

EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO CAMPO DE DUNAS DO MORRO SANTA TEREZINHA, FORTALEZA/CE

Franklin de Andrade CARNEIRO¹, Sônia Maria Silva VASCONCELOS¹; César Ulisses Vieira VERÍSSIMO¹, Carla Maria Salgado Vidal SILVA²

(1) Programa de Pós-Graduação em Geologia / Centro de Ciências / Universidade Federal do Ceará. Campus Universitário do Pici - Bloco 912, CEP 60455-760 - Fortaleza – CE. Endereço eletrônico:

frngeo@yahoo.com.br; smaria@ufc.br; verissimo@ufc.br

(2) Departamento de Física / Centro de Ciências / Universidade Federal do Ceará. Cx Postal 6030 - Fortaleza/CE. Endereço eletrônico: carla@fisica.ufc.br

Introdução

Caracterização da área de estudo

Aspectos Geoambientais

Material e métodos

Histórico da ocupação urbana da comunidade do morro Santa Terezinha

Resultados

 Evolução multitemporal do uso e ocupação do morro Santa Terezinha

 Morfometria do relevo e fatores condicionantes dos deslizamentos de terra

Conclusões

Agradecimentos

Referências Bibliográficas

RESUMO - A forma como se desenvolveu a expansão urbana de Fortaleza não levou em consideração qualquer medida de proteção e preservação dos ambientes costeiros, gerando vários impactos de ordem ambiental. A área de estudo está localizada na costa leste do Município de Fortaleza, assentada sobre depósitos de dunas/paleodunas. O objetivo deste trabalho foi analisar a evolução do uso e ocupação no campo de dunas do morro de Santa Terezinha, considerando suas características geoambientais. Foram adquiridas ortofotocartas e base planialtimétrica na escala de 1:5.000, para análise da taxa de urbanização e elaboração do modelo digital do terreno e mapa de declividade. O tratamento estatístico dos dados e sua representação através de gráficos permitiram a determinação da taxa de ocupação da área. Os resultados mostraram que a área antropizada em 2008 representou 238,4 hectares (76%) da área total. Na avaliação dinâmica do relevo a área foi compartimentada em setores passíveis e impróprios a ocupação urbana, considerando a declividade das encostas e os processos físicos dominantes. Os setores situados entre as vertentes íngremes e o topo dos morros correspondem aos mais suscetíveis a instabilização e impróprios à ocupação urbana. Conclui-se ainda que grande parte do morro de Santa Terezinha possui áreas geotecnicaamente instáveis, inadequadas a urbanização, que requerem um melhor planejamento do uso e ocupação.

Palavras-chave: Dunas, uso e ocupação, deslizamentos, morro Santa Terezinha.

ABSTRACT - Urban growth of Fortaleza happened without taking into account any measures of protection and preservation of coastal environments, thus several impacts on the environment occurred. The study area is located on dunes and paleodunes on the east coast of the city of Fortaleza. The aim of this study is to analyze the evolution of land use and occupation in the Santa Terezinha dune field considering geo-environmental characteristics. Orthophoto maps and a planialtimetric base on a scale of 1:5.000 were used for analysis of the

rate of urbanization and the development of the digital terrain model and a map of declivity. The statistical data and their representation through graphs allowed the determination of the rate of occupation. The results showed that the anthropized area in 2008 accounted for 238.4 hectares, 76% of the total area. In dynamic analysis of the relief, the area was divided into sections suitable and unsuitable for urban settlement, considering the steepness of the slopes and the dominant physical processes. The sectors located between the steep slopes and the tops of hills are those most susceptible to instability and inappropriate urban occupation. We also concluded that a great part of the Santa Terezinha hill has geotechnically unstable areas, inadequate urbanization and requiring better planning of land use and occupation.

Keywords: Dunes, use and occupation, landslides, Santa Terezinha hill

INTRODUÇÃO

Sabemos que tradicionalmente os adensamentos urbanos e as cidades litorâneas do nordeste brasileiro foram edificadas sobre dunas e paleodunas, os quais são geologicamente vulneráveis aos processos de erosão. A cidade de Fortaleza sofreu um crescimento urbano acelerado nas últimas décadas, sem que houvesse controle e ordenamento dos núcleos residenciais sobre esses ecossistemas. A ocupação indiscriminada constituiu obstáculo à movimentação constante das areias, interrompendo o ciclo natural de deposição e transporte eólico.

Do ponto de vista natural, a região deixou de ser uma planície litorânea bordejada por amplas faixas de praias, campo de dunas e estuários com manguezais para se transformar em espaços impermeabilizados, ocupados por arruamentos e edifícios.

Constata-se, através de registros históricos, que a expansão urbana sobre os depósitos de dunas do morro Santa Terezinha vem crescendo cada vez mais, e de uma forma desordenada, gerando sérios problemas de ordem ambiental, social e econômica.

O rápido crescimento demográfico nas últimas décadas vem refletindo nas condições de vida de sua população, sobretudo quanto à moradia, abastecimento de água e saneamento básico. As intensas invasões desde a década de 1980 resultaram na transformação do espaço, constituindo uma área de risco à moradia pela alta densidade populacional (1.763 famílias), conforme os dados da Defesa Civil/Prefeitura Municipal de Fortaleza (2007).

Soma-se a isso o fato de grande parte das habitações terem sido construídas pelos próprios moradores, sem qualquer técnica, e a instabilidade e fragilidade do ambiente dunar, o que vem revelando, a cada ano, um aumento dos fenômenos de deslizamentos de encostas e de pontos de erosão e assoreamento.

O objetivo deste estudo foi analisar a evolução do uso e ocupação do solo no campo de dunas do morro Santa Terezinha, considerando suas características geoambientais. Objetiva-se também gerar informações sistematizadas na área da geologia ambiental, contribuindo para a gestão do uso e ocupação deste e de outros campos de dunas presentes na região costeira da cidade de Fortaleza.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área estudada está localizada na costa leste do município de Fortaleza e abrange extensão de aproximadamente 3,14 km², compreendendo o bairro Vicente Pinzon e algumas porções do

bairro Cais do Porto (Figura 1), delimitada por um retângulo com vértices posicionados nos pontos de coordenadas UTM: 557.750 m E, 9.587.350 m N, e 559.650 m E, 9.589.000 m N.

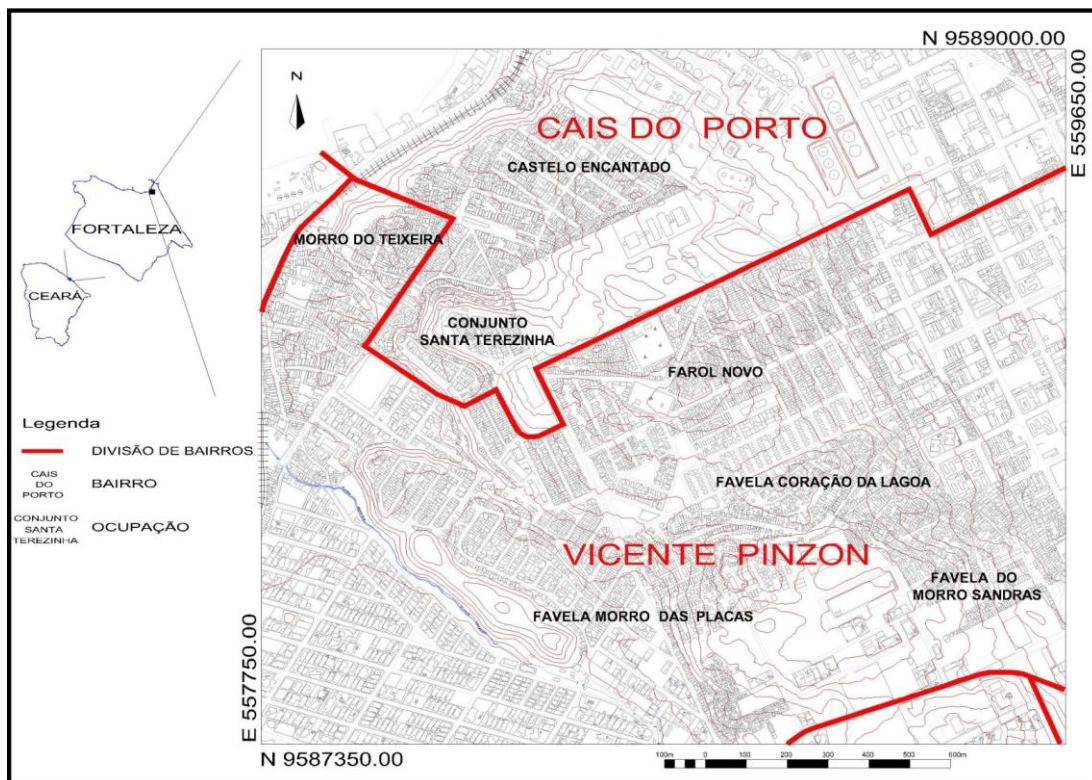


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

O município de Fortaleza apresenta clima do tipo Aw'- tropical chuvoso quente-úmido, com amplitude térmica média de 26,9 °C e dois períodos distintos, o chuvoso e o de estiagem (Koppen, 1948).

Conforme os dados fornecidos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2008), nos últimos 35 anos (1974 a 2008), os valores médios da pluviometria mensal variaram entre o mínimo de 11,2 mm em novembro e o máximo de 360,3 mm em abril, e indicam que os meses de maiores precipitações variam de fevereiro a junho. Nos demais meses, as precipitações são escassas, com chuvas irregulares.

A temperatura média de Fortaleza situa-se na faixa de 27,5 °C (máxima) a 26,0 °C (mínima), com tendência a aumentar no segundo semestre do ano, sendo mais elevada nos meses de novembro e dezembro.

Na zona litorânea, a taxa média de evaporação fica em torno de 2.300 mm/ano, enquanto nas áreas mais interiores alcança valores de 2.800 mm/ano. Não obstante, em períodos de seca a taxa de evaporação máxima é da ordem de 3.300 mm/ano (Brandão, 1995).

A compartimentação geomorfológica da área estudada é composta pela unidade geoambiental da planície litorânea, a qual pode ser subdividida nas geofácies da faixa praial, dos campos de dunas eólicas e das planícies fluviais e flúvio-marinhas (Ribeiro, 2001).

A faixa leste de Fortaleza antes da década de 1940 não era urbanizada e caracterizava-se pelo grande aporte sedimentar do rio Cocó e por deriva litorânea atuante, mantendo um perfil praial dissipativo com a planície costeira e apresentando uma extensão aproximadamente de 8km da Ponta do Mucuripe ao Rio Cocó (Claudino Sales, 1993).

A formação das dunas no litoral é decorrente da atuação ou presença de alguns fatores, tais como a ocorrência de depósitos arenosos de praias e da Formação Barreiras, intensidade e persistência dos ventos alísios, existência de topografia plana e extensa planície litorânea, além da ocorrência de pequenos obstáculos tais como cobertura vegetal litorânea junto aos quais a areia se acumula (Fechine, 2007). O regime eólico é controlado pelos ventos alísios, que atingem o litoral fortalezense vindos do quadrante leste. No primeiro semestre do ano,

dominam os alísios de NE, que se deslocam com velocidade de 4m/s em média; no segundo semestre, com velocidade média de 7 m/s destacam-se os alísios de SE (Claudino Sales, 1993; Maia, 1998). O ano todo também ocorre a penetração de alísios de E.

Os sedimentos que constituem as dunas foram fruto da ação fluvial que os transportaram até o oceano que, pelos efeitos da deriva

litorânea, foram depositados na praia e, posteriormente, deslocados pelo vento para a pós-praia onde se acumularam em forma de dunas (Meireles, 2011). A remobilização das areias pelo vento definiu a gênese de corpos dunares com cotas que superaram os 60m acima do nível do mar, como no caso do morro de Santa Terezinha (Figura 2).



Figura 2. Dunas fixadas por efeito da interferência antrópica no bairro Vicente Pinzon

Atualmente, as dunas móveis restringem-se a uma pequena área localizada a norte da Praia do Futuro; a Zona III definida por Magini *et al.* (2007) caracteriza-se como uma grande zona de espraiamento, com dunas móveis métricas na porção pós-praia.

O Morro Santa Terezinha, na década de 80, apresentava-se como um campo de dunas eólico ativo sujeito apenas à dinâmica litorânea e era considerado um espaço de altas precipitações. Com o avanço da urbanização no litoral e a forte influência do mercado imobiliário, essa feição eólica, sofreu reduções na sua configuração natural, dando lugar a loteamentos, prédios e ocupações irregulares. Na vertente lateral sudoeste da área de estudo, ainda pode-se observar uma porção dunar que se manteve parcialmente conservada e que funciona como um cordão de precipitação ativo no local.

O contexto geológico do local é caracterizado pela ocorrência de depósitos recentes dos sistemas dunares (fixas ou inativas) e aluviões do riacho Maceió depositados, em discordância erosiva sobre sedimentos da Formação Barreiras com espessura de 20m e sobrepostos a terrenos cristalinos pré-cambrianos (Brandão, 1995).

As dunas são constituídas por areias esbranquiçadas, bem selecionadas, de granulação fina ou média, dominadas por grãos de quartzo fosco e arredondados e muitas vezes encerrando níveis de minerais pesados, principalmente ilmenita.

A Formação Barreiras distribui-se como uma faixa de largura variável acompanhando a linha de costa e à retaguarda dos sedimentos eólicos ativos e inativos. Litologicamente é constituída de sedimentos areno-argilosos e aeronosos de cor amarelada ou avermelhada contendo

intercalações de níveis conglomeráticos (Souza, 1998).

Na área de estudo, encontramos o sistema hidrogeológico sedimentar constituído da unidade Dunas/Paleodunas, que constituem os

melhores reservatórios hídricos subterrâneos. Funcionam como um único sistema aquífero, em virtude das características litológicas e hidrodinâmicas serem similares (Vasconcelos, 1999).

MATERIAL E MÉTODOS

Para análise da expansão urbana no morro Santa Terezinha, foi utilizada uma base planialtimétrica do município de Fortaleza na escala de 1:5.000, com equidistância de 5 m entre as curvas de nível, e ortofotocartas multitemporais referentes aos anos de 1978, 1995, 2001, 2004 e 2008 na escala de 1:7.500, adquiridos junto a Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Fortaleza (SEINF/PMF). Na caracterização da morfometria do relevo e estudo dos processos erosivos, foram confeccionados modelo digital do terreno e carta de declividade da área de estudo.

As ortofotocartas foram georreferenciadas e vetorizadas utilizando-se o *Software AutoCad* 2008. Os componentes geográficos (ações antrópicas e recursos naturais) foram organizados em *layers* específicas da urbanização sobre a região; arruamentos, residências, infraestrutura e áreas naturais. As fotografias áreas foram divididas em quadrantes para melhor analisar o avanço da ocupação no Morro. As proporções de áreas urbanizadas de

cada quadrante foram somadas para se obter o total da urbanização nos anos estudados. Posteriormente, foi realizado o tratamento estatístico do percentual de ocupação da área e a representação gráfica dos dados através do *software Excel* 2000.

O modelo digital do terreno (MDT) e o mapa de declividade foram gerados a partir da grade de estimação dos pontos cotados. O procedimento de estimação utilizado foi a *krigagem* ordinária sobre 2.812 pontos cotados. Utilizando o *software Surfer* 8.0, foi gerado a malha de interesse da área e extraído o MDT com o aplicativo *3D Surface*.

A geração do mapa de declividade foi realizada através do *software ArcGis*, na escala de 1:10.000. Foram determinadas e descritas quatro classes de declividade para os diferentes setores da área. Para a separação das classes de declividades, utilizaram-se os parâmetros, contidos no procedimento metodológico de Pires Neto (1992), Quadro 1, com adaptação dos processos dominantes para a área em estudo.

Quadro 1. Parâmetros utilizados para avaliação da dinâmica do relevo no morro Santa Terezinha

RELEVO	DECLIVIDADE DAS VERTENTES	PROCESSOS DOMINANTES	EFEITOS DOMINANTES
R1	0 – 5 ° / 0 – 8% plano / suave ondulado	Escoamento difuso; muito lento a médio	Erosão laminar
R2	5° – 8 ° / 8 – 14% suave ondulado / ondulado	Escoamento difuso médio a rápido; escoamento concentrado elementar; início dos movimentos de massa: possibilidades de rastejamento	Erosão laminar; erosão em sulcos; possibilidades de deslocamento lento de massa
R3	8 – 11 ° / 13 – 19% Ondulado	Escoamento difuso rápido; escoamento concentrado elementar a concentrado; movimentos de massa: rastejamento e/ou solifluxão	Erosão laminar, em sulcos, em ravinas e eventuais canais de erosão ramificados; deslocamento lento e/ou rápido de massa

R4	11 – 15° / 19 – 27% ondulado / forte ondulado	Escoamento difuso rápido; escoamento concentrado; movimentos de massa: rastejamento e solifluxão	Erosão laminar, ravinas e canais profundos de erosão ramificados; deslocamento lento e/ou rápido de massa
R5	15 – 24° / 27 – 44% forte ondulado	Escoamento difuso muito rápido; escoamento concentrado; movimentos de massa: fluxos granulares incoesivos e deslizamentos	Erosão laminar; canais profundos de erosão ramificados; deslocamento rápido de massa
R6	24 – 35° / 44 – 70% forte ondulado / montanhoso	Escoamento concentrado; movimentos de massa: fluxos granulares incoesivos, deslizamentos e desmoronamentos	Sulcos; deslocamento rápido de massa; queda de blocos
R7	> 35° / > 70% montanhoso / escarpado	Escoamento concentrado; movimentos de massa: fluxos granulares incoesivos deslizamentos e desmoronamentos	Sulcos; deslocamento rápido de massa; queda de blocos

Fonte: Adaptado de Pires Neto (1992)

Descrição e redefinição dos termos empregados por Pires Neto (1992) considerando as características granulométricas e composicionais dos materiais dunares e horizontes pedogenéticos estudados:

Solifluxão: movimentos lentos com velocidade inferior a 1 cm/ano de areias e solos arenosos saturados em água.

Rastejo ou reptação: movimentos lentos com velocidade inferior a 1cm/ano em areias e solos arenosos não saturados com água;

Deslizamentos: solos arenosos e areia úmida movem-se em conjunto;

Desmoronamentos e queda de blocos: horizontes de solos arenosos e areia úmida caem por efeito da gravidade em vertentes muito íngremes.

HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO URBANA DA COMUNIDADE DO MORRO SANTA TEREZINHA

Na década de 1980, o Governo do Estado do Ceará deu início ao programa de remoção de favelas, criando alguns conjuntos habitacionais, dentre eles o Conjunto Santa Terezinha, com 1.022 casas, construído em quatro etapas, de 1980 a 1983, pela Fundação Programa de Assistência às Favelas da Região Metropolitana de Fortaleza - PROAFA (Ramos, 2003).

Era o momento em que o turismo começava a produzir divisas para o estado, marcando o início da construção de hotéis na Av. Beira-Mar. O objetivo da criação do Conjunto Santa Terezinha era abrigar os moradores das favelas próximas ao bairro Mucuripe (Buraco da Jia, Olga Barroso, Alto da Saúde, Guaibiru, Maceió, Lagoa do Coração, Morro do Teixeira, Beco da Corrente, Castro Monte e Baixo do Santana) e assim deixar a área livre para a nova demanda social que chegava ao local.

O morro Santa Terezinha apresenta-se como um conjunto de bairros de ocupação antiga, onde pescadores e trabalhadores do porto

foram, depois dos indígenas, os primeiros moradores. A ocupação desta área está relacionada com o processo de estruturação espacial na década de 1980 em Fortaleza e os fluxos migratórios em direção à capital, decorrente dos longos períodos de seca que ocorrem no interior do estado.

Em decorrência do grave problema de segregação sócioespacial na cidade, as encostas do morro, as únicas áreas disponíveis, passaram a ser alvo de intensas invasões, por famílias que não tinham moradias, nem condições financeiras. Esse processo de ocupação desordenada provocou a destruição das áreas verdes e contribuiu para reduzir a estabilidade do ambiente dunar.

Caracterizada pela irregularidade da propriedade das terras, esta população, em seu *modus vivendi*, fica sem alternativa de moradia e coabita com a ameaça de suas casas serem soterradas por deslizamentos, uma vez que se localizam nas encostas e não dispõem de

qualquer tipo de proteção/contenção a montante. Atualmente, observa-se que a comunidade é desprovida de serviços públicos

essenciais a uma boa qualidade de vida (saneamento básico e oferta de água tratada).

RESULTADOS

Evolução multitemporal do uso e ocupação do morro Santa Terezinha

A partir da análise e interpretação de ortofotocartas, relativas aos anos de 1978, 1995, 2001, 2004 e 2008, foi possível acompanhar em 30 anos, o avanço da urbanização no Morro Santa Terezinha. Foram criados quadrantes proporcionais à área total de 313,5 ha, permitindo um diagnóstico detalhado de modificações relacionadas, principalmente, com a remoção da vegetação e a ocupação do solo.

Analisando a foto aérea de 1978 (Figura 3), observa-se um campo de dunas eólico ativo sujeito à dinâmica constante dos ventos alísios e à troca de sedimentos com a faixa praial. Essa feição eólica, a partir da década de 80, vem sendo reduzida em suas dimensões, fato esse associado ao bloqueio do volume sedimentar

envolvido na dinâmica litorânea, ocasionada pela expansão urbana do litoral e pela forte influência do mercado imobiliário, através de construções de edifícios, práticas de loteamentos e ocupações irregulares (favelas).

Ainda incipiente, a urbanização neste mesmo ano, correspondia a 79,2 hectares, ou seja, 25% da área total de estudo; os quadrantes Q1 e Q3 apresentaram os maiores percentuais de urbanização (7,4% e 10%) devido à presença de alguns arruamentos e loteamentos no morro, enquanto que os quadrantes Q2 e Q4 apresentaram os menores percentuais de urbanização (6,9% e 2%), por integrarem uma área identificada como industrial, que corresponde ao Complexo da Petrobrás e Rede Ferroviária Federal (REFESA) e por ser uma área de vertentes íngremes.

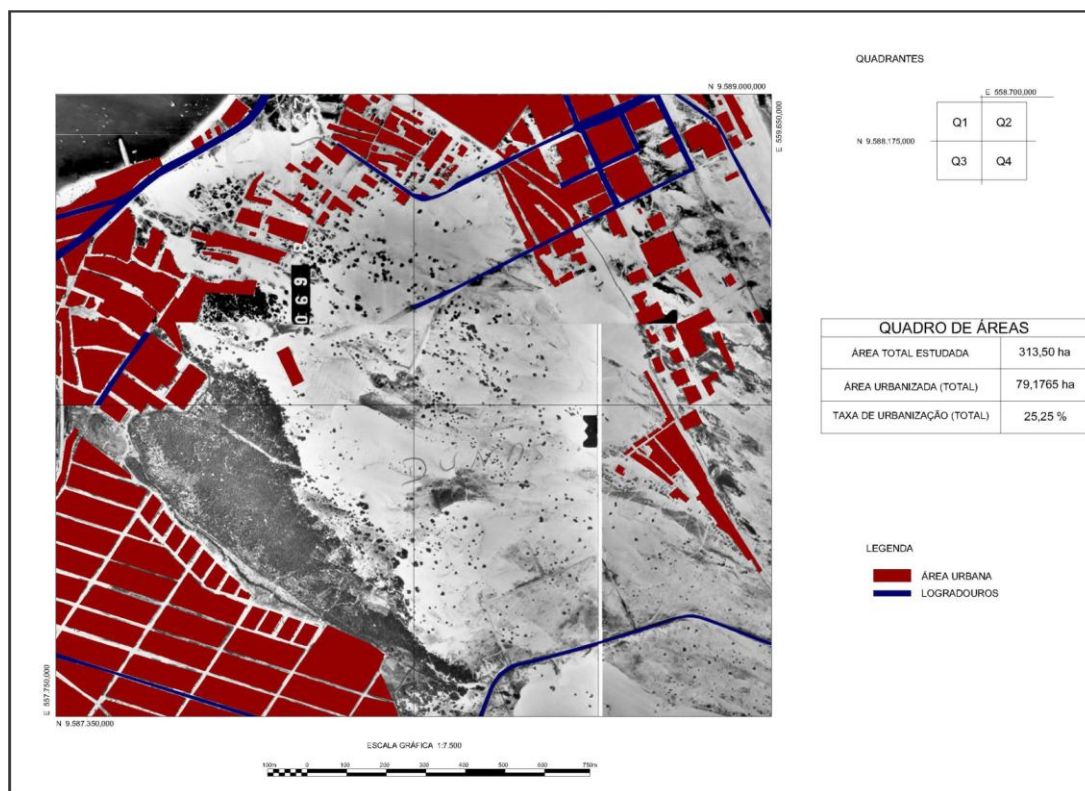


Figura 3. Morro Santa Terezinha em fotografia aérea do ano de 1978.

A expansão urbana no morro Santa Terezinha foi marcada por dois grandes pulsos

de antropização. O primeiro entre 1978 e 1995 (Figura 4), onde a área ocupada passou de 79,2

hectares (25%) para 141,1 hectares (45%), em virtude da reordenação do espaço litorâneo em Fortaleza, na década de 80, marcada pela expansão das atividades turísticas no Estado do Ceará e pela segregação socioespacial na capital. No segundo pulso, ocorrido entre 1995 e 2001 (Figura 5), quando a área ocupada

passou de 141,1 hectares (45%) para 211,2 hectares (67%), persistiu o embate entre as questões sociais e ambientais, ou seja, o crescimento da pobreza e a falta de acesso “formal” à moradia, o que contribuiu para o aumento da favelização em espaço de ocupação não regulamentada.

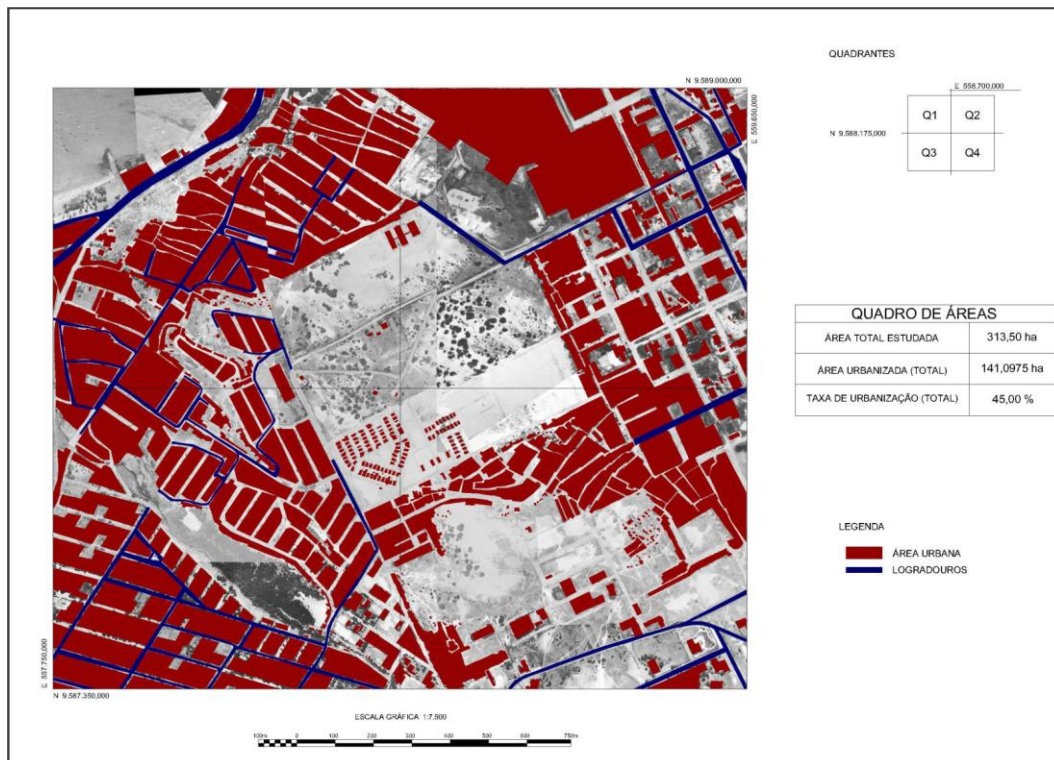


Figura 4. Morro Santa Terezinha em foto aérea do ano de 1995.

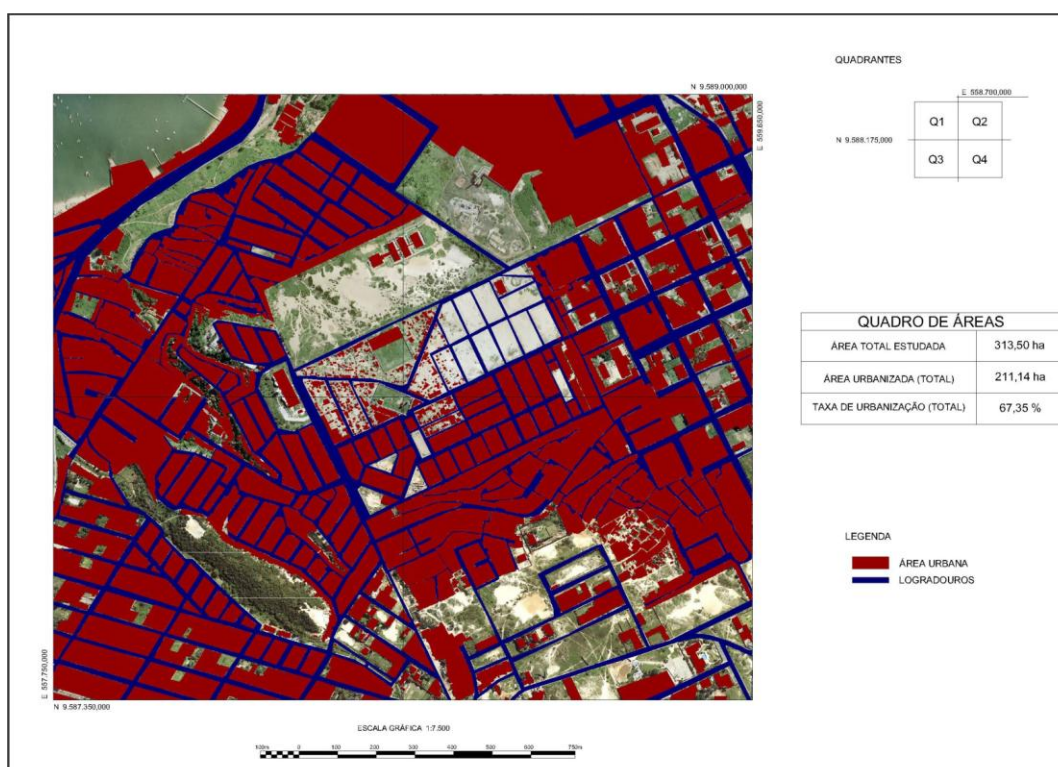


Figura 5. Morro Santa Terezinha em foto aérea do ano de 2001.

Avaliando o período entre 2001 e 2004 (Figura 6), observa-se uma continuidade da expansão da área antropizada, de 211,3 hectares (67,40%) para 219,7 hectares (70,1%), o que representa uma tendência de modificação do ambiente natural para implantação das construções urbanas. Neste período, é notável o aumento das construções irregulares sobre o

campo de dunas, ocasionando impermeabilização do solo, diminuição do transporte eólico, ampliação de arruamentos e aumento das edificações. Todas essas modificações avançaram também para o topo do morro, a única área disponível, naquele momento.

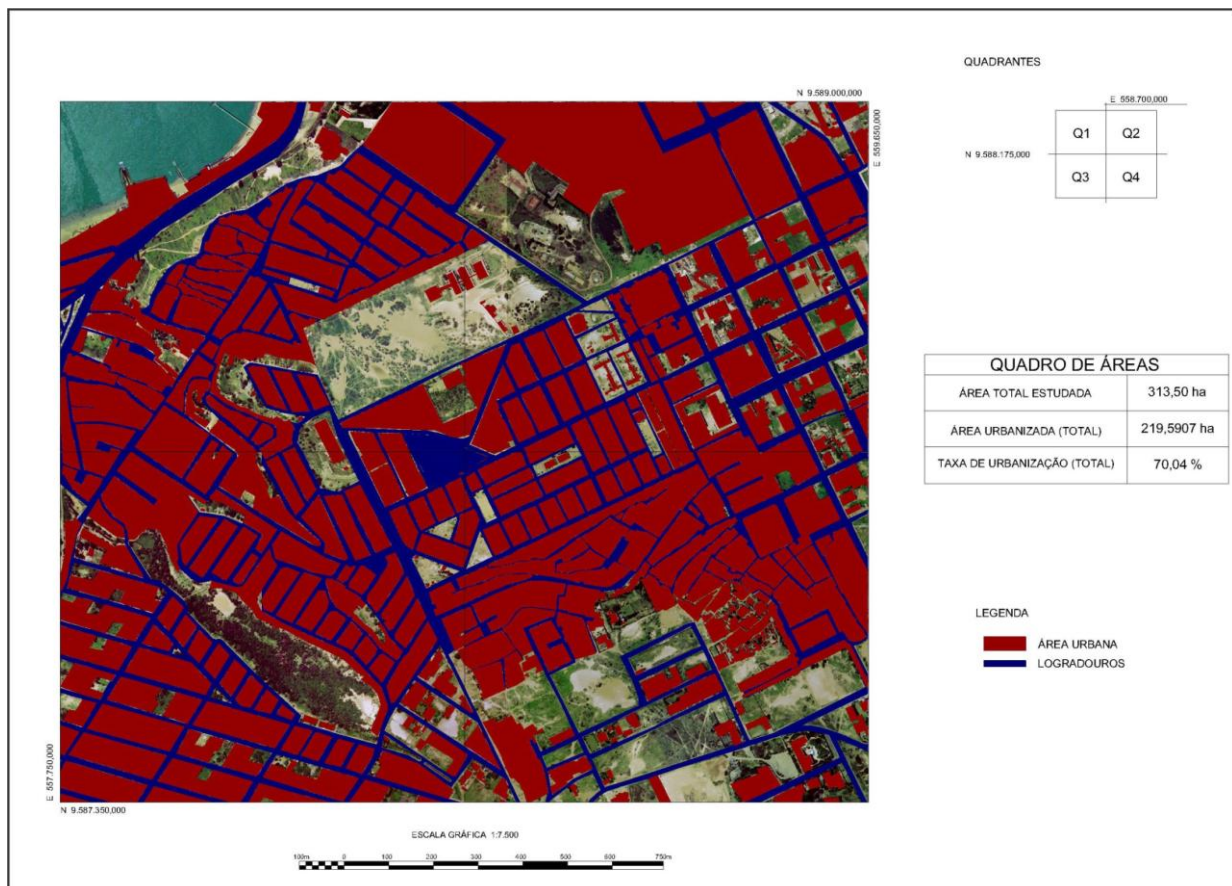


Figura 6. Morro Santa Terezinha em foto aérea do ano de 2004.

Em 2008 (Figura 7), a área antropizada representava 238,4 hectares (76%) da área total de estudo. Neste momento, o ecossistema dunar torna-se mais vulnerável aos processos erosivos devido às intensas modificações resultantes das pressões socioeconômicas e seus efeitos. A construção de novos barracos nas áreas disponíveis aumentou a vulnerabilidade do morro aos desabamentos e escorregamentos do início do período chuvoso, ocorrido no primeiro semestre do ano.

No mapa de uso e ocupação de 2008 (Figura 7), os quadrantes Q3 e Q2 apresentaram os maiores percentuais de urbanização, com 21,3% e 19,2% respectivamente, uma vez que se localizam numa zona mais estável, menos íngreme; enquanto isso, os quadrantes Q4 e Q1 possuíam os menores percentuais de urbanização, por serem áreas impróprias a habitação, devido aos riscos de deslizamentos das encostas.

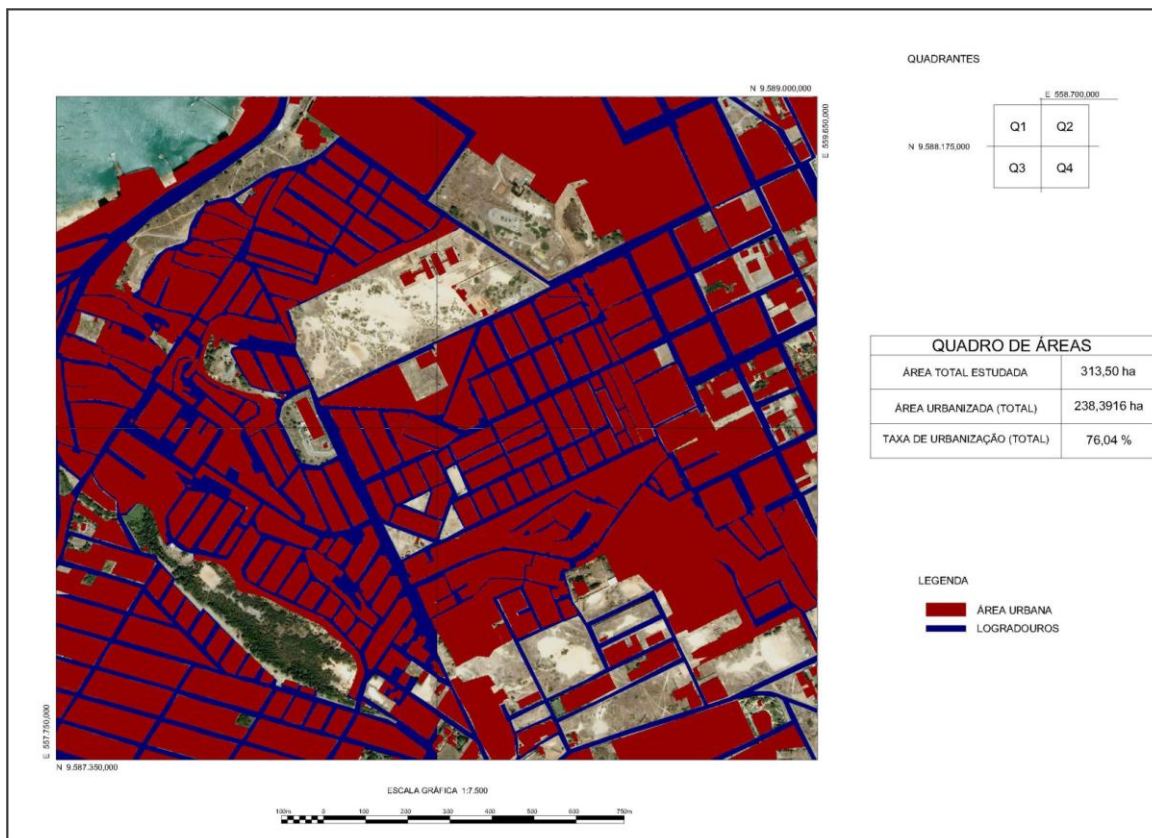


Figura 7. Morro Santa Terezinha em foto aérea do ano de 2008.

O gráfico da figura 8 mostra a evolução da antropização no morro de Santa Terezinha entre os anos de 1978 a 2008. É muito provável que, mantido o ritmo da expansão urbana e a remoção da vegetação natural, sem o

planejamento adequado do uso e ocupação, os problemas ambientais na área de estudo aumentarão nos próximos anos, trazendo prejuízos irreversíveis para a comunidade.

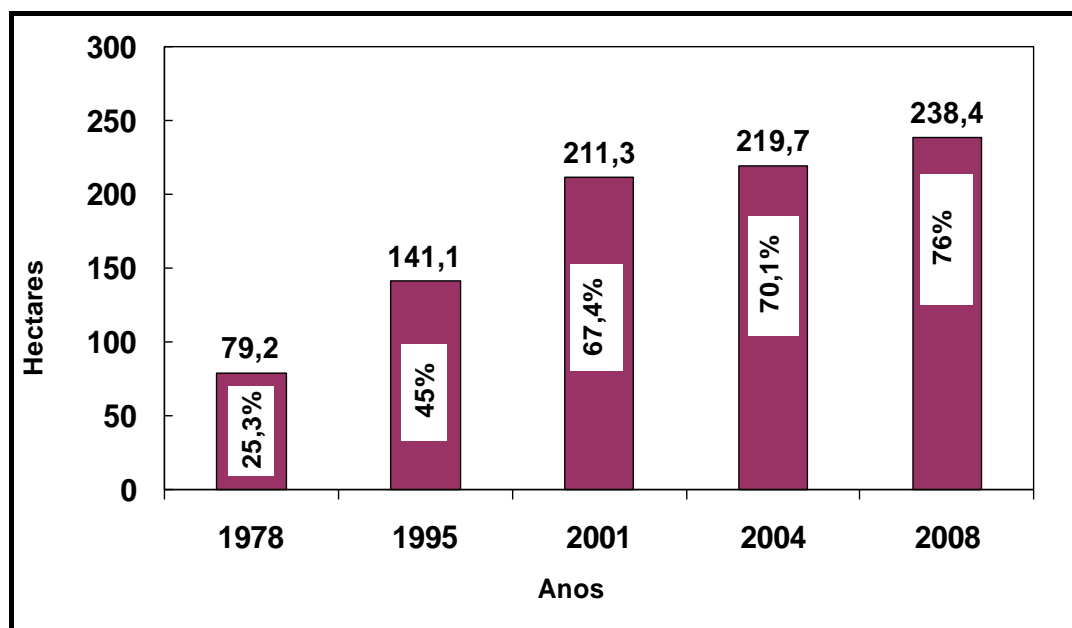


Figura 8. Evolução do uso e ocupação do morro Santa Terezinha entre os anos de 1978 a 2008, expressos em hectares (topo das barras) e em percentagem em área (interior das barras).

Morfometria do relevo e fatores condicionantes e deslizamentos

Na caracterização morfométrica do relevo, o modelo digital do terreno e a carta de declividade foram documentos cartográficos de grande importância, na análise do espaço, bem como na orientação do uso e ocupação da área em estudo.

Em relação à morfologia e à altitude, o relevo do morro Santa Terezinha apresenta cotas que variam de 5 até 70 m, com o farol do Mucuripe correspondendo ao ponto mais alto do morro. O modelo digital de terreno elaborado para a área

(Figura 9) permite a visualização tridimensional do relevo em vários ângulos.

A Figura 10 corresponde à carta de declividade da área, subdividida em cinco intervalos de classes, variando desde suave (0-3%) até íngreme (22-41%). Utilizando os parâmetros descritos por Pires Neto (1992) na avaliação dinâmica do relevo, foi possível compartimentar a área estudada em quatro tipos, conforme suas potencialidades e limitações de uso. Estes tipos foram divididos em passíveis (I e II) e impróprios (III e IV) a ocupação urbana.

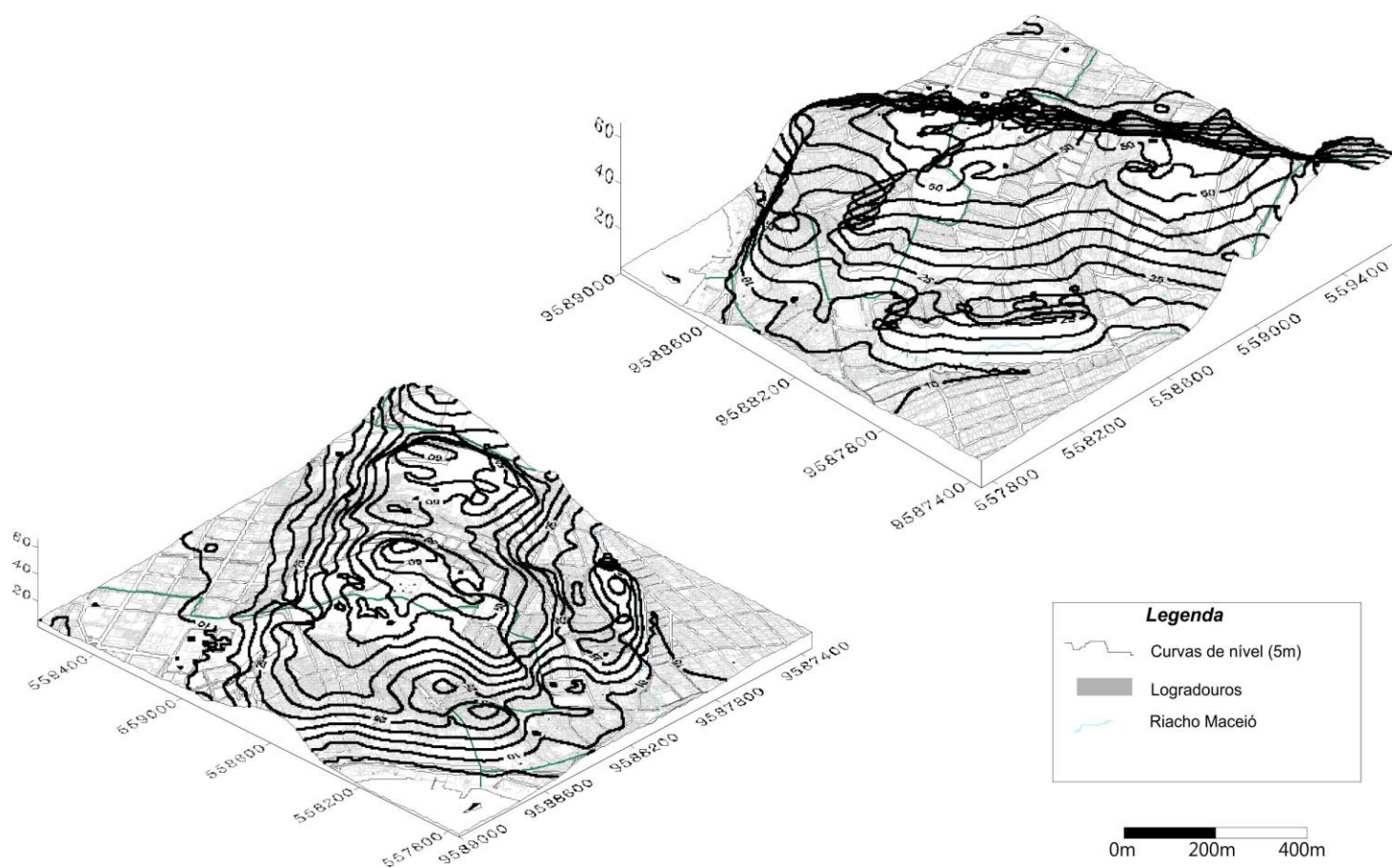


Figura 9. Modelo digital do terreno da área de estudo.

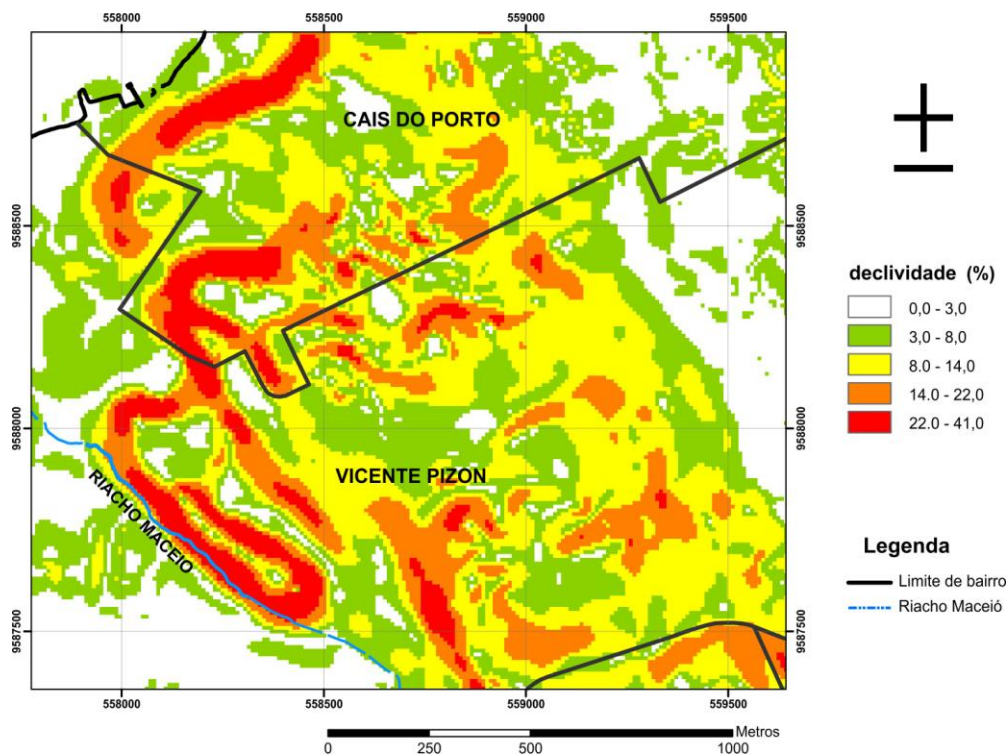


Figura 10. Carta de declividade da área de estudo.

As áreas passíveis de ocupação correspondentes aos tipos I e II possuem inclinações inferiores a 8%, e ocorrem bordejando as encostas do morro Santa Terezinha e a planície do riacho Maceió, assim como algumas zonas mais planas no topo do morro. As áreas dos tipos I e II sofrem alguns problemas impostos pelas áreas de montante. Estes problemas resultam da quebra e/ou entupimentos das galerias de esgotos, e do decorrente escoamento difuso das águas pluviais ou servidas. Apresentam, além disso, riscos de instabilização da encosta e movimentos de massa das áreas a montante.

Os tipos III e IV correspondem às áreas situadas entre as vertentes íngremes e o topo do morro; atualmente, são as mais problemáticas da área de estudo, como também impróprias às construções e ocupação urbana, em virtude da vulnerabilidade do terreno, que se agravam em direção às zonas de maiores declividades.

As áreas do tipo III, com inclinações entre 8% e 14%, têm sua estabilidade comprometida pela presença de edificações de baixo padrão construtivo e sanitário e apresentam ameaça de deslocamento lento de massa de areia. Já as áreas do tipo IV, com declividades que vão de 14% a 41%, não deveriam ser ocupadas em

vista dos riscos de deslizamentos associados à instabilidade das encostas e a constituição arenosa do terreno (ausência de coesão) em condições de alta declividade.

São muito comuns, em setores das áreas do tipo III e IV, a construção de áreas pavimentadas (ruas e calçamentos), que cortam o morro na vertical ao invés de acompanhar as curvas de níveis e a impermeabilização do solo nas encostas, que acelera a velocidade de descida da água e colocam a área em risco de deslizamentos (Figura 11). Há, ainda, completa ausência de obras de contenção permanente (muros de arrimo, gabiões e etc) especialmente nas encostas íngremes.

Associados aos riscos de instabilização dos taludes são observados em alguns setores formação de sulcos e canais de erosão desencadeados no período chuvoso, as quais se tornam áreas de despejo de lixo, às vezes até como tentativa desastrosa de contenção da própria erosão (Figura 12 e 13). Estes depósitos de lixo oriundos das moradias, comércio e feiras livres dispostos a céu aberto constituem um “habitat” à proliferação de vetores responsáveis pela transmissão de doenças ao ser humano, como também fontes pontuais de poluição das águas subterrâneas.

À falta de uma cultura de educação ambiental e os problemas oriundos da comunidade pelo precário e/ou inexistente sistema de drenagens, além da falta de uma coleta seletiva eficiente (Figura 14) conferem um grau de instabilidade as encostas do morro, principalmente pelas características de fácil infiltração e saturação do solo.

Essa comunidade também sofre com a ação da dinâmica eólica através da mobilização de

sedimentos das poucas áreas não urbanizadas, convivendo com a constante ameaça de soterramento das suas habitações. O acúmulo desses sedimentos interfere na estrutura das moradias, onde ocasionam trincas e rachaduras nas paredes devido ao peso das areias, bem como abalam as estruturas dos postes ameaçando possíveis incêndios devido à queda dos fios de energia elétrica (Figura 15 e 16).

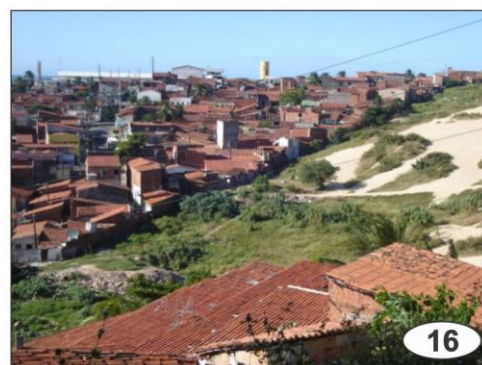


Figura 11. Construção de áreas pavimentadas na encosta do morro Santa Terezinha.

Figura 12 e 13. Deslizamentos provocados por chuvas intensas promoveram a destruição de moradias e vias de acesso na comunidade.

Figura 14. Emissão dos efluentes domésticos e resíduos sólidos no morro Santa Terezinha aumentam a vulnerabilidade do ambiente dunar aos processos de erosão de suas encostas.

Figura 15 e 16. Invasão da areia nas casas pela dinâmica das águas e dos ventos são ameaças constantes aos moradores que habitam o alto da duna.

É importante lembrar que, com a expansão da urbanização da área de estudo não

houve nenhuma preocupação com o meio ambiente local, que considerasse as

particularidades do meio físico, as condições sociais e econômicas das tendências de

desenvolvimento da área urbana.

CONCLUSÕES

A interferência humana, direta e indireta, no campo de dunas do morro Santa Terezinha, tem sido marcada pela ausência de planejamento urbano e oferta de serviços públicos essenciais aos moradores.

O aumento da carga populacional observado entre os anos de 1978 e 2008 possibilitou concluir que, em 30 anos de existência, a urbanização avançou em 76% da área de 313,5 ha, o que resultou em vários impactos ambientais, tais como: remoção da cobertura vegetal, causando processo de erosão e deslizamentos de encostas; impermeabilização dos solos; aumento do escoamento superficial da água e redução da infiltração; inundações e poluição dos aquíferos.

De alguma maneira, os moradores que ocupam o morro são responsáveis pelas modificações dos processos reguladores e delineadores do ambiente costeiro. São vítimas de um modelo de urbanização totalmente segregante, que impulsiona os mais pobres a ocuparem áreas informais, e os obriga a conviver, em áreas de

risco, com os problemas ambientais e socioeconômicos locais.

Não podemos simplesmente atribuir ao clima e as chuvas como elementos inibidores do processo da urbanização em ambiente de alta vulnerabilidade. É responsabilidade da administração municipal apresentar soluções e alternativas de moradia em outras áreas para reassentar as famílias atingidas pelos deslizamentos e processos de erosão.

Portanto, recomenda-se que se intensifiquem, por parte do Poder Público, as ações de fiscalização e controle sobre as invasões no morro Santa Terezinha e que seja adotada uma postura orientadora e educacional para informar a comunidade dos problemas socioambientais gerados em áreas consideradas de risco ambiental. Recomenda-se também a realização de um conjunto integrado de ações que visem à remoção das famílias de baixa renda para os programas habitacionais e/ou melhoria da infraestrutura urbana (saneamento, drenagem, plantio de árvores e reformulação dos acessos viários) e dos serviços públicos na área.

AGRADECIMENTOS

Este artigo é resultado de pesquisa desenvolvida a nível de mestrado pelo 1º autor no Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará – UFC, com apoio da Fundação Cearense de Pesquisa - FUNCAP através da concessão de bolsa de pesquisa, essencial para a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRANDÃO, R. L. Sistema de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR: **Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. CPRM: Serviço Geológico do Brasil, 105p., 1995.
2. CLAUDINO SALES, V. **Cenários Litorâneos – Lagoa do Papicu: Natureza e Ambiente na cidade de Fortaleza, Ce.** São Paulo, 1993, 349p. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo.
3. **DEFESA CIVIL/PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA**. Disponível em: <http://www.gmf.fortaleza.ce.gov.br>. Acessado em: 18mai2007.
4. EMBRAPA. Conselho Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 412p., 1999.
5. FECHINE, J. A. L. **Alterações no perfil natural da zona costeira da cidade de**

Fortaleza, Ceará, ao longo do século XX.

Fortaleza, 2007. Dissertação de Mestrado - Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Ceará.

6. FUNCEME. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acessado em: 07fev2008.

7. KOOPEN, W. **Climatologia, com um estúdio de los clima de la Tierra.** México: FCE, 1948.

8. PIRES NETO, A. G. **As Abordagens Sintético-Histórico e Analítico- Dinâmico: Uma Proposição Metodológica Para a Geomorfologia.** São Paulo, 1992. Tese de Doutorado - Departamento de Geografia – USP.

9. MAGINI, C.; GOMES, P. F.; VERÍSSIMO, C. U. V.; AGUIAR NETO, A. B. Avaliação Ambiental da Praia do Futuro, município de Fortaleza, Ceará. **Revista de Geologia**, v. 20, n. 1, p. 91-88, 2007.

10. MAIA, L. P. **Procesos Costeros y Balance Sedimentario a lo Largo de Fortaleza (NE-Brasil): Implications para uma Gestion Adecuada de La Zona Litoral.** Barcelona, 1998. 198p. Teis Doctoral – Universidad de Barcelona.

11. MEIRELES, A. J. A.; SILVA, E. V.; RAVENTOS, J. S. Geomorfologia e Dinâmica Ambiental da Planície Litorânea entre as desembocaduras dos rios Pacoti e Ceará, Fortaleza-Ceará. **GeoNotas**, v.5, nº 1, p. 1-15, 2001.

12. RAMOS, L. C. **Mucuripe: verticalização, mutações e resistências no espaço habitado.** Fortaleza, 2003. 149p. Dissertação de Mestrado - Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará.

13. RIBEIRO, J. A. P. **Características Hidrogeológicas e Hidroquímicas da faixa costeira leste da região metropolitana de Fortaleza – Ceará.** Fortaleza, 2001. 122p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará.

14. SOUZA, J. M. N. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-Estruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia**. v. 1, n. 1, p. 73-91, 1988.

15. VASCONCELOS, S. M. S. **Recarga do Aquífero Dunas/Paleodunas.** São Paulo, 1996, 90 p. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de São Paulo.

*Manuscrito recebido em: 01 de fevereiro de 2011
Revisado e Aceito em: 14 de setembro de 2013*