



Uso de Geotecnologias para a Caracterização Física Espacial da Bacia Hidrográfica do Grupo de Pequenos Rios Litorâneos (GL2) / PE

Juliana Lyra Teixeira¹, Josiclêda Domiciano Galvêncio²

¹ Geógrafa. Bolsista de Apoio Técnico do CNPq.

² Prof. Adjunto do Depto. de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife-PE. CEP: 50670-901 | Fone PABX: (81) 2126.8000.

Artigo recebido em 14/09/2010 e aceito em 18/10/2010.

RESUMO

As tecnologias atuais voltadas para o estudo do espaço geográfico têm mostrado soluções eficazes para dinamizar o processo de gestão e a tomada de decisões futuras em relação às unidades espaciais. Estas tecnologias têm proporcionado que os trabalhos realizados possam armazenar uma grande quantidade de dados e um reduzido custo de capital. Neste contexto, o presente trabalho aborda a aplicação de algumas técnicas de Geoprocessamento, como Sensoriamento remoto e Sistemas de informação geográfica voltadas para o estudo de bacias hidrográficas, uma vez que estas são de grande importância para a dinâmica econômica das sociedades e possuem dimensões consideráveis onde se necessita o emprego de tecnologias que possam dinamizar seu estudo. A unidade geográfica espacial selecionada para o estudo de caso foi a bacia hidrográfica de pequenos rios litorâneos - GL2, a qual está situada no litoral do Estado de Pernambuco. Assim, por meio de dados adquiridos em variadas entidades de pesquisas utilizando-se das geotecnologias foram elaborados figuras com os aspectos físicos desta bacia tendo o objetivo de auxiliar a sua eficiente gestão e planejamento. Desse modo, os resultados apresentados foram satisfatórios, pois mostram de forma clara algumas das características físicas espaciais, tais como: rede de drenagem, geologia, solos, geomorfologia, altimetria, declividade, cobertura vegetal, precipitação e temperatura, da Bacia estudada.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, GL2, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto.

Use of Geospatial Data for the Physical Characterization of the Watershed of the Group of Small Coastal Rivers (GL2) - PE

The current technologies related to the study of geographical space have shown effective solutions that will streamline future management and decision-making based on spatial units. These technologies have provided the capacity to store a large amount of data at a reduced cost. In this context, this paper considers the application of some geoprocessing technologies, such as remote sensing and geographic information systems, to study water basins because the results are of great importance to regional economies, and the significant dimensions require the employment of technologies that can streamline the study. The geographical space unit selected for the case study was the water basin of small coastal rivers, GL2, which is situated on the coast of Pernambuco State. With data acquired using geotechnologies, thematic maps of physical characteristics were constructed to help in efficient management and planning of the basin. The results were satisfactory because they clearly show some physical features of the basin.

Keywords: Water basin, GL2, Geoprocessing, Remote Sensing.

Introdução

A água é essencial em uma série de atividades humanas, e o seu uso condiciona o crescimento e desenvolvimento de regiões. Desse modo, observa-se a necessidade de uma maior inserção de tecnologias e o desenvolvimento de estudos que viabilizem e agilizem o processo de planejamento e gestão dos recursos

hídricos (Mendes & Cirilo, 2001).

Em virtude das necessidades de gerir e planejar os recursos hídricos de forma mais eficiente, Cunha & Guerra (1999 *apud* Braga, 2003) afirmam que as bacias hidrográficas permitem uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas. Na concepção desses autores, considerar uma bacia hidrográfica como uma unidade de gestão, portanto, impõe abordar todos seus

* E-mail para correspondência: josicleda@hotmail.com

elementos (água, solo, flora, fauna, uso e ocupação do solo, etc.) e compreende-la como uma totalidade composta por elementos naturais e sociais, inter-relacionados e dinâmicos.

Nesse contexto, o sensoriamento remoto juntamente com o Geoprocessamento e os sistemas de informações geográficas tem-se mostrado eficiente em proporcionar estudos que venham a melhorar o monitoramento e o gerenciamento de bacias hidrográficas de forma eficaz e confiável (Galvêncio et al., 2007).

De acordo com Fitz (2008), as Geotecnologias podem ser definidas com as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico.

Esta Bacia tem grande importância para os Municípios abrangidos por ela, no entanto, são verificados muitos casos de degradação ambiental, fato este que afeta diretamente a qualidade de vida de suas populações. Essas degradações ocorrem em virtude do lançamento de resíduos industriais e esgotos residenciais sem tratamento adequado, despejo de lixo, ocupações irregulares às suas margens, além da retirada da cobertura vegetal dos cursos d'água (Pernambuco, 1998).

Desse modo, o objetivo deste trabalho é utilizar métodos de Sensoriamento Remoto e técnicas de Geoprocessamento para a caracterização física espacial da bacia hidrográfica do Grupo de Pequenos Rios Litorâneos (GL2) a fim de auxiliar aos gestores e planejadores, para que estes possam direcionar suas ações.

Material e métodos

Localização da área de estudo

A Unidade de Planejamento 15 (UP 15), que corresponde à bacia hidrográfica do segundo grupo de pequenos rios litorâneos (GL2), está localizada no litoral do Estado de Pernambuco, entre as latitudes de 8°02'42" e 8°25'59" sul e longitude de 34°52'27" e 35°52'27" oeste.

Esta bacia possui uma área de drenagem 1.022,01km², que abrange os municípios de Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, a sede de Moreno e partes dos municípios de Escada, Ipojuca, Pombos, Recife, São Lourenço da Mata e Vitória de Santo Antão. Distribuem-se espacialmente conforme apresentado na Figura 1.

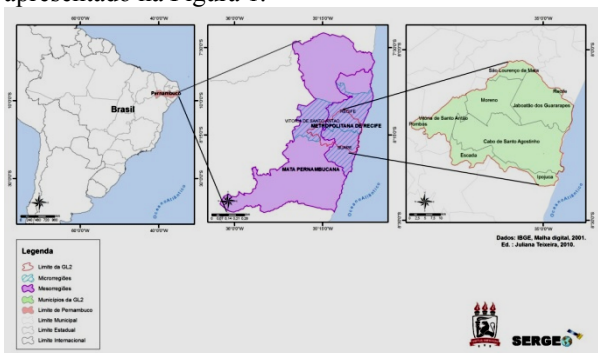


Figura 1. Localização espacial da GL2 / PE.

Inicialmente foi realizada a pesquisa bibliográfica para a aquisição de informações da área de estudo. Após a identificação e caracterização espacial da área, foi realizada a solicitação e posterior aquisição gratuita de imagens de satélites do Landsat 5 TM (*Thematic Mapper*) referentes a órbita 214 e ao ponto 066 junto ao banco de imagens do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) disponíveis em catálogo virtual, site: www.inpe.br.

Como a área de estudo encontra-se no litoral foi encontrada dificuldades na seleção de imagens que tivessem a menor quantidade de nuvens possíveis.

Usando esse critério foram selecionadas as imagens com as informações apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Datas de seleção das imagens de satélites utilizadas neste estudo.

Data	Sensor
10/07/1989	TM
26/08/2006	TM

Os limites da bacia hidrográfica e dados de solo foram adquiridos na base de dados do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco - ZAPE (Silva et al., 2001), na escala 1:100.000.

Os dados do radar RADARSAT usados para a elaboração das informações de altimetria e declividade foram adquirido por meio de *download* no site Brasil em Relevo da Embrapa Monitoramento por Satélite.

Alguns dados vetoriais (em *shape file*) foram obtidos nos *sites* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

Os dados das séries históricas de precipitação foram obtidos no endereço eletrônico da Agência Nacional das Águas (ANA), através do Hidroweb.

Softwares

O sistema de informação Geográfica empregado na pesquisa foi o programa computacional ArcGIS 9.3 produzido pela ESRI, licenciado pelo Departamento de Ciências Geográficas-DCG.

Para o processamento digital das imagens de satélite, utilizaram-se o Erdas Imagine 9.3 produzido pela Leica Geosystems Geospatial Imaging e licenciado pelo DCG.

O programa computacional Estima T foi utilizado para estimar as temperaturas nos postos pluviométricos e a partir dos dados gerados analisou-se espacialmente a temperatura.

Processamento da imagem

Novo (2008) afirma que as imagens digitais possuem uma grande vantagem em comparação as imagens analógicas, que é a de poderem ser processadas visando o realce ou a extração de informações específicas. Mas antes de iniciar o processamento das imagens é necessário o registro, que consiste no ajuste do sistema de coordenada de uma imagem em relação à outra, aplicando uma imagem Landsat ortorretificada como imagem referência para registrar as imagens

Landsat disponibilizadas pelo INPE (Florenzano, 2008 *apud* Fumiya et al., 2009).

Conversão radiométrica – Etapa 1

A calibração radiométrica consiste no processo de conversão do número digital - ND de cada pixel da imagem, em radiância espectral monocromática $L_{\lambda i}$. Esta calibração é feita através da equação 1 proposta por Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda i} = a_r + \frac{b_r - a_r}{255} * ND$$

Onde, $L_{\lambda i}$ é a radiância espectral monocromática, a_i e b_i são as radiâncias espectrais mínima e máxima ($Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$), ND é a intensidade do pixel, correspondendo a um intervalo de 0 a 255, e i corresponde às bandas do Landsat.

Reflectância – Etapa 2

A Reflectância consiste na razão entre o fluxo transmitido e o fluxo incidente sobre a superfície (Novo, 2008), pode ser obtida a partir da equação proposta por Bastiaanssen (2000):

$$\rho_{PI} = \frac{L_{\lambda i} * \cos \theta_z}{K_{\lambda} * d_r^2}$$

Em que, L_{λ} é a radiância espectral de cada banda, K_{λ} é irradiância espectral solar de cada banda no topo da atmosfera ($Wm^2\mu m$), $\cos Z$ corresponde ao cosseno do ângulo zenital solar e d_r é o inverso do quadrado da distância relativa terra-sol.

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) - Etapa 3

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN ou NDVI):

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V}$$

Onde, ρ_{IV} representa a banda do infravermelho próximo e ρ_V a banda do vermelho.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN ou NDVI), foi desenvolvido por Rouse et al. (1974), segundo Jesen (2009), é um índice de vegetação importante porque permite que sejam monitoradas as mudanças sazonais e interanuais no desenvolvimento e na atividade da vegetação. Além de a razão reduzir muitas formas de ruídos multiplicativos (diferenças de iluminação solar, sombras de nuvens, algumas variações topográficas) presentes em múltiplas bandas de imagens de múltiplas datas.

Resultados e discussão

Aspectos hidrográficos

A hidrografia da bacia, obtida a partir da extração de drenagem da imagem de radar pode ser observada na Figura 2.

Os constituintes principais da bacia são os rios Jaboatão e Pirapama seguidos pelos rios Gurjaú, Duas Unas, Carnijó, Suassuna, Utinga de Cima, Mussaíba, Zumbi, Santa Amélia, Camaçari, Arariba (Macacos), Cajabuçu e pelos riachos Laranjeiras e Limeira.

Na bacia se encontram quatro reservatórios o Duas Unas, Gurjaú, Sucupema e Pirapama. No rio Gurjaú,

localizam-se as barragens de Gurjaú e Sucupema, integrantes do sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana do Recife, às quais deverá somar-se a barragem de São Brás, a ser construída poucos quilômetros à montante daquelas duas e a barragem do Pirapama, a localizar-se no rio Pirapama, à montante do Engenho Molinote.

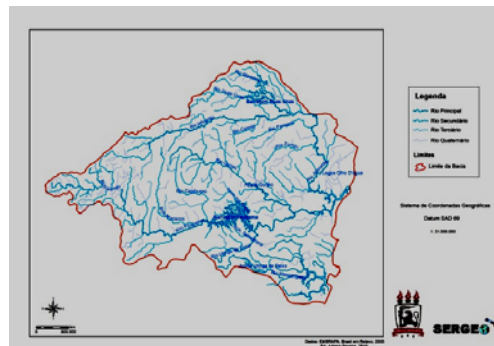


Figura 2. Hidrografia da GL2.

Segundo a CPRH, o uso das águas na GL2 são para o abastecimento público, recepção de efluentes domésticos e recepção de efluentes industrial e agro-industrial.

Aspectos geológicos

A geologia da bacia é estudada a partir da elaboração da Figura 3 produzida com dados digitais em formato vetorial do Serviço Geológico do Brasil:

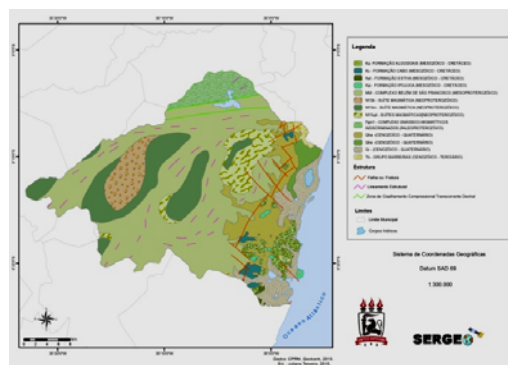


Figura 3. Geologia da bacia GL2.

De acordo com os dados apresentados pelo serviço geológico do Brasil, estas formações e complexos são caracterizadas por:

- a) Formação Algodoads (Ka) - constituída por conglomerados com seixos de rochas vulcânicas, arcóseo com seixos de quartzo e de turfos vulcânicos e matriz argilosas e arcóseo intercalado com camadas argilosas;
- b) Formação Ipojuca (Kip) - composta de traquitos, riolitos, basaltos, andesitos, ignimbritos, turfos vulcânicos e granitos subvulcânicos;
- c) Formação Cabo (Kc) - composta por conglomerados polimíticos de matriz arcoseana, arcóseos com níveis conglomeráticos, siltitos e argilitos capeados por arenitos grosseiros e conglomeráticos;

formas de relevo esculpidas sobre os sedimentos continentais de idade terciária do grupo Barreiras. Quando dissecados, apresenta superfícies sulcadas por uma rede de canais de densidade média a baixa, aprofundamento variado de 15 a 60 m e gradientes médios a elevados de 15° a 35°.

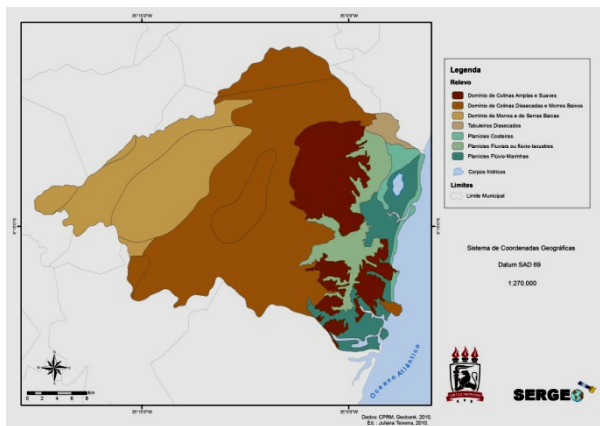


Figura 5. Unidades geomorfológicas da bacia GL2.

A planície flúvio-marinha compreende um conjunto de formas de relevo de agradação geradas durante o Pleistoceno superior e o Holoceno por uma interação de processos fluviais e marinhos determinada pelos ciclos de transgressão e regressão marinha.

As planícies flúvio-lacustres se desenvolveram a partir do último máximo transgressivo, com a formação de antigos corpos lagunares. Resultam da interface de processos de sedimentação de ambientes fluviais e lagunares, constituindo-se de depósitos argilosos ou argiloarenosos enriquecidos de matéria orgânica. Estas feições estão relacionadas à ação construtiva dos rios que formam a bacia.

Os Morros e serras baixas é feição geomorfológica em que as altitudes variam entre 30 a 400 m modelados em rochas muito antigas, constitutivas do Embasamento Cristalino. As encostas são íngremes, com altas a médias declividades, a maioria, normalmente superior a 35%, portanto não recomendáveis à ocupação urbana (Assis, 1999).

As colinas amplas e suaves apresentam um relevo suavizado onde, as altitudes não excedem os 80m, e as amplitudes são baixas em relação as dos morros, com uma média de 60m. Os topos das elevações desenvolvem superfícies arredondadas.

As colinas dissecadas correspondem às feições de relevo de perfil convexo, em decorrência ao processo de dissecção linear, mostram-se com topos em forma de divisores de água arredondados. Os processos morfogenéticos mais evidentes são os de ravinamentos que evoluem para voçorocamento e, subordinadamente, verificam-se deslizamentos e desmoronamentos, em geral, associados com a atividade antrópica.

A diferenciação altimétrica da bacia pode ser observada a partir da Figura 6.

Observa-se a partir da Figura 6 que as cotas mais baixas do relevo são representadas pelos tons verdes e situam-se na porção mais oriental da bacia onde estão as áreas estuarinas, os vales dos rios e a região litorânea.

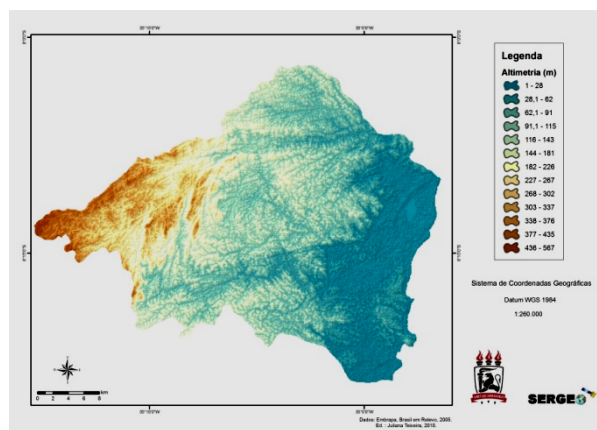


Figura 6. Altimetria da bacia GL2.

Os tons verde-amarelado e amarelo correspondem a cotas de 116 a 226 m e, ficando assim em um patamar intermediário.

As altitudes mais elevadas, de 227 a 567 m, são representadas pelas cores que variam de marrom-claro a marrom-escuro correspondem às áreas de morros e serras baixas da porção ocidental da Bacia.

Uma característica que deve ser levado em consideração no relevo é a declividade das encostas (Figura 7), pois dependendo do grau de inclinação há uma maior ou menor susceptibilidade aos processos erosivos.

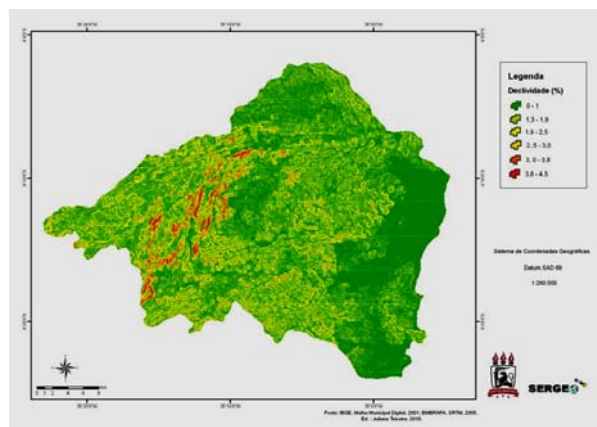


Figura 7. Declividade das encostas

De acordo com Crepani et al. (2001), o termo declividade refere-se à inclinação do relevo em relação ao horizonte, ela guarda relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética e, portanto, com a velocidade das massas de água em movimento responsáveis pelo escoamento superficial.

Aspectos Vegetacionais

Os Índices de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) são apresentados nas Figuras 8 e 9.

Nas Figuras 8 e 9 os alvos com valores de -1 a 0 correspondem aos corpos hídricos da bacia, que são rios e riachos, barragens e lagoas; e a categoria áreas não vegetadas, com valores variáveis, se enquadram as áreas com solo exposto, rochas, terrenos em preparos agrícolas, centros urbanos e povoados.

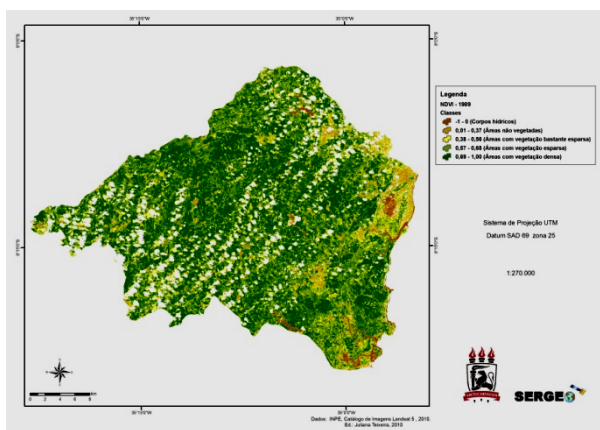


Figura 8. NDVI de 1989.

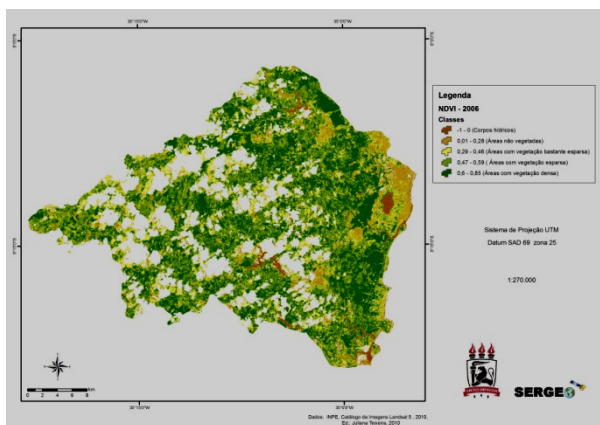


Figura 9. NDVI de 2006.

A classe de áreas com vegetação bastante esparsa é representada pelas pastagens, gramíneas e culturas agrícolas de pequeno porte e/ou em período inicial; Já a classe de vegetação esparsa corresponde às áreas com vegetação arbustiva, culturas agrícolas e cana-de-açúcar em crescimento.

As áreas de matas, mangues e plantios de cana-de-açúcar provavelmente em fase de maturação mais avançado se encontram na classe de vegetação densa.

Em relação aos valores das classes mostradas nas duas imagens analisadas, pode se perceber que eles variam ao longo dos anos e fica evidente que em 2006, em comparação com 1989 houve diminuição na densidade vegetacional na bacia e um aumento da classe de corpos hídricos principalmente devido a criação da barragem Pirapama.

Aspectos climáticos

A região, segundo Pernambuco (1998), apresenta clima quente e úmido, com um período chuvoso extenso, com pelo menos seis meses de duração, que vai de março a agosto e o seu período seco de setembro a fevereiro. Em termos de distribuição de chuvas, 75 a 80 % concentram-se nos meses chuvosos, enquanto 20 a 25% no período seco.

A Figura 10 pode se destacar os municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho com um total anual de 2.118 a 2.431 mm. Esses valores correspondem a duas vezes mais o que chove na porção oriental de Moreno e Ocidental de Jaboatão dos Guararapes.

Semelhante às afirmações apresentadas no Plano Estadual de recursos Hídricos, em 1998, pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente através de sua Diretoria de Recursos Hídricos, as precipitações totais na bacia atingem mais de 2000 mm anuais.

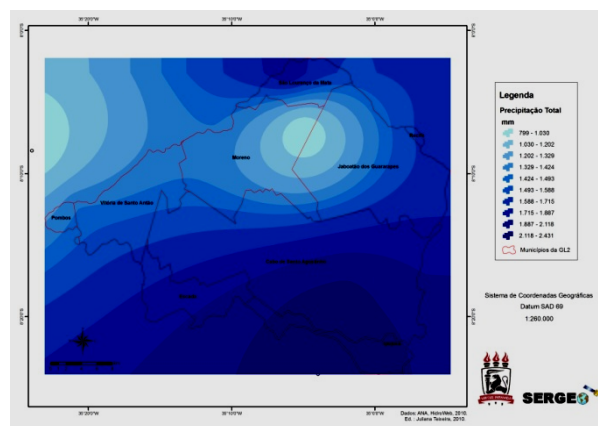


Figura 10. Precipitação total anual.

As temperaturas médias de cada município foram especializadas e são mostradas na Figura 11.

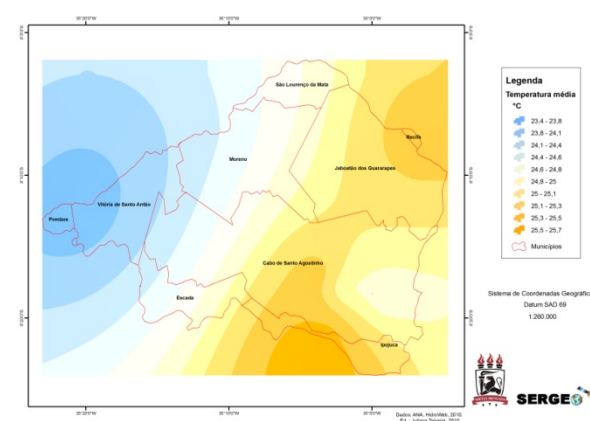


Figura 11. Temperaturas médias.

As temperaturas médias, observadas na Figura 11, apresentam uma configuração espacial que pode ser caracterizada provavelmente em função do relevo.

Nas áreas litorâneas, as mais planas da Bacia, apresentam as temperaturas mais elevadas com é o caso dos municípios de Recife, Jaboatão, Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca com médias de até 25,7°C segundo as estimativas do Estima T.

Os Municípios de Escada, Moreno e São Lourenço da Mata apresentam temperaturas médias que variam de 24,1 a 25,1 ao longo de seus limites municipais.

Os municípios que apresentaram as médias mais baixas foram Pombos e Vitória de Santo Antão, ambos com temperaturas entre 23,4 a 24,4 no sentido interior/litoral.

Segundo Pernambuco (1998) os sistemas meteorológicos que atuam nesta porção de Pernambuco são:

a) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) - Em anos muito chuvosos, as precipitações da ZCIT podem trazer enchentes e inundações na Região Metropolitana e Zona da Mata.

b) As Ondas de Leste - As Ondas de leste são perturbações de pequenas amplitudes, observadas nos ventos alísios, atuando principalmente de maio a agosto. Apesar de sua pequena amplitude, as ondas de leste podem produzir chuvas intensas e inundações.

c) Os ciclones nas camadas da média e alta troposfera do tipo “baixas frias”, também conhecidos como vórtices ciclônicos da atmosfera superior (VCAS). Atuam principalmente nos meses de novembro a fevereiro. No período da tarde, chuvas do tipo pancadas de nuvens convectivas podem ocorrer no centro do vórtice devido ao grande aquecimento das áreas localizadas abaixo do centro.

d) As Brisas - As brisas terrestres e marítimas ocorrem no Litoral e na Zona da Mata em todo ano, afetando áreas entre 100 e 300 km da costa, as quais apresentam máximo diurno associado a esta brisa. Ela é máxima quando existe um contraste máximo entre a temperatura da superfície do mar e a temperatura da terra, isto ocorre no fim do outono e início do inverno (maio, junho e julho) provocando chuvas fracas e moderadas.

e) As Frentes Frias - A penetração das frentes frias provenientes de regiões sub-antárticas ou instabilidades causadas pelo avanço desses sistemas constitui o segundo principal mecanismo da produção de chuvas no Nordeste. No litoral e na Zona da Mata esses sistemas influenciam as precipitações nos meses de maio a agosto.

Conclusões

O Geoprocessamento juntamente com o sensoriamento remoto permite obter informações espaciais físicas naturais e antrópicas dos recursos naturais de pequenas bacias hidrográficas de forma satisfatória, como no caso da bacia hidrográfica GL2.

O banco de dados aqui obtido poderá servir de base para o planejamento e gerenciamento prévio dos recursos naturais da bacia hidrográfica GL2.

Referências

Assis, H.M.B. Cartografia geomorfológica do Município do Cabo de Santo Agostinho/PE. Recife: CPRM/FIDEM, 1999. (Série Cartas Temáticas, Volume 04). Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/recife/rel04.pdf>. Acesso em: 26 de maio de 2010.

Bastiaanssen, W.G.M. 2000. SEBAL - Based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. *Journal of Hydrology*, 229, 87-100.

Braga, R. 2003. Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro: Laboratório de Geoprocessamento Municipal. 131p.

Crepani et al. 2001. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e o ordenamento territorial. São José dos Campos. 101p.

Cunha, S.B. 2003. Bacias Hidrográficas. In: Cunha, S.B; Guerra, A.J.T. (Org). *Geomorfologia do Brasil*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 229 – 267.

Markham, B.L.; Barker, L.L. 1987. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. *Teixeira, J.L.; Galvêncio, J.D.*

International Journal of Remote Sensing, 8, 517-523.

Mendes, C.A.B; Cirilo, J.A. 2001. *Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, integração e aplicação*. Porto Alegre: ABRH, 536p. (Coleção geoprocessamento, v.1).

Fitz, P.R. 2008. *Geoprocessamento sem Complicação*. São Paulo: Oficina de Textos. 160p.

Fumiya, M.H.; Gasparetto, N.V.L.; Montanhe, O.C. 2009. Análise multitemporal de imagens de satélite para o mapeamento do uso do solo da bacia do Ribeirão do Pacote em São Jorge do Ivaí – PR. Disponível em: http://www.geo.ufv.br/simpósio/simpósio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/058.pdp.

Galvêncio, J.D; SÁ, I.I.S.; Moura, M.S.B.; Ribeiro, J.S. 2007. 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: UFPE – DCG/NAPA, v. 24, n. 2.

Guerra, A.J.T.; Cunha, S.B. 2005. *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 372p.

Jacomine, P.K.T. et al. 1973. Levantamento exploratório -Reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife: SUDENE, v. 1. *Boletim Técnico*, 26. Série pedologia, 14.

Jesen, J.R. 2009. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Jesen, J.R. Trad. Epifânio, J.C.N. et al. (Coord.) São José dos campos, SP: Parêntese. 597p.

Novo, E.M.L.M. 2008. *Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Blucher, 363p.

Pernambuco. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco- 1998. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/PERH>. Acesso em: 16 jun 2010.

_____. Diagnóstico Socioambiental do Litoral Sul de Pernambuco. Relatório Técnico CPRH. Recife, 1999.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2001. Zoneamento Agroecológico de Pernambuco - ZAPE. Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária). (Embrapa Solos. Documentos; no. 35). Recife, CD-ROM.

Vieira, L.S. 1983. *Manual de Morfologia e Classificação de Solos*. 2ª Ed. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres Ltda. 309p.