

## **Integrações e Análises Urbanas do Plano Diretor de Mossoró utilizando-se SIG e Sensoriamento Remoto**

Reinaldo Petta<sup>1</sup>  
Sven Sindern<sup>2</sup>  
Thomas F.C. Campos<sup>1</sup>  
Paulo S. R. Nascimento<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia – UFRN  
Campus Universitário – [petta@geologia.ufrn.br](mailto:petta@geologia.ufrn.br)

<sup>2</sup>Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) (Germany)  
[sindern@rwth-aachen.de](mailto:sindern@rwth-aachen.de)

**ABSTRACT:** The present work introduces some of the aspects related to the applications of geoprocessing resources in urban planning and in the administration of the architectural and urban patrimony management of the city of Mossoró (Rio Grande do Norte - Brazil), focusing as thematic area, the elaboration of his Municipal Master Plan (MP). It presents the methodologies of some phases of MP, when applications of the geoprocessing techniques were used for the assembly of the database, conversion of data, assembly of the Geographical Information System (GIS), and construction of diagnostic and prognostic analyses with some practical results. The process had as base methodological the guidelines of the Ministry of the Cities (Brazil) for the elaboration of the Master Plan and is focused on the wide analysis of the territory, with integration of the planning studies and administration through the use of applications of Geo-administration, Study of Axes of Growth, Modeling, Reality and Virtual Navigation and GIS. This GIS provides an up-to-date, easy-to-use computer-based catalog of all maps and related regulations of Mossoró City to enterprises and people, such as engineers and architects, who need to know how the territory is regulated. With the GIS-based tool they can easily installed and operated the Master Plan and the MapObjects is particularly good for creating applications and allows the fast access and display of maps and build a variety of interfaces around it.

**Key words:** Municipal Master Plan, Geoprocessing, SIG

### **Área de Estudo**

O Município de Mossoró possui uma área territorial de 2.108,9 km<sup>2</sup>, representando 3,9% da área do Estado do Rio Grande do Norte, constituindo-se como o segundo maior município do estado. Possui um clima muito quente e semi-árido, com estação chuvosa atrasando-se para o outono (Clima Bsw<sup>h</sup>, em classificação climática segundo o método de Köppen). Ou seja, seco, muito quente e com estação chuvosa concentrada entre o verão e o outono. Possui uma variação pluviométrica varia de 35 a 40% chegando extremos mensais de 0 a mais de 300 mm. Normalmente a pluviometria está aquém das exigências nutricionais de diversas culturas, sendo, no entanto, adequada para espécies do bioma caatinga, especialmente de espécies da caatinga hiperxerófila. O município é cortado pelo Rio Apodi-Mossoró maior rio do Oeste Potiguar, e em cujas margens se localizam as maiores concentrações de população e indústrias.

### **Metodologia**

O processo metodológico baseou-se na montagem de um sistema de gerenciamento dos dados municipais que permitisse a elaboração de análises ambientais urbanas, e constou das seguintes etapas: *Fase I - Preparação das Bases de Dados:* (i) Montagem da base cartográfica através da organização de diversos planos de informações; (ii) Verificações da fiabilidade dos dados e calibração do sistema; (iii) Modelagem do banco de dados e Construção das análises urbanas por meio da Árvore de Decisões. *Fase II – Diagnóstico:* (i) Mapeamento Temático do meio físico, ambiental e antrópico; (ii) Identificação de conflitos, potenciais, riscos e prioridades de intervenção; (iii) Identificação de situações especiais que

caracterizam a cidade. *Fase III - Propostas de Intervenção:* (i) Zoneamento segundo diferentes variáveis ambientais; (ii) Elaboração de propostas de intervenção, manejo e restrições.

Todo o sistema de construção de análises territoriais e ambientais foi organizado no ArcGis. Após o tratamento e armazenamento de dados alfanuméricos, foram processadas as bases vetoriais. Inicialmente, foram armazenados os dados da categoria cadastral (hidrografia, rodovias, arruamento, etc.). Para a conferência dos dados de quadras e ruas, foram utilizadas as Imagens Ikonos 2004 e 2006. Foram também armazenadas informações relativas a curvas de nível e pontos cotados, na categoria MNT, visando à construção de representações topográficas. Em etapa posterior, foi testada a qualidade das informações topográficas obtidas pelo SRTM, chegando-se à conclusão de que elas atenderiam às aplicações necessárias.

### **Feições Socioeconômicas**

Os dados das feições socioeconômicas da região do projeto foram adquiridos em forma tabelas no site do IBGE referentes ao censo de 2000 e do Sistema Nacional de Indicadores Urbano (SNIU) do Ministério das Cidades, que trazem indicadores da caracterização municipal; demografia; perfil sócio-econômico da população; atividades econômicas; habitação; saneamento básico; transporte urbano; gestão urbana etc. Esses dados foram adquiridos através do software SNIU disponibilizado pelo Ministério das Cidades e exportados para o formato Microsoft Excel, para que fossem preparados para serem importados para o software ArcGis,

A base territorial utilizada para a análise dos dados censitários foi a nível de bairros, o que se justifica devido ao fato de que a população concentrada nos bairros da área urbana de Mossoró atinge mais de 85% da população total do município. O uso de dados desagregados facilita a análise de determinado local, produz parâmetros que direcionam o planejamento urbano para soluções administrativas inerentes às necessidades de uma área pré-determinada e fornece referências essenciais sobre a qualidade de vida dos cidadãos.

A base de dados sócio-econômicos foi digitada no software ArcGis e espacializados nos seguintes mapas: população total dos bairros da área urbana; percentual de analfabetos dos bairros da área urbana; renda média dos chefes de domicílios dos bairros da área urbana; distribuição de índice de qualidade de vida (IQV) por bairros da área urbana entre outros.

### **Feições Geoambientais**

As imagens orbitais IKONOS II (2004 e 2006) foram pré-processadas por técnicas de realce por contraste, melhorando-se a qualidade visual para a extração de informações, no intuito de gerar os mapas de vegetação, uso do solo, hidrografia, geologia, geomorfologia e pedologia. Após as imagens pré-processadas, foram confeccionados os principais mapas temáticos que constituem a base de dados do banco georreferenciado. Estes mapas foram gerados pela interpretação visual das imagens pelo método sistemático de fotointerpretação com base nos padrões fotográficos e apoiados por trabalhos de campo, que consistiram no reconhecimento visual da área de estudo, identificação, descrição e documentação dos problemas existentes na área do município, no intuito de ajudar no processo de interpretação das imagens.

### **Elaboração do Sistema de Informações**

Para a montagem do SIG foram definidos os objetivos principais para as análises destinadas ao planejamento urbano, e que poderiam ser atendidos nas caracterizações obtidas através da Árvore de Decisões. As principais questões colocadas foram definidas visando-se: (i) A distribuição da população, sobretudo em termos de faixas etárias, níveis de escolaridade e densidade de ocupação, (ii) A distribuição das áreas de risco ambiental à ocupação urbana,

(iii) As áreas mais bem servidas (e as mal servidas) de comércio, prestação de serviços e serviços de uso coletivo, (iv) Distribuição de infra-estrutura por bairros e na cidade, (v) Quais são as áreas mais propícias à expansão urbana, (vi) Quais são as áreas mais valorizadas do espaço urbano e quais são as áreas de maior valor cênico, (vii) Quais são áreas de maior interesse para o desenvolvimento do turismo, (viii) Analise das condições de saneamento e distribuição de riscos à saúde e (ix) Índices de qualidade de vida.

O SIG foi construído no software ArcGis permitindo armazenar os dados e melhorar resultados provenientes da análise geoestatística, e possibilitando uma visualização da modelagem ambiental para os aspectos amostrados. A análise do comportamento dos atributos é essencial para se conhecer, obter informações confiáveis da distribuição destas características. Posteriormente foi definido o sistema de tomada de decisão, onde cada componente identificado foi analisado individualmente e posteriormente num sistema integrado de layers.

## **Resultados e Discussões**

### **Levantamentos de uso do solo**

Da área total do município, a área urbana e solo exposto representam 12,23%, a pastagens e culturas 27,12%, a vegetação intermediária 17,37% e a vegetação nativa 43,28%. Sob a análise dos resultados avaliados através de imagens de satélite, pode-se constatar que o município encontra-se em processo de expansão da mancha urbana, bem como nas áreas de culturas e pastagens, podendo assim, comprometer futuramente as áreas de vegetação nativa e intermediária (vegetação em processo de recomposição natural) do município. Sob o aspecto do planejamento para o PD e em relação à legislação municipal, o mapeamento síntese dos usos dos recursos naturais indica que as áreas a serem preservadas do município em relação a sua área total são de 52,54% e as áreas a serem recuperadas são de 23,61%.

### **Mapa Hipsométrico**

O Mapa Hipsométrico foi criado a partir das curvas de nível da Carta topográfica Folha SB-24-X-D-I-1-2 MI-897-2 – Serra do Mel; escala 1:50.000; impressão 1990; elaborado pelo DSG (Departamento de Serviço Geográfico), Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações e o Mapa de Declividade, foi gerado a partir deste mapa, utilizando a ferramenta de geração de declividades do software ArcGis. Para auxílio na geração do modelo digital, foram utilizadas as informações para modelagem numérica de terreno obtidas a partir do tratamento das imagens SRTM.

### **Mapas de Infra-Estrutura**

Os mapas de Infra-Estrutura da mancha urbana foram gerados a partir de dados levantados na própria prefeitura e nos órgãos de energia e água/esgoto do município. Foram produzidas algumas análises temáticas, destacando-se aquelas com atenção especial nas informações relativas à presença e tipo de rede de água, luz e esgotamento sanitário, corredores urbanos, etc. A Classificação do Uso do Solo foi gerada a partir das imagens Ikonos de duas épocas diferentes. Essa classificação permitiu analisar a evolução da ocupação do território. As classes utilizadas foram: água, campo, mata, afloramento, solo exposto, plantio e área urbana.

### **Análise do Potencial de Expansão Urbana**

Para a construção desta análise, foram inicialmente comparados os mapas de representação das manchas urbanas do município em diferentes datas (1940 a 2000), com o objetivo de reconhecer o crescimento da ocupação urbana (Fig. 06) e definirem-se os vetores

de crescimento da mancha urbana (Fig. 05). Na seqüência, a mancha de crescimento foi comparada ao mapa de Potencial de Expansão Urbana, visando identificar e pré-visionar a localização das futuras áreas de ocupação, e o grau de adequabilidade do crescimento e estabelecer o zoneamento urbano nestas novas áreas. (Fig. 07).

A classificação do potencial de expansão urbana para todo o território municipal foi construída a partir da síntese de planos de informação por análise de multicritérios, construída com o uso da extensão Geoprocessing Wizard do ArcGis. Foi montada uma fórmula de média ponderada entre os mapas de Áreas de Proteção Permanente, Mapa de Declividades, Mapa de Distribuição de Infra-Estrutura de Água, Lixo e Esgoto e Classificação da Cobertura do Uso do Solo.

### **Considerações Finais**

O Diagnóstico Técnico produziu um conjunto de dados e informações referentes ao município de Mossoró e região, traduzido através de mapas cartográficos, mapas temáticos, gráficos, tabelas, imagens de satélite e fotografias. Para a estruturação final e redação do Plano Diretor, foram utilizados principalmente os mapas temáticos: Planta de Situação, Mapa Viário, Hidrografia, Evolução Urbana, Perímetro Urbano X Área Urbana, Declividades, Hipsometria, Crescimento Urbano, Áreas de Proteção Permanente, Potencial de Expansão Urbana, Uso do Solo Urbano, Potencial de Expansão Urbana e Áreas de Conflito da Expansão Urbana.

As informações foram entregues para a prefeitura um SIG, em cujo banco de dados se destaca as seguintes consultas e modelagens: (i) Zoneamento e Uso: Identifica locais com concentração de usos comerciais e serviços bem como a relação desses com a presença de edificações turísticas e, principalmente, com a ocupação em locais inadequados; (ii) Sistema de Esgotamento Sanitário: Identifica os bairros assistidos pelo sistema coletivo de tratamento de esgoto, sua capacidade e data de construção, permitindo o cruzamento deste com a densidade de ocupação, os usos existentes e dados sobre o Sistema de Abastecimento de Água; (iii) Mapa temporal de edificações: Identifica as épocas de construção em cada bairro, distinguindo as ocupações mais antigas ao longo das vias principais e as mais recente nos loteamentos e nas encostas, em trechos ainda pouco densos. Esta análise permite identificar as tendências mais recentes de ocupação de determinadas áreas e as áreas com maior probabilidade de renovação.

O uso do SIG permitiu a detecção e avaliação das incompatibilidades de uso e ocupação do solo em todas as áreas do município, principalmente nas áreas de conflito, avaliando e quantificando os principais agentes promotores destes conflitos e identificando as tendências futuras de ocupação e renovação. Estas análises forneceram uma importante base de dados, real e atualizada, que além de ser utilizada para embasar as formulações legislativas do PD Mossoró, permitirão futuramente que se faça um planejamento estratégico e ordenado do desenvolvimento municipal.

### **BIBLIOGRAFIA**

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha de Setor Censitário Urbano Digital do Distrito 2000** – Municípios do Brasil. CD-ROM.IBGE, 2004.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Ecosistemas do Rio Grande do Norte**, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MOSSORÓ. Site oficial. Disponível em: [www.prefeiturademossoro.com.br](http://www.prefeiturademossoro.com.br). Acessado: 20 de Junho 2008.

SERHID. Bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró. Disponível em <http://www.serhid.rn.gov.br>. Acesso em 03 de Junho de 2008.

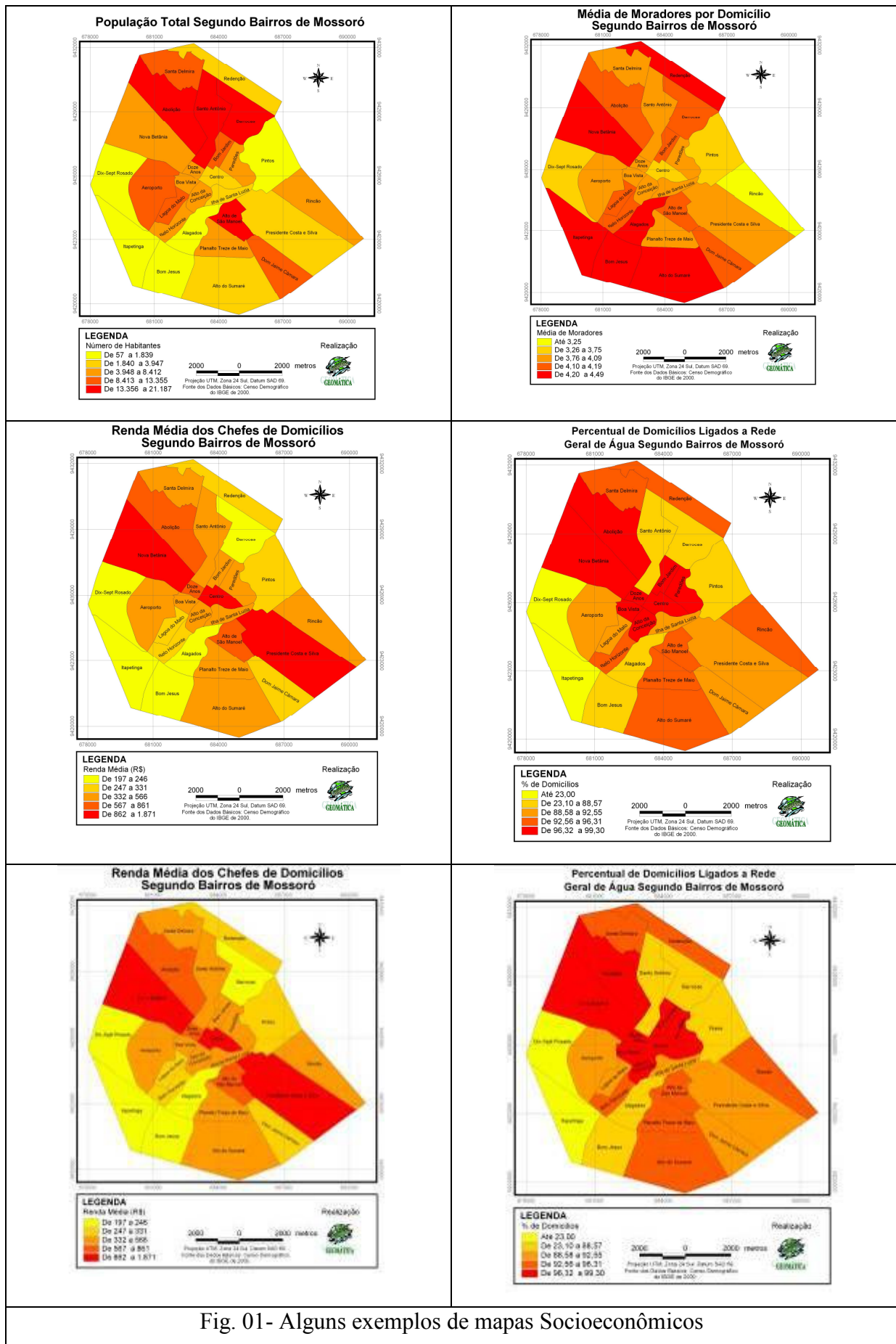


Fig. 01- Alguns exemplos de mapas Socioeconômicos

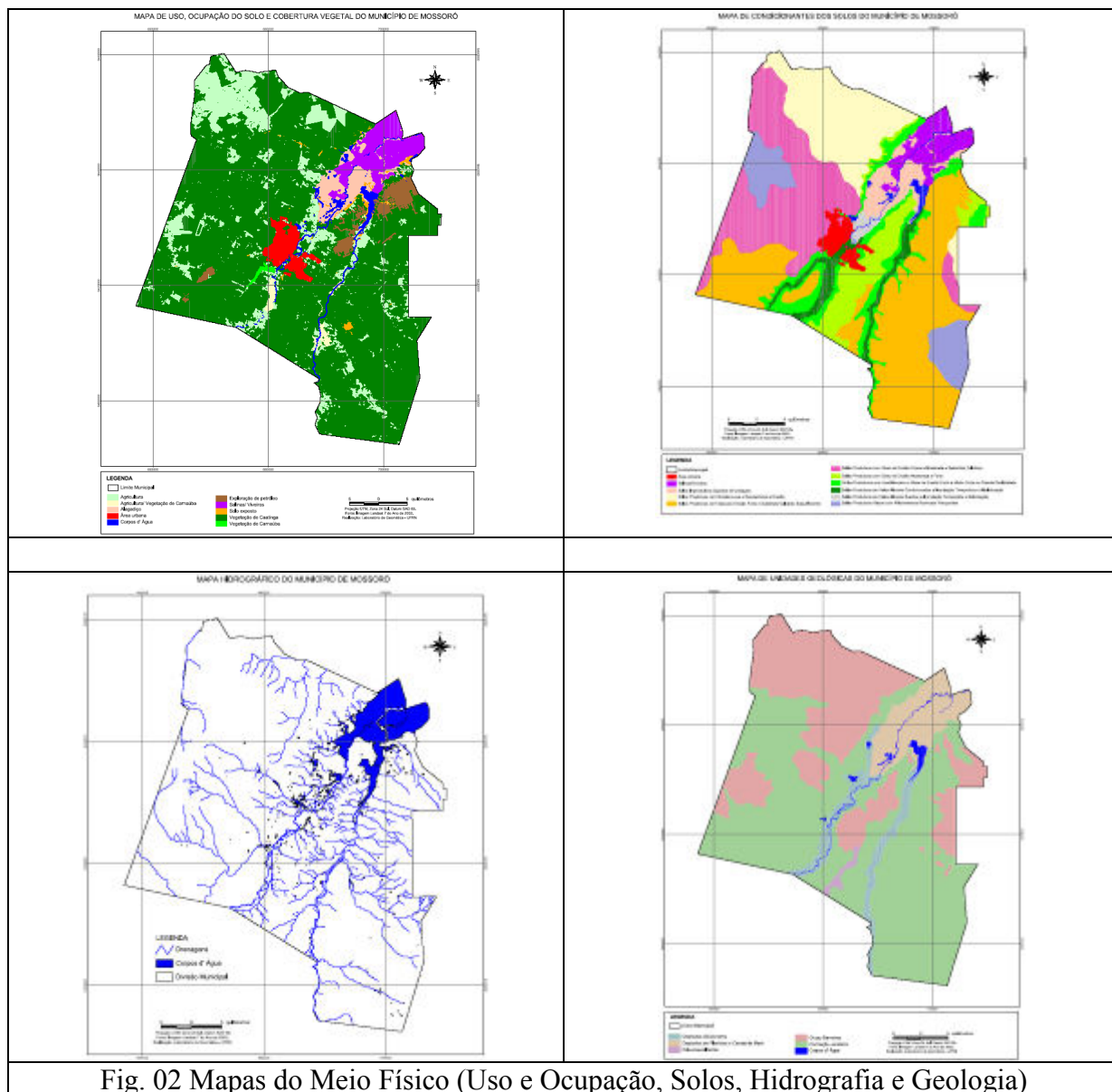


Fig. 02 Mapas do Meio Físico (Uso e Ocupação, Solos, Hidrografia e Geologia)

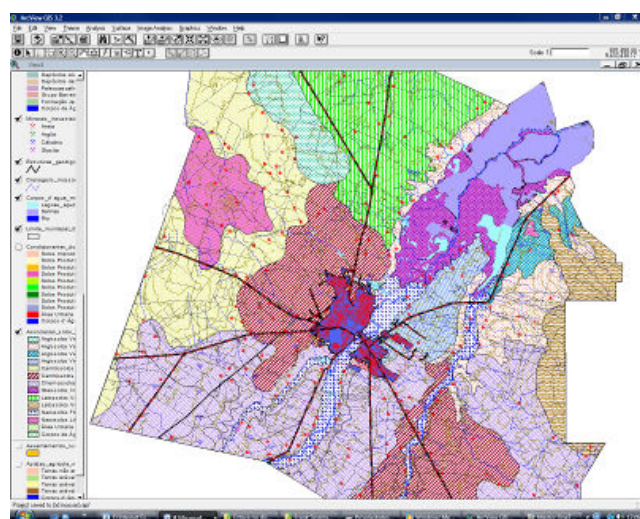


Fig. 03 – Aspecto Geral do SIG ARCGis do PD Mossoró

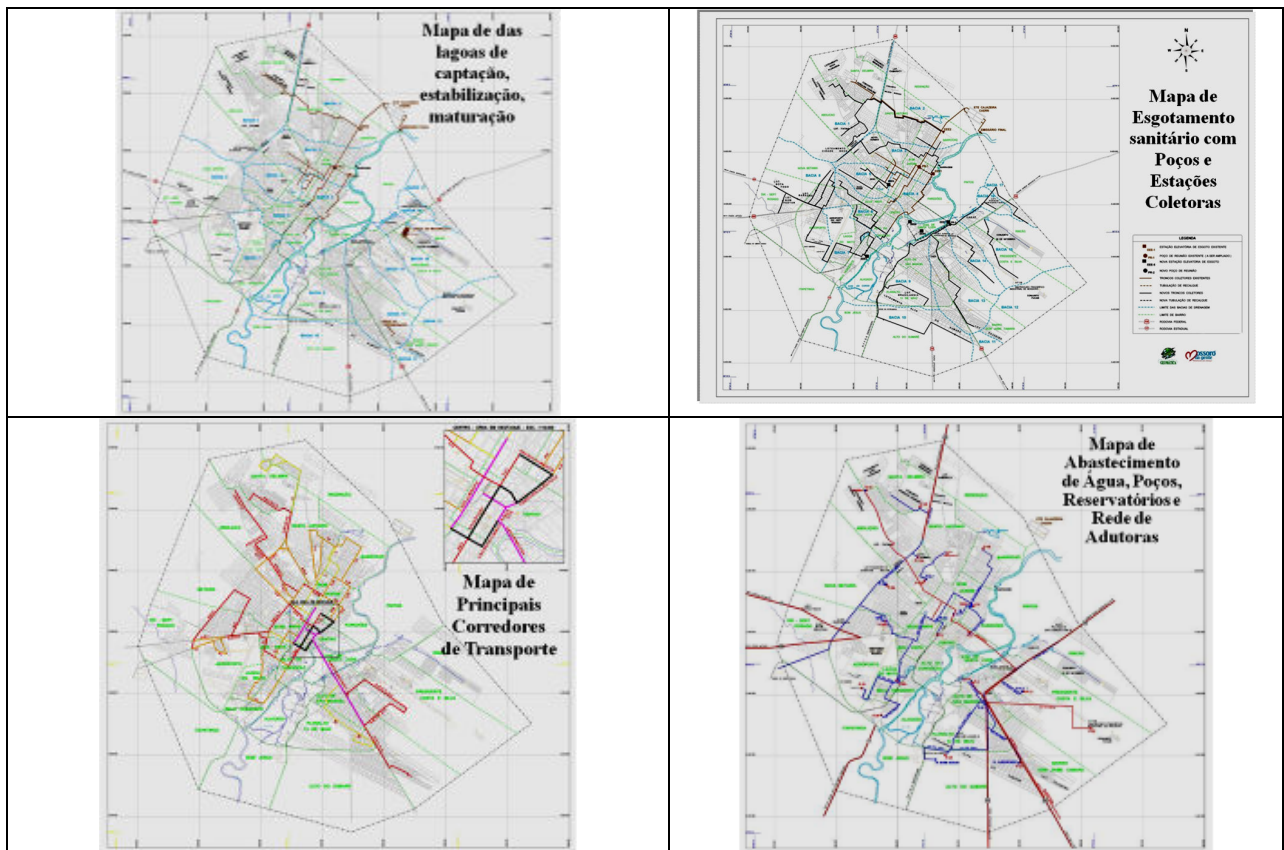


Fig. 04 Exemplos de Mapas da Infra-estrutura Urbana

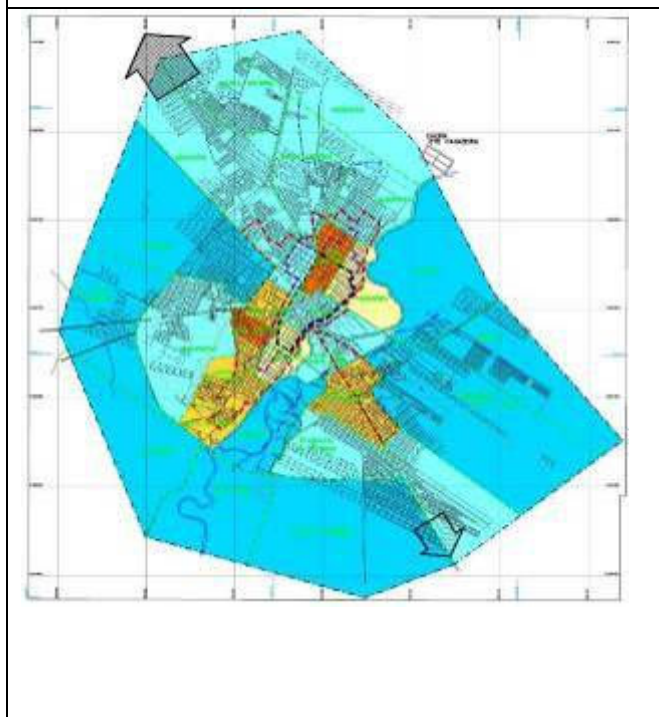


Fig. 05 – Eixos de Crescimento

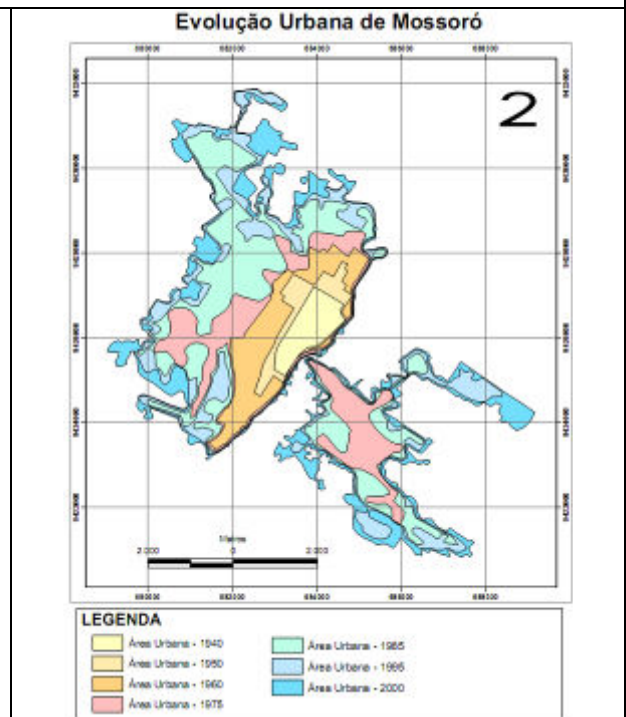


Fig. 06 – Evolução Urbana de 1940 a 2000

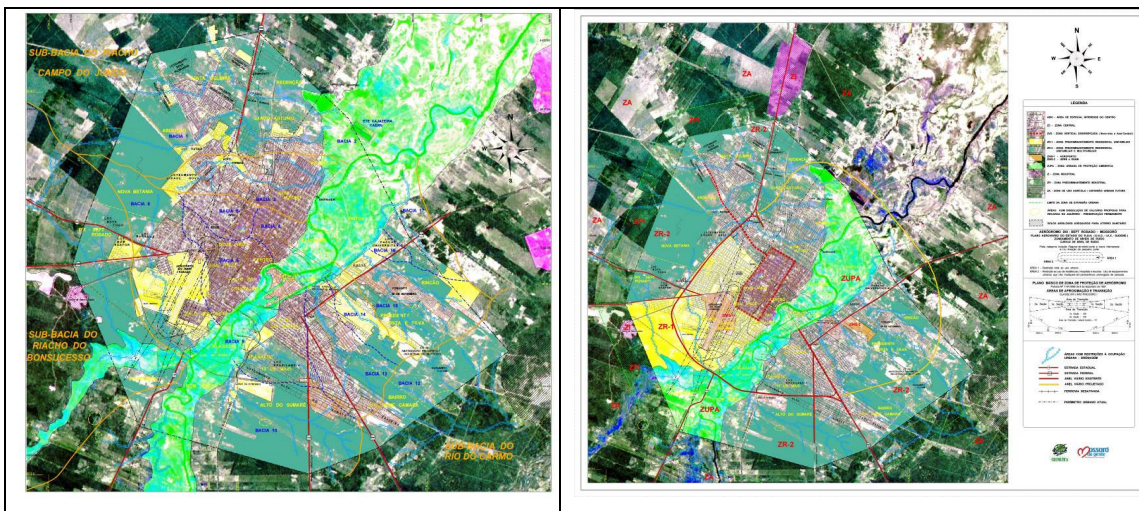


Fig. 07 – Avaliação da Potencialidade da Expansão Urbana e Zoneamento



Fig. 08 - Modelo Digital do Terreno (MDT) para o Município de Mossoró. No detalhe acima se pode visualizar a imagem Landsat acoplada a este MDT, com destaque para o estuário Rio Mossoró

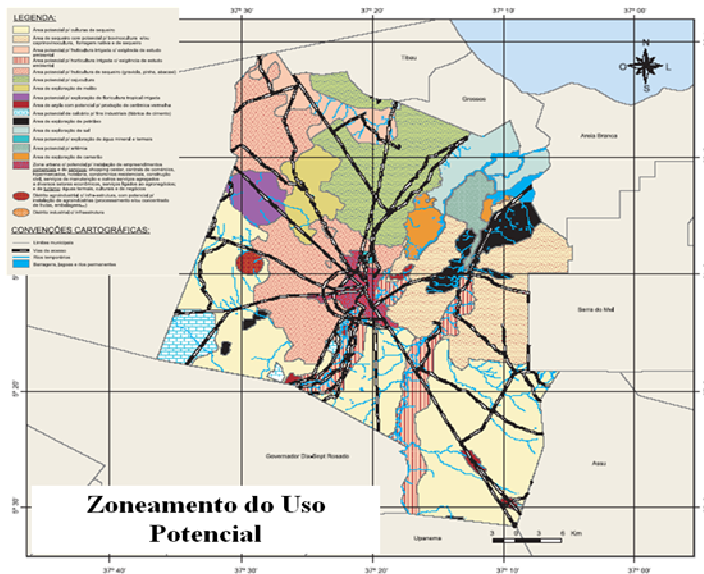
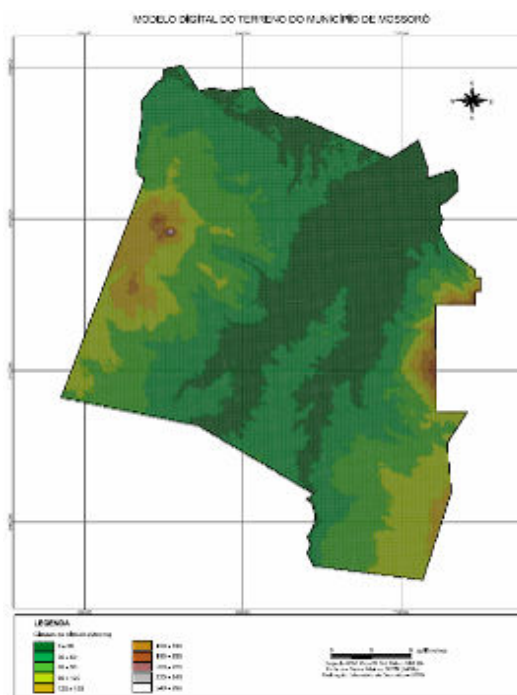


Fig. 09 – Mapa do Zoneamento Territorial proposto no PD Mossoró