

Zoneamento ambiental da Zona de Proteção Ambiental 05 de Natal/RN a partir do modelo digital do terreno

*Leonlene de Sousa Aguiar¹
Isailma da Silva Araújo²
Zuleide Maria Carvalho Lima³*

Resumo

A área de pesquisa deste trabalho é tratada legalmente enquanto uma Zona de Proteção Ambiental, definida como ZPA 05 – Região de Lagoinha, no Bairro de Ponta Negra, Município de Natal/RN. O objetivo da pesquisa foi a aplicação da ferramenta do Modelo Digital do Terreno (MDT) para identificar formas de relevo com restrição de uso na referida ZPA. A ferramenta foi utilizada a partir da técnica do *Triangulated Irregular Network* (TIN), que permitiu a visualização detalhada da morfologia da área de estudo, bem como a delimitação das feições homogêneas abrangidas pela legislação ambiental específica. Como resultado foi obtido o mapa de zoneamento ambiental da ZPA 05, contemplando duas importantes unidades do relevo, que foram os cordões dunares e as áreas sujeitas à alagamentos.

Palavras-chave: Zona de Proteção Ambiental; Modelo Digital do Terreno; Relevo.

Environmental zoning Area of Environmental Protection 05 of Natal/RN from digital terrain model

Abstract

The research area of this work is legally treated as a Zone of Environmental Protection, defined as ZPA 05 - Region Pond, in the district of Ponta Negra, the city of Natal / RN. The objective of the research was the application of the tool of the Digital Terrain Model (DTM) to identify landforms with restricted use in that ZPA. The tool was used from the technical *Triangulated Irregular Network* (TIN), which allowed detailed visualization of the morphology of the study area, as well as the delineation of homogeneous features covered by specific environmental legislation. The result was the zoning map environmental ZPA 05, comprising two major relief units, which were the strings of dunes and areas subject to flooding.

Key words: Zone Environmental Protection; Digital Terrain Model; Relief.

1 Geógrafo - Aluno do curso de Especialização em Geoprocessamento e Cartografia Digital – DGEO/UFRN.

2 Geógrafa - Aluno do curso de Especialização em Geoprocessamento e Cartografia Digital – DGEO/UFRN.

3 Docente do curso de Especialização em Geoprocessamento e Cartografia Digital – DGEO/UFRN

Introdução

O zoneamento ambiental é considerado uma ferramenta de planejamento integrado, que permite o ordenamento do uso racional dos recursos, a partir da análise dos processos naturais e serviços ambientais ecossistêmicos. O ordenamento territorial, e consequentemente dos recursos, faz-se necessário frente a intensificação dos processos de urbanização, por exemplo, e à escassez de recursos orçamentários destinados ao seu controle (IBAMA, 2013).

São várias as metodologias para se estabelecer um zoneamento ambiental, a depender do objetivo que se quer atingir. Para o planejamento ambiental de espaços urbanos comumente se observam feições geomorfológicas para compor um mapa de relevo, e a partir dele se estudar os processos que interagem com outros componentes da natureza, tal como solos, clima, vegetação, recursos hídricos e nível de ocupação humana. Pois, esse conjunto analisado concomitantemente, permite a identificação de espaços considerados mais ou menos frágeis a partir de possibilidade de riscos, naturais ou provocados.

A representação do relevo ou terreno é uma componente fundamental no processo cartográfico que, em formato digital, recebe o nome de Modelo Digital do Terreno (MDT) e consiste de um conjunto de dados que explicitam as coordenadas (X, Y, Z) do terreno e a forma como os mesmos estão relacionados (BARBOSA, 1999). Com o MDT, a diferenciação das formas de relevo tornam-se mais evidenciadas, permitindo a separação do terreno em zonas com diferentes feições, agrupando áreas homogêneas e distinguindo-as das demais, resultando em uma possibilidade de zoneamento ambiental, a depender dos critérios elegidos.

A criação de um Modelo Digital do Terreno, ou ainda o Modelo Numérico do Terreno - MNT (CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO, 2001), representando uma superfície real no computador, permite calcular diretamente volumes, áreas, perfis, gerar imagens sombreadas e gerar mapas de declividade.

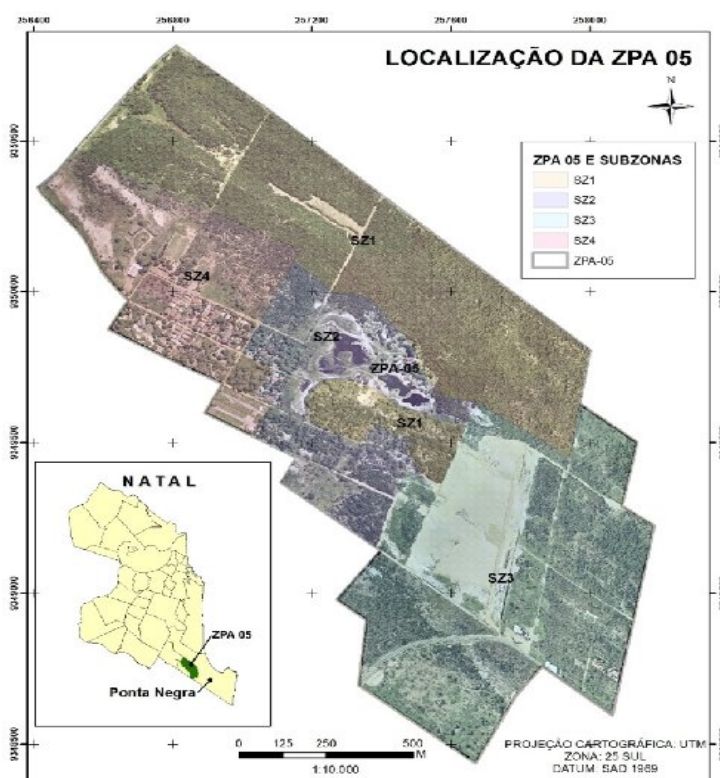
Dessa forma, a aplicação do MDT na Zona de Proteção Ambiental 05 (ZPA 5 - Lagoinha), inserida no Bairro de Ponta Negra, Município de Natal, no Estado do Rio Grande do Norte, permitiu a separação da área em zonas com relevos diferenciados, de acordo com os critérios de restrição ambiental estabelecido por normativa legal do Município.

A pesquisa teve como objetivo aplicar a ferramenta do Modelo Digital do Terreno para identificar formas de relevo com restrição de uso na Zona de Proteção Ambiental 05, de acordo com normativa específica, e com isto definir um zoneamento ambiental deste espaço.

Área de estudo

O município de Natal está localizado na Mesorregião Leste do Estado do Rio Grande do Norte, sendo também a capital do Estado. Nesta cidade, em sua zona administrativa sul, se situa o Bairro de Ponta Negra, localidade onde foi delimitado um espaço geográfico designado enquanto região de Lagoinha (Figura 1), cuja legislação ambiental do município trata esta área como uma Zona de Proteção Ambiental (ZPA 05).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Elaboração: Leonlene Aguiar, jul. 2013, a partir dos arquivos cedidos pela SEMURB.

As Zonas de Proteção Ambiental são espaços geográficos definidos pelo Plano Diretor de Natal (Lei municipal nº 082, de 21 de junho de 2007), que por suas

características físicas, restringem o uso e ocupação do solo, visando à proteção, manutenção e recuperação dos aspectos ambientais, ecológicos e paisagísticos.

Dentre as diversas Zonas de Proteção Ambiental (ZPA) existentes em Natal, este estudo foca sua análise na ZPA 05, que teve seu espaço definido em decorrência de seu ecossistema de dunas fixas e lagoas no Bairro de Ponta Negra (região de Lagoinha), contemplando uma área de 191 hectares. As especificações sobre as possibilidades de uso e restrições na ZPA 05, foram definidas em regulamento legal, a Lei municipal nº 5.565, de 21 de junho de 2004.

Para Amaral *et al.* (2005), a região de Lagoinha constitui uma área conservada em seus aspectos morfológicos e de cobertura do solo, em meio ao Campo de Dunas Pirangi-Potengi. No local há registros de feições naturais relacionadas ao que restou de um extenso campo de dunas e uma área marcada pelo sistema aquífero Dunas-Barreiras, um manancial de águas subterrâneas, em que o complexo de dunas fixas compõe a principal área de recarga desse sistema.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento desta pesquisa envolveu algumas etapas fundamentais, para que fosse atingido o seu objetivo. As etapas realizadas foram: a) levantamento bibliográfico, b) levantamento de base cartográfica, c) elaboração do MDT, d) vetorização das zonas homogêneas do relevo, e) reconhecimento de campo com conferência de informações, e, f) definição do zoneamento ambiental da ZPA 05, sendo detalhado cada procedimento na sequência.

a) Levantamento bibliográfico

A primeira etapa da pesquisa consistiu no levantamento dos principais estudos que já foram desenvolvidos para a área objeto de estudo, a ZPA 05 de Natal.

Realizado o levantamento, foram selecionadas somente aquelas produções entendidas como essenciais para a caracterização da área de estudo e que de alguma forma trouxessem contribuições para o desenvolvimento do objetivo proposto nesta pesquisa.

b) Levantamento de base cartográfica

A segunda etapa consistiu no levantamento das informações cartográficas disponíveis para a localidade e que tornasse exequível a realização do Modelo Digital do Terreno.

Junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), foram obtidas as seguintes informações digitais georreferenciadas: limite geográfico da ZPA 05 com suas diversas subzonas previstas legalmente, curvas de nível topográficas contendo informações a cada metro para o terreno em relação ao nível do mar, ortofotocartas coloridas do ano de 2006 para a região de Lagoinha, limites geográficos de bairros e da cidade de Natal.

Todos os arquivos cartográficos digitais foram cedidos no formato SHP (*shapefile*), e a ortofotocarta no formato TIFF (*Tagged Image File Format*). Para contemplar a análise em toda a ZPA 05, a escala de trabalho adotada foi de 1:10.000 (lê-se: um pra dez mil).

c) Elaboração do MDT

O termo Modelo Numérico de Terreno (ou MNT) é utilizado para denotar a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço. Um MNT pode ser definido como um modelo matemático que reproduz uma superfície real a partir de algoritmos e de um conjunto de pontos (x, y), em um referencial qualquer, com atributos denotados de z, que descrevem a variação contínua da superfície (CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO, 2001).

Quando x e y estão relacionados as coordenadas geográficas de uma área, e quando z está associado a altimetria dela, o modelo computacional criado a partir dessas informações reais da superfície, permitem criar o que se conhece por Modelo Digital do Terreno (MDT), que consiste na representação digital da forma da superfície terrestre (CRUZ, 2007).

Para se criar o MDT, se faz necessária a obtenção das cotas topográficas de uma superfície, bem como das coordenadas geográficas de cada cota. Sendo também passível de utilização as curvas topográficas georreferenciadas.

Como para esta pesquisa foram obtidos todos os arquivos digitais contendo as curvas de nível e os limites da ZPA 05, passou-se diretamente para a etapa de tratamento dos dados digitais no computador.

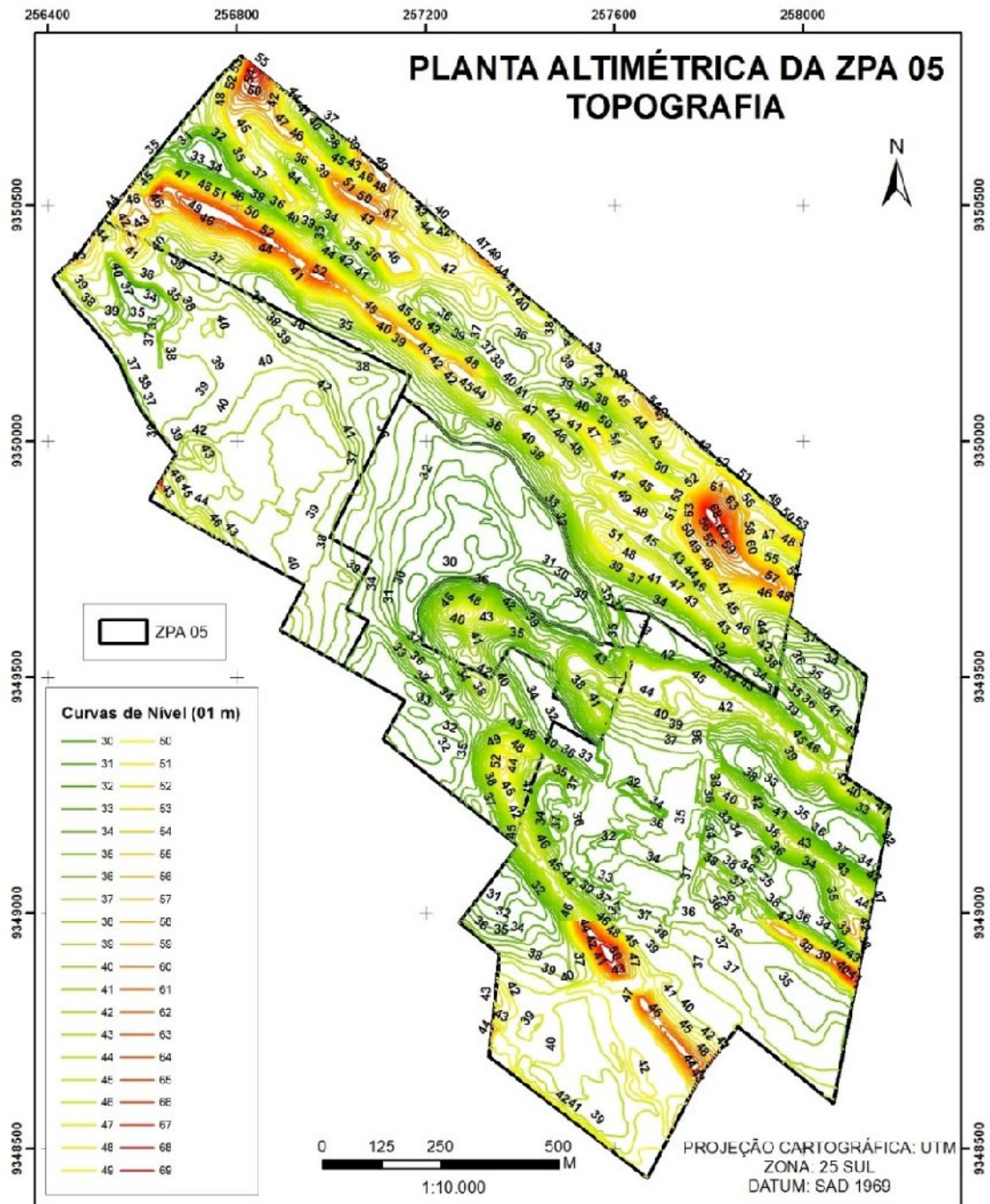
No computador, foi utilizado o programa de Sistema de Informação Geográfica da empresa ESRI, especificamente o ArcMAP (da série ArcGIS), em sua versão 10.1.

O ArcMAP permitiu a importação da planta topográfica altimétrica, onde as curvas de nível (isolinhas) disponíveis para o local continham informações do terreno de metro em metro, onde o número para cada curva representa a altitude dela em relação ao nível do mar (Figura 2). A planta topográfica foi projetada para a ZPA 05, já georreferenciados os limites e as isolinhas, de maneira que foram conferidas as informações com o disposto na realidade da ortofotocarta do ano de 2006 disponível para a localidade.

A geração do MDT utilizado foi a interpolação por triangulação com o uso da técnica *Triangulated Irregular Network* (TIN), que consiste numa estrutura em que pontos cotados com distribuição irregular (ou regular) são conectados por uma rede de arestas que formam triângulos não sobrepostos e entre eles os valores são interpolados linearmente, criando uma malha que vislumbra a morfologia da superfície.

Com esta técnica não ocorre extrapolação, e as estimativas limitam-se as áreas resultantes da soma das áreas dos triângulos. Os pontos são conectados de acordo com a triangulação de Delaunay, a qual usa o critério da maximização dos ângulos mínimos de cada triângulo. Assim, a malha final contém triângulos o mais próximo possível de equiláteros, evitando-se a criação de triângulos com ângulos internos muito agudos (MATOS, 2005).

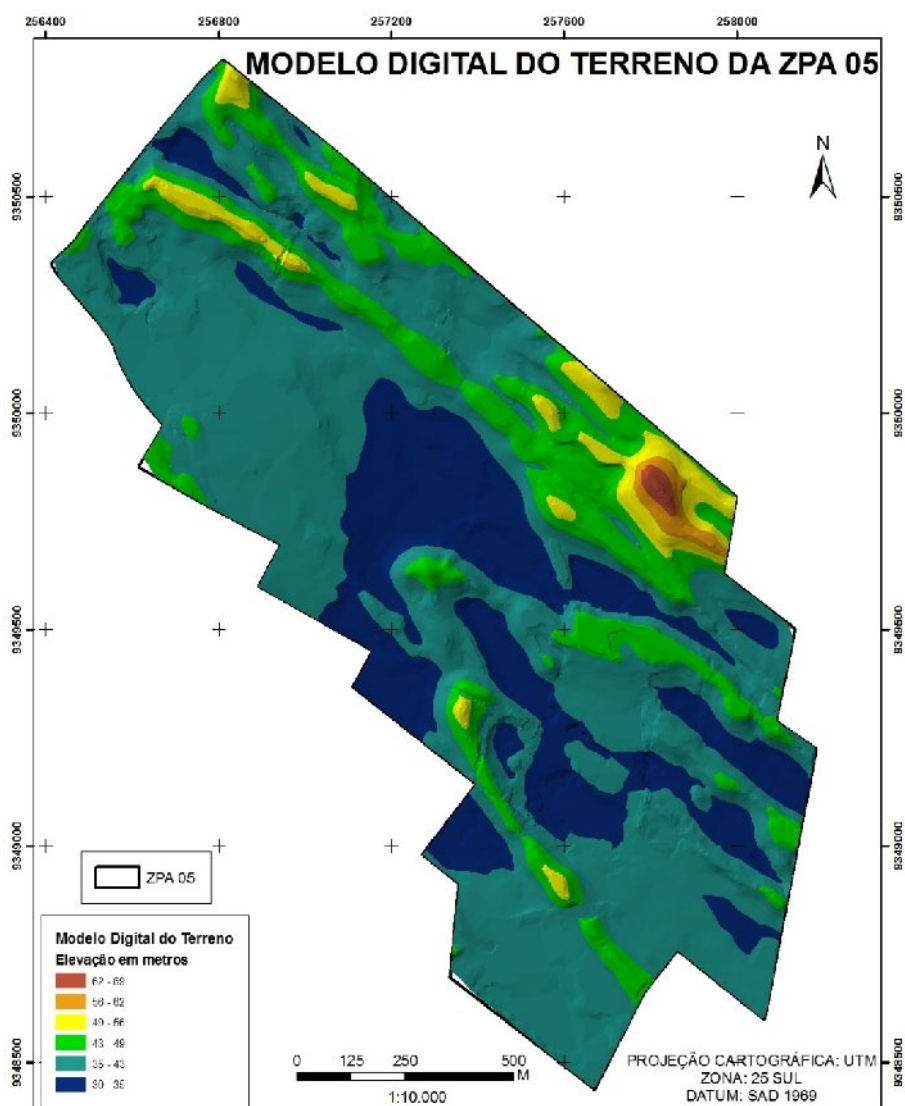
Figura 2: Altimetria da ZPA 05.



Elaboração: Leonlene Aguiar, jul. 2013, a partir dos dados oficiais cedidos pela SEMURB.

Com a aplicação do TIN, foi obtido o MDT da ZPA 05, permitindo uma análise detalhada na escala 1:10.000, a partir das formas de relevo que ficaram explicitamente demonstradas em mapa (Figura 3).

Figura 3. MDT da área de estudo.



Elaboração: Leonlene Aguiar, jul. 2013, a partir dos dados oficiais cedidos pela SEMURB.

Destaque em relação ao MDT da ZPA 05, se faz quanto as cores da imagem. A altimetria da área fica representada através das cores da legenda, onde as cores azuis correspondem aos terrenos mais baixos da superfície local, inclusive com locais sujeitos à alagamentos, enquanto as cores verde, amarelo, laranja e vermelho, são altitudes que se elevam respectivamente e de forma gradual até os pontos mais elevados do terreno, representando áreas de dunas fixas.

d) Vetorização das zonas homogêneas do relevo

Diante do MDT, no próprio programa ArcMAP, foi possível a delimitação das zonas consideradas homogêneas, ou seja, através do método de vetorização, na escala 1:10.000, manualmente foram desenhadas as projeções dos limites de cada compartimento do relevo que apresentaram as características de formas mais aproximadas.

Foi possível através do procedimento descrito, a separação das áreas consideradas dunas fixas, e os espaços mais baixos do terreno, sujeitos à alagamentos. Todos eles previstos na lei que regulamenta a ZPA 05. Após a vetorização de todos os espaços da ZPA, foi realizada análise interpretativa das delimitações com as curvas de nível existentes, com a ortofotocarta da área e ainda com fotografias aéreas oblíquas (Figura 4), para efeitos de correção e análise do grau de confiabilidade das informações.

Figura 4: Fotografia oblíqua da porção sudeste da ZPA 05.



Foto: Cedido pela Diagonal/Rossi, 2010.

e) Reconhecimento de campo com conferência de informações

Com o apoio dos mapas gerados, principalmente o MDT da ZPA 05, foi realizada a visita até a área de estudo para a confirmação das informações (Figura 5).

Portando de um GPS Garmin Etrex HCx, foram conferidas as coordenadas geográficas de alguns pontos previamente escolhidos para investigação, para confirmar a

aproximação do MDT resultante, com a superfície real de fato existente, encontrando resultado satisfatório.

Figura 5: Fotografia obtida no terreno quando da realização de campo para conferência das formas de relevo em comparação ao MDT.



Foto: Leonlene Aguiar, abr. 2013.

f) Definição do zoneamento ambiental da ZPA 05

Para o estabelecimento do zoneamento ambiental nesta pesquisa, os critérios selecionados foram as formas de relevo existentes na área e interpretados através do MDT gerado para a área de estudo.

Assim, a definição das zonas foram elegidas a partir de um critério geomorfológico contemplado na legislação específica dessa Zona de Proteção Ambiental, através da Lei municipal nº 5.565/2004.

De acordo com esta lei, que regulamenta a ZPA 05 e suas subzonas, o maior cuidado em termos restritivos, ocorre para os cordões de dunas nas diversas subzonas (Figura 6), bem como o impedimento de ocupação em áreas que apresentem cotas de relevo inferiores a altitude de 35 metros, consideradas sujeitas à alagamentos (Figura 7). Os casos em que pode haver intervenção nesses locais são mínimos e precedidos de licenciamentos e recomendações, no intuito de protegê-los o máximo possível.

Figura 6: Dunas identificadas na ZPA 05 a partir do MDT.

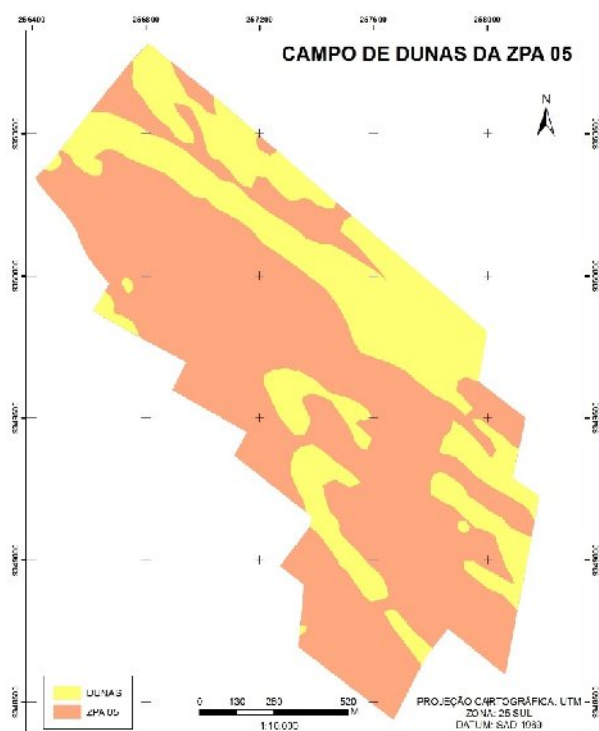
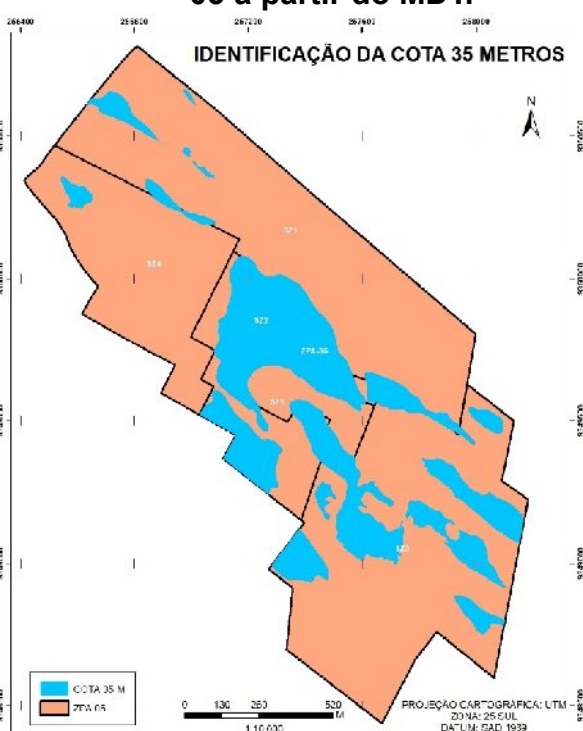


Figura 7: Áreas sujeitas a alagamentos identificadas na ZPA 05 a partir do MDT.



Elaboração: Leonlene Aguiar, jul. 2013.

Por essas características, e pelo fato do MDT permitir a identificação de tais morfologias da superfície, foram escolhidos os critérios para definir um possível zoneamento ambiental para a ZPA 05. Destaca-se que o restante do terreno, não enquadrado enquanto duna ou área alagadiça, devem ser tratadas como morfologias associadas a tabuleiros costeiros, mesmo que apresentem recobrimento arenoso eólico sem formas definidas, geralmente planas.

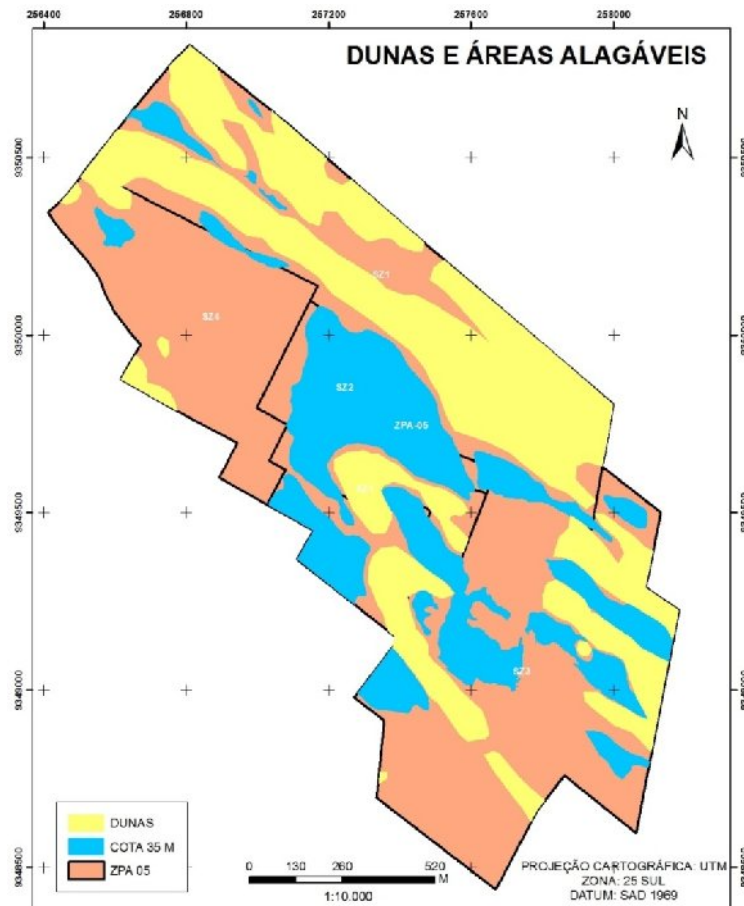
Reserva-se comentar que a análise considerando a legislação incidente e os limites geográficos da ZPA 05, foram a partir da Lei municipal nº 5.565/2004, e não a denominada Lei Pio Marinheiro.

Discussão dos resultados

De acordo o zoneamento ambiental realizado a partir do MDT e com base na legislação incidente observada, as duas principais áreas de relevo que apresentam restrição de uso, foram as dunas e as áreas consideradas sujeitas à alagamentos, abaixo da cota 35 metros (Figura 8).

As áreas mapeadas não enquadradas enquanto dunas ou sujeitas à alagamentos (cota 35 metros), devem ser compreendidas como pertencentes a geomorfologia dos tabuleiros costeiros.

Figura 8: Zoneamento ambiental da ZPA 05, identificando espaços com restrição de uso: dunas e áreas sujeitas à alagamentos; gerada a partir da ferramenta MDT e da diretriz legal.



Elaboração: Leonlene Aguiar, jul. 2013.

As dunas

Para Guerra e Guerra (2006, p. 215), geomorfologicamente as dunas são “montes de areia móveis, depositados pela ação do vento dominante. A movimentação dos grãos de quartzo é constante, devido à ação do vento”.

Apesar de ser destacada a importância da movimentação de sedimentos em dunas, no caso de Natal, verifica-se a presença de dunas antigas que foram fixadas naturalmente pela vegetação. Araújo (2006), classifica as dunas dessa área enquanto parabólicas longitudinais do tipo grampo de cabelo. São dunas em formato de “U” ou “V”

em planta, com os braços voltados na direção contrária ao vento predominante, e alongadas paralelamente na direção dele.

As áreas sujeitas à alagamentos – cota inferior à 35 metros

Os tabuleiros costeiros também são conhecidos como platôs sedimentares do terciário. Nunes (2006, p. 30), descreve esse relevo como sendo predominantemente plano com suaves ondulações, apresentando pequenas declividades entre 0 a 5%, que podem tornar-se mais acentuados próximos aos canais de drenagem.

Os tabuleiros da área de estudo são alterados em sua forma, devido à sobreposição dos depósitos sedimentares eólicos, que constituem em alguns momentos, ondulações no terreno e mesmo a formação de dunas.

No contexto dos tabuleiros costeiros, e nas áreas interdunares, são identificados espaços sujeitos à alagamentos, e que na região, segundo Medeiros (2001), ocorrem em espaços próximos a cota 32 metros, tendo sido incorporado pela lei da ZPA 05, a cota 35 metros como referência para aplicar-se as restrições ambientais.

De acordo com Medeiros (*op. cit.*), o ecossistema lacustre de Lagoinha na ZPA 05 (áreas sujeitas aos alagamentos com tendência a formação de lagoas), é encontrado entre flancos de dunas, com cotas inferiores a 32 metros, que favorecem o afloramento do aquífero. Geralmente apresentam uma topografia plana a suavemente ondulada, onde se observam em alguns locais, o afloramento das águas e algumas lagoas intermitentes, ambas também alimentadas pelas águas pluviais.

Conclusão

As características do meio físico da ZPA 05 contribuem no processo de recarga do aquífero subterrâneo de parte da Zona Sul de Natal, que se utiliza de águas subterrâneas explotadas por meio de poços, apresentando ainda uma paisagem com reduzido nível de ocupação e receptora de sistemas de drenagem das águas pluviais.

A aplicação do MDT, e a posterior vetorização das formas de relevo, permitiu a identificação de unidades geomorfológicas importantes frente a legislação municipal que respalda o ordenamento territorial a partir da imposição de restrições ambientais para alguns espaços.

O nível de confiabilidade das informações resultantes foi considerado satisfatório, quando comparado o MDT e zonas criadas com a planta topográfica altimétrica do local, bem como quando conferidas as unidades pelo reconhecimento de campo.

Referências

AMARAL, Ricardo Farias do; DINIZ FILHO, José Braz; FONSECA, Vanildo P. **Análise dos Aspectos Geoambientais da Cidade do Natal, com Ênfase a Região de Lagoinha (ZPA 05)**. Natal, 2005.

ARAÚJO, Verônica Dantas de. **Caracterização geológica tridimensional e monitoramento de dunas no litoral oriental do Rio Grande do Norte**. Natal, RN: UFRN, 2006. (dissertação de mestrado).

BARBOSA, Ricardo Luis. **Geração de modelo digital do terreno por aproximações sucessivas utilizando câmeras digitais de pequeno formato**. Presidente Prudente, FCT/UNESP, 1999.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução a ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CRUZ, Igor Silva. **Mapeamento geoambiental do campo de dunas Pirangi-Potengi com ênfase a San Vale e Lagoinha – Natal/RN: um instrumento de apoio ao planejamento ambiental**. Natal/RN: UFRN, Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária, 2007. (dissertação de mestrado).

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Naturais Renováveis. **Zoneamento Ambiental**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/zoneamento-ambiental>>. Acesso em: Julho de 2013.

MATOS, Ana Cristina de Oliveira Cancoro de. **Implementação de MDT para aplicações na área de geodésia e geofísica na América do Sul**. São Paulo: USP – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, 2005. (tese de doutorado).

MEDEIROS, Tasia Hortêncio L. **Evolução geomorfológica, (des)caracterização e formas de uso das lagoas da cidade do Natal-RN**. Natal/RN: UFRN – Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, 2001.

NUNES, Elias. **Geografia Física do Rio Grande do Norte**. Natal: Imagem Gráfica, 2006.

Recebido em maio de 2014.

Publicado em junho de 2014.