disponível em: file:///C:/Users/windows7/Desktop/liv66620.pdf>. Acesso em: 23/05/2016.

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL (PDRS). Sudoeste da Bahia. Salvador, 1999.

SILVA, José Eduardo Bezerra da; SANTOS, Paulo Roberto Alves dos A utilização dos modelos SRTM na interpretação geomorfológica: técnicas e tecnologias aplicadas ao mapeamento geomorfológico do território brasileiro. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis. p.4261-4266, 2007. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.16.47/doc/4261-4266.pdf>> . Acesso em: 17/06/2016.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu da. *Software Livre – A luta pela liberdade de conhecimento*. São Paulo, Editora Fundação Perseu Abramo, 2004. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/dmptsp/software-livre-3775888>> .Acesso em: 28/05/2016.

TOPODATA. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em 31 de junho de 2016.

TRAJANO, S. R. Da S; et all. **Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais –Aspectos Computacionais**. Comunicado Técnico: Campinas, 2012.

USGS. **Serviço Geológico Norte Americano**. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> .Acesso em 4 de julho de 2016.