



Maria Francisca de Jesus Lírio Ramalho
UFRN/CCHLA/Departamento de Geografia
franci@ufrnet.br

RESUMO

Este estudo faz parte de uma pesquisa no Brasil sobre erosão urbana, com objetivo de observar, identificar e analisar a causa da erosão do solo na Grande Natal. No contexto procura enfatizar casos de riscos de erosão observados em dois setores: no bairro de Ponta Negra e no bairro de Nova Parnamirim.

Palavras chave: área urbana, solo arenoso, erosão.

RÉSUMÉ

Cette étude participe à une recherche au Brésil par rapport à l'érosion urbaine, ayant comme but d'observer et d'analyser les causes de l'érosion du sol dans la Grande Natal. Dans ce contexte, on cherche à remarquer les cas de risques d'érosion observés en deux endroits : les quartiers de Ponta Negra et de Nova Parnamirim.

Mots-clé: aire urbaine, sol sablonneux, érosion.

ABSTRACT

This study is part of a research in Brazil related to urban erosion and aiming at observing, identifying and analyzing the causes of soil erosion in Greater Natal. The study tries to highlight cases of erosion risks in two sectors: the quarters of Ponta Negra and Nova Parnamirim.

Key words: urban area, sandy soil, erosion.

^{1*} O texto deste artigo corresponde à comunicação apresentada ao V Encontro Nacional e I Congresso Internacional de Riscos e foi submetido para revisão em 29-07-2009, tendo sido aceite para publicação em 31-03-2010.
Este artigo é parte integrante da Revista Territorium, n.º 17, 2010, © Riscos, ISBN: 0872- 8941.

Introdução

Considerando o processo de ocupação do solo, diante da complexidade dos sistemas interativos, entende-se que o homem pode provocar desequilíbrio no balanço morfogênese/pedogênese, implicando, assim, em consequentes alterações ambientais. Os riscos de erosão no âmbito de muitas cidades brasileiras têm causado sérios problemas para a população, principalmente para quem habita as áreas declivosas e/ou acidentadas. A princípio, o processo tende a ser controlado com medidas que apenas adiam a gravidade do problema, tendo em vista que a erosão uma vez desencadeada, ao encontrar a condição que lhe favoreça, tende a aumentar consideravelmente, abrindo crateras no solo, deixando a terra imprestável para cultivo e/ou moradia. Assim, no campo ou na cidade, o fenômeno da erosão é sempre ameaça tanto para a agricultura como para as áreas urbanizadas.

Em regiões de clima tropical, conforme se inclui a área urbana da Grande Natal, a chuva destaca-se como elemento de maior importância na dinâmica dos processos erosivos, tendo em vista que, de acordo com GUERRA (1999, p. 17), a erosão causada pela água da chuva tem abrangência em quase toda superfície terrestre, em especial nas áreas com clima tropical, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados, e em muitas dessas áreas as chuvas concentram-se em certas estações do ano.

No que se refere à área de estudo, as alterações pela ocupação do solo com o processo de urbanização intensificam as ocorrências erosivas e o assoreamento de rios e canais de drenagem, os principais coletores de sedimentos, provenientes das áreas expostas, que são levados pelas enxurradas e pelo escoamento concentrado.

A expansão urbana culmina com o desenvolvimento da cidade do Natal que cresce em detrimento da ocupação de outras áreas que estão além dos limites que definem o seu próprio município, gerando, dessa forma, tendência para conurbação com outras cidades de sua área metropolitana. Com o adensamento populacional aumentam também as interferências ao ambiente das dunas, e conseqüentemente os processos erosivos e o desconforto da população que se depara com a gravidade do problema.

Localização e caracterização da área

A Grande Natal ou Região Metropolitana de Natal (RMN), compreende 9 (nove) municípios: Natal, Parnamirim, Extremoz, Ceará Mirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante, Nísia Floresta, São José do Mipibu e Monte Alegre. Para a realização desse trabalho foram

considerados os municípios de Natal e Parnamirim, os quais inserem a principal área onde a expansão urbana tem se intensificado com o crescimento das duas cidades - Natal, que se destaca como capital do estado do Rio Grande do Norte, e Parnamirim, como a segunda cidade mais importante da RMN. Neste trabalho, procura-se enfatizar casos de riscos de erosão observados em dois setores: um no bairro de Ponta Negra, em Natal, e o outro em Parnamirim, no Bairro de Nova Parnamirim (fig. 1).

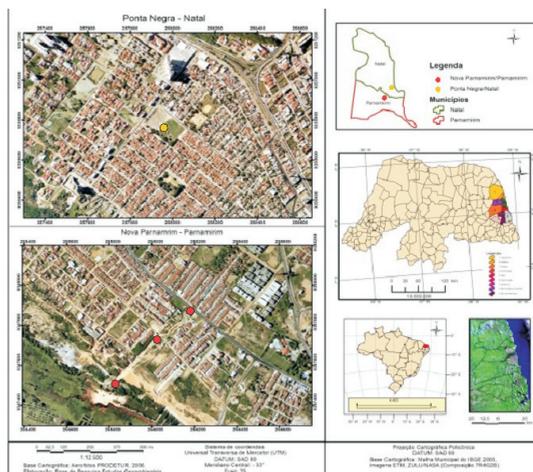


Fig. 1 - Mapa de localização da área, destacando com os respectivos pontos, amarelo e vermelhos, os locais afetados pela erosão no bairro de Ponta Negra e no bairro de Nova Parnamirim.

Condições ambientais

A área de abrangência aos dois casos específicos encontra-se sobre terrenos de natureza sedimentar caracterizados pelos depósitos da Formação Barreiras e pelos depósitos eólicos representados pelas dunas, naturalmente, sobrepostas à superfície tabular esculpida nos depósitos da referida formação. As dunas se destacam pelos cordões orientados no sentido SE-NO, conforme a principal direção dos ventos, que em épocas pretéritas foram responsáveis pela formação destas.

O clima é quente e úmido, correspondente ao tipo As' da classificação de KÖPPEN e pela classificação de THORNTHWAITTE e MATHER, o padrão climático é correspondente ao tipo C1w2, seco sub-úmido, com moderado excesso hídrico no inverno (RAMALHO, 2003, p. 20).

As temperaturas médias são sempre elevadas, com máximas de 27°C e mínimas de 24°C. Os índices pluviométricos estão em torno de 1.500mm anuais, com chuvas concentradas no período de fevereiro a julho, tendo um máximo de precipitação verificado no outono, quase sempre no mês de abril, enquanto o período mais seco, geralmente ocorre nos meses de outubro, novembro e dezembro, conforme pode ser observado no gráfico (fig. 2).

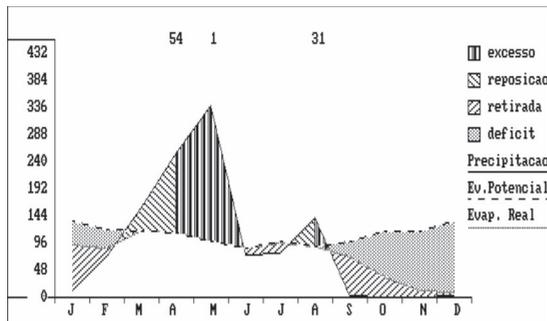


Fig. 2 - Representação gráfica do balanço hídrico de Natal, segundo o Método de Thornthwaite e Mather, aplicado ao Soft BHCLIMA (Balanço Hídrico e Classificação Climática) de NETO e LIER (1991).

Os elementos do relevo, por sua constituição lito-estrutural, apresentam-se como ambientes distintos para serem analisados no contexto da ocupação urbana, assim como os solos arenosos. Estes solos caracterizam, principalmente, o aspecto das dunas ocupadas pela vegetação, que, em conjunto, reflete a relação clima-solo-relevo. De acordo com alguns autores, como TAVARES (1960), FREIRE (1990) e TRINDADE (1991), a maior parte dessa vegetação constitui-se de remanescentes secundários da Mata Atlântica, da qual faz parte a Formação Savana Arbórea Aberta. Outras formações encontradas são representadas pela Restinga Arbórea e a Restinga Arbustiva, tipo de vegetação pioneira que reveste a maioria das dunas consolidadas. Neste conjunto, estão espacialmente distribuídas várias espécies como: a mangabeira (*Hancornia speciosa*), o batiputá (*Ouratea fildingiana*), o barbatimão (*Stryphnodendron coriaceum*), o cajueiro (*Anacardium occidentale*), o murici (*Byrsonima* sp.), o coaçu (*Coccoloba* sp.), entre outras. A distribuição, na área, ocorre em núcleos densos, nas partes conservadas, e de forma rala, nas áreas degradadas. Atualmente, com o crescimento da cidade de Natal e Parnamirim essa vegetação tende a desaparecer com a ocupação do solo pela urbanização (fot. 1 e 2).



Ocupação do solo

Muitos autores têm se preocupado com os impactos ambientais da cidade do Natal, como FREIRE (1990), NUNES (1996), BORGES (2002) E COSTA (2007), tendo em vista as transformações que ocorrem com a expansão urbana e a intensificação dos empreendimentos imobiliários, assim como a falta de infra-estrutura de saneamento básico. O adensamento populacional tem agravado esses problemas que passaram a ser de forma mais intensa a partir da década de 80, em decorrência do êxodo rural provocado pela falta de empregos e a busca pela melhoria da qualidade de vida. Com a ocupação, além do desencadeamento de processos erosivos, aumentam e se intensificam os impactos como a poluição das águas do rio Pitimbu, pelo despejo de esgotos domésticos e industriais, lançados por Natal e Parnamirim (NUNES, 2001, p. 127-129).

As construções interferem na circulação do ar, na temperatura, na geomorfologia, nos solos, entre outros fatores envolvidos, que refletem também em mudanças nos processos relacionados com a forma de escoamento das águas. O aumento do escoamento superficial é favorecido pela concentração das águas provenientes do próprio sistema da ocupação urbana, como a água dos telhados, que uma vez chegada ao solo, junta-se às outras águas das superfícies impermeáveis gerando mais fluxo superficial que antes das edificações. Conforme alguns autores, nas áreas urbanizadas as mudanças na hidrologia natural são inevitáveis, assim como as alterações no clima da cidade (CHANDLER, 1962; DANNI, 1980; HASENACK, 1989; CARRERAS, 1990 E ARAUJO *et al.*, 2005).

A perda ou remoção da vegetação pode acelerar as taxas de erosão, tendo em vista que a superfície fica exposta ao trabalho do vento e das chuvas diante de outros agravantes que contribuem para aumentar o volume do escoamento sobre a superfície, como a impermeabilização do terreno decorrente de asfaltos



Fot. 1 e 2 - Visão parcial do aspecto da vegetação das dunas, mostrando também aspectos da interferência da ocupação urbana na localidade de Nova Parnamirim, nas proximidades do vale do rio Pitimbu.

e/ou pavimentação de ruas. Nos casos referentes aos setores dos bairros de Nova Parnamirim, Ponta Negra e demais localidades da Região Metropolitana de Natal, o relevo plano e suavemente ondulado favorece a ocupação, ficando vulnerável aos impactos provenientes das diferentes formas de uso.

Material e métodos

Fonte de dados

O reconhecimento dos aspectos físicos da área e de ocupação do solo teve como base teórica as informações da bibliografia disponível, assim como as observações de campo e registros fotográficos, que juntamente com os dados climáticos, pode-se, com o auxílio de tabelas e gráficos, avaliar e comparar as evidências dos fatos observados durante o período que antecedeu aos trabalhos de recuperação das referidas áreas.

Atividades de campo

As atividades de campo tiveram como principal objetivo registrar, por meio de levantamento fotográfico, as ocorrências erosivas nas áreas que apresentavam riscos. Primeiro foi feito o reconhecimento e delimitação do setor afetado no Bairro de Nova Parnamirim, com acompanhamento do fenômeno durante os anos 2005 e 2006. Depois em 2007, foi feito o mesmo procedimento no bairro de Ponta Negra, em decorrência da erosão acelerada que ameaçava as edificações mais próximas ao local do fenômeno.

Durante as atividades de campo foram coletadas 9 (nove) amostras, para analisar a textura do solo. As coletas se efetuaram aleatoriamente em barrancos e ravinas, tendo em vista a homogeneidade aparente do material exposto nos referidos locais. No entanto, para os casos em que o terreno apresentava depósitos provenientes da ação antrópica como o setor de Ponta Negra, não houve coleta, apenas o registro do fato.

Atividades de Laboratório

A análise da textura do solo foi feita no Laboratório de Geografia Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, sendo utilizado o método da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, ano 1999.

Com a obtenção dos dados procurou-se fazer análise comparativa entre as características do solo, o período das chuvas e a formação de ravinas nas superfícies expostas, visando, desta forma, avaliar as condições ambientais e os riscos de erosão na área.

Resultados e discussão

Os resultados apresentados na TABELA I confirmam a predominância da textura arenosa dos solos, sobre os quais se encontra assentada a Região Metropolitana de Natal. A predominância das areias com percentuais acima de 70% e os baixos percentuais de silte e argila com valores inferiores a 15%, indicam maior erodibilidade do solo, pela fraca coesão e baixa estabilidade de agregados, onde a diferença na distribuição das frações granulométricas, provavelmente, reflete deslocamento de partículas finas e concentração de partículas grosseiras no local, denotando processos de remoção das partículas menores pelas gotas de chuva e transporte pela erosão.

TABELA I - Textura do material coletado em ravinas em Parnamirim

AMOSTRA	ALTURA (cm)	LOCAL	TEXTURA (%)					CLASSE DE TEXTURA
		BOA ESPERANÇA	AREIA TOTAL	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	
AM01	0-80	"	95	71	24	2	3	ARENOSA
AM02	0-50	"	80	52	28	7	13	MÉDIA
AM03	0-30	"	87	46	41	5	8	ARENOSA
AM04	0-20	"	81	64	17	9	10	ARENOSA
AM05	0-30	"	94	70	24	2	4	ARENOSA
AM06	0-50	"	78	52	26	5	17	MÉDIA
AM07	0-20	"	81	64	17	9	10	ARENOSA
AM08	0-25	"	86	46	40	2	12	ARENOSA
AM09	0-90	"	83	58	21	6	11	ARENOSA

Considerando o processo de ocupação na área urbana da Grande Natal, deve ser observada a característica arenosa do solo, além de outros fatores condicionantes da erosão como o tipo de cobertura vegetal; forma, comprimento e declividade das encostas, impermeabilização e/ou irregularidades do terreno, que conduzem a divergência dos fluxos sobre os diferentes segmentos do escoamento da água em superfície e em subsuperfície. A combinação local desses fatores tem uma relação de sustentabilidade pelo equilíbrio que se estabelece no ambiente natural, onde a vegetação tem papel importante. No entanto, o desmatamento acelerado a erosão, sendo inevitável a degradação do solo até mesmo das áreas impermeabilizadas com a má drenagem das águas pluviais.

Neste contexto, avalia-se que, com as chuvas, a água que escoou ou infiltra-se no solo pode causar formação de ravinas e voçorocas pela sequência de processos de remoção de partículas, escavamento e abatimento da superfície do terreno.

Nos casos referentes aos setores dos bairros de Nova Parnamirim, Ponta Negra e demais localidades da Região Metropolitana de Natal, o escoamento superficial é também facilitado pelas superfícies impermeáveis, pela má drenagem e pela topografia do terreno, que favorece

o escoamento das áreas mais elevadas para as áreas mais baixas, onde geralmente ocorre inundação das ruas que encontram-se em posições topográficas menos favorecida pelos declives.

Os eventos pluviais e os riscos de erosão

As chuvas mais concentradas ocorrem no período outono-inverno, o que contribui para maior ação geomorfológica, mobilizando maiores quantidades de sedimentos pela erosão nas áreas expostas ou pouco protegidas pela cobertura vegetal, como nos casos registrados no bairro de Nova Parnamirim e no bairro de Ponta Negra (fot. 3 e 4).



Fot. 5 - Deposição de sedimentos na planície do rio Pitimbu e a erosão fluvial na margem onde ocorreu o assoreamento.



Fot. 3 e 4 - Mostram aspectos da erosão na área urbana, referentes ao bairro de Nova Parnamirim (A) e ao bairro de Ponta Negra (B).

O caso de risco de erosão deflagrado no bairro de Nova Parnamirim, apesar de não ser o único identificado na área urbana da Grande Natal, foi notável pela erosão acelerada que assustava a população residente no local, cujo processo evolutivo aumentava com as chuvas; assim como no bairro de Ponta Negra, onde a erosão acelerada em um terreno baldio afetou calçadas e ruas, colocando em risco as residências mais próximas do local que foi escavado pela prefeitura para transformar a área em lagoa de captação de águas pluviais.

À margem da Avenida Maria Lacerda Montenegro, nas imediações do CEPE/PETROBRAS, uma galeria ali instalada foi a principal causa da concentração de água que escavou o terreno, que ao drenar em direção do rio Pitimbu, depositou grande aporte de sedimentos na sua planície (fot. 5).

No Bairro de Ponta Negra, no entorno da praça projetada Desembargador Licurgo Ferreira Nunes, inúmeras ravinas formaram-se com os eventos chuvosos do ano de 2007. O local, apesar da vegetação que protegia o terreno, tinha depósito de entulhos deixados a céu aberto. Sua topografia, mais baixa em relação aos terrenos impermeabilizados, concentrava parte das águas

pluviais que escavava o solo. As ruas asfaltadas e as construções urbanas propiciavam maior volume de águas que se concentravam carreando sedimentos e entulhos. A erosão acelerada que se efetivou, afetou calçadas e bueiros, derrubou árvores, levando também à interdição das ruas esburacadas. (fot. 6 e 7).

Com a chuva, uma série de processos erosivos pode ser desencadeada na cidade de Natal e em seu entorno, sendo a erosão laminar o processo que mais se destaca nas superfícies com vegetação rala ou esparsa, além dos movimentos de massa, que independente da chuva, ocorre por gravidade. O desmatamento das dunas favorece a degradação do terreno, reativa a mobilidade de sedimentos e propicia a intensificação e o transporte de areia tanto pelas águas pluviais como pelo vento, enquanto o escoamento concentrado marca a superfície do terreno com as ravinas.

As ruas não pavimentadas geralmente são sulcadas e o material removido é transportado e depositado em outras ruas e/ou avenidas principais. As evidências dos processos erosivos, registradas em diversos pontos da cidade, mostram os eventuais efeitos da erosão no período das chuvas nas ruas, onde, conforme a



Fot. 6 e 7 - Danos causados pela erosão na calçada da Av. Praia de Genipabu, no bairro de Ponta Negra, no período das chuvas do ano de 2007.

inclinação do terreno, canalizam o fluxo ou concentram as águas que inundam as áreas mais baixas, impedindo parcialmente o trânsito de pessoas e veículos (fot. 8).



Fot. 8 - Visão parcial da inundação de ruas da cidade do Natal durante eventos chuvosos.

A formação de crateras, por abatimento do terreno, acontece também sobre aqueles impermeabilizados, geralmente fissurado e/ou desgastado pelo tempo. Nas ruas com calçamento e/ou asfalto nos locais das fissuras, fendas e buracos, a água quando rompe a resistência da impermeabilização com o escavamento, provoca o colapso da superfície devido à desagregação e remoção de detritos da parte submersa. A percolação da água no interior do capeamento do asfalto geralmente contribui para gerar pontos vulneráveis para o desenvolvimento das depressões que aumentam com a continuação das chuvas. O desenvolvimento dessas depressões se associa à intensidade das chuvas e às facilidades com que a água encontra para infiltrar-se, cujo processo pode evoluir para formação de ravinas que deixam as vias públicas em situação de risco, limitando o acesso por determinadas áreas.

Alterações ambientais pela urbanização

As alterações ambientais acentuam-se com a expansão urbana que geralmente ocupa o solo sem critério de preservação. A falta de planejamento adequado é sempre a causa dos transtornos que acontecem no espaço geográfico da cidade, entre os quais, neste trabalho, foi dado ênfase à erosão urbana, que também coloca-se como assunto de grande interesse para a geomorfologia. Partindo-se do princípio de que o solo é involuntariamente submetido às alterações que lhes são impostas pelo tipo de uso e manejo, entende-se que a ocupação urbana tende a interferir no balanço morfogenético do relevo. CASSETI, ao tratar de assuntos sobre ambiente e apropriação do relevo alega que: “ao se procurar abordar as derivações ambientais processadas pelo homem, deve-se entender que tudo começa a partir da necessidade de ele ocupar determinada área, que se evidencia pelo relevo (...). Assim, a ocupação de determinada vertente ou parcela do relevo, seja como suporte ou mesmo recurso, conseqüentemente responde por transformações do estado primitivo, envolvendo desmatamento, cortes e demais atividades que provocam alterações biológicas e se refletem diretamente no potencial ecológico” (CASSETI, 1991, p. 33).

O processo de urbanização, que ocupa até mesmo as áreas impróprias para tais fins, acontece com a expansão das duas cidades - Natal e Parnamirim, que continuam crescendo em detrimento da ocupação de áreas rurais, degradando as dunas e sua vegetação de cobertura. As causas para o início do processo erosivo são várias, mas o desmatamento que expõe o solo é a principal delas, que soma-se com o desmantelamento das formações eólicas para uso do material em aterros e construções, loteamento de sítios e granjas, cortes de estradas, impermeabilização do solo e o mal direcionamento do sistema de drenagem.

A ocupação de áreas impróprias geralmente advém da necessidade da população mais carente. O mal gerenciamento do lixo, lançado muitas vezes em terrenos baldios ou nas calhas de drenagem, assim como os esgotos domésticos encontrados a céu aberto são outros exemplos da forma indiscriminada como tem avançado a urbanização na Grande Natal. Tais atividades influenciam de forma direta ou indireta nas características dos solos com a deposição de resíduos sólidos, assim como com as escavações e movimento de máquinas sobre o terreno, impermeabilizando a superfície, aterrando outras e dificultando o sistema de drenagem pluvial, casos que podem ser amenizados quando existe planejamento urbano com boa infraestrutura de rede de esgoto, galerias pluviais e ruas pavimentadas, além das áreas verdes que devem ser preservadas.

Conforme SALOMÃO (1999, p. 255), as cidades que se localizam em terrenos constituídos por solos de textura arenosa e relativamente profundos apresentam erosão por ravinas e voçorocas que são causadas pelo escoamento superficial de águas pluviais e servidas. Com referência à área Metropolitana de Natal, com seus solos arenosos, justifica-se a vulnerabilidade destes aos processos de erosão acelerada, causada pela interferência irreverente das atividades humanas que desconsidera as particularidades do meio físico.

A concentração das águas pluviais ou mesmo das águas de uso doméstico, concentradas em esgotos, galerias e bueiros ou sobre terrenos susceptíveis à erosão, provocam escavamento e degradação do solo, no âmbito da cidade; em decorrência da má qualidade das condições de drenagem de certos bairros, que convivem com o problema em suas diferentes fases de evolução. Os episódios registrados tanto no bairro de Nova Parnamirim como no bairro de Ponta Negra marcaram um período de muitos transtornos para a população, no entanto, os problemas foram sanados com as obras de engenharia que transformaram a voçoroca do bairro de Nova

Parnamirim em uma rua pavimentada, onde na cabeceira de drenagem da voçoroca de antes foi construída uma fonte (fot. 9). No bairro de Ponta Negra com a conclusão da lagoa de captação de águas pluviais e conserto das ruas afetadas, o problema de risco de erosão deflagrado naquela área foi temporariamente contornado, com a impermeabilização do terreno e drenagem das águas (fot. 10).

Considerações finais

Os casos de risco de erosão identificados na Região Metropolitana de Natal, abrangente aos municípios de Natal e Parnamirim foram mais bem observados com a incidência das chuvas concentradas no período outono-inverno, principalmente nos meses de abril, maio e junho, período em que também acontecem chuvas excepcionais, que podem influenciar na ocorrência de excedente hídrico e formação de escoamento superficial.

A impermeabilização da superfície do solo decorrente de asfaltos e/ou pavimentação de ruas nem sempre resolve o problema, tendo em vista o mal direcionamento do sistema de drenagem. Muitas construções são edificadas sem saneamento básico e as ruas, tanto as pavimentadas como as não pavimentadas, podem facilitar o processo erosivo com o aumento do escoamento superficial e a presença de fissuras e fraturas por onde a água tende a percolar.

Conforme as características ambientais e a forma de ocupação do solo, pode-se constatar que a erosão na referida área resulta da interação de vários fatores e mecanismos, tendo em vista que o relevo, apesar da topografia tabular, tem na formação materiais susceptíveis à erosão e encontra-se em uma área urbana, onde geralmente há concentração de drenagem das águas pluviais em pontos preferenciais para o escavamento do terreno.



Fot. 9 e 10 - Visão parcial das áreas recuperadas com as obras de engenharia, no local das ocorrências erosivas no bairro de Nova Parnamirim (A) e no bairro de Ponta Negra (B).

A erosão acelerada coloca em risco as construções urbanas e ameaça a população que ocupa as áreas afetadas. Esses problemas podem ser controlados com técnicas de engenharia para conter o processo erosivo, com a implementação de bom sistema de drenagem das águas pluviais, que devem ser canalizadas e as ruas pavimentadas, de forma a evitar o desgaste do terreno desprotegido. Os altos custos para combater os inconvenientes da erosão levam ao adiamento de tomada de decisões do poder público, no entanto, quanto mais tempo passa mais agrava-se o problema, ficando a população exposta aos desígnios dos caprichos da natureza.

As inadequações ligadas ao processo de ocupação do solo, em muitos casos poderiam ser evitadas se houvesse mais diálogo e participação entre poder público, comunidade científica e a própria população a ser beneficiada com o empreendimento. Sabe-se que a especulação imobiliária, atenta para o lucro imediato, geralmente, desconsidera ou ignora essa tomada de decisão junto com os interessados na questão ambiental.

Referências bibliográficas

- ARAUJO, et al. (2005) - *Gestão ambiental de áreas degradadas*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 320 p.
- BERTRAND, G. (2004) - "Paisagem e geografia física global: esboço metodológico". *RA'E GA*, 8, Curitiba, p. 141-152.
- BORGES, A. N. (2002) - *Implicações ambientais na bacia hidrográfica do rio Pitimbu (RN), decorrentes das diversas formas de uso e ocupação do solo*. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 173 p.
- CARRERAS, et al. (1990) - "Modificaciones Térmicas en las Ciudades. Avance sobre la Isla de Calor em Barcelona". *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, vol. 17, Barcelona, p. 51 - 77.
- CASSETI, Valter. (1995) - *Ambiente e apropriação do relevo*. São Paulo, Contexto, 147 p
- CHANDLER, T. J. (1962) - "London's Urban Climate". *The Geographical Journal*, vol. 128, p. 273 - 302.
- COSTA, A. A. (2007) - "A verticalização de Natal - elemento de impacto socioambiental sobre o seu desenvolvimento urbano". In NUNES, et al. (orgs.) - *Dinâmica e Gestão do Território Potiguar*, Natal, p. 267 - 283.
- DANNI, I. M. (1980) - "A Ilha Térmica de Porto Alegre - Contribuição ao Estudo do Clima Urbano". *Boletim Gaúcho de Geografia*, 8, Porto Alegre, p. 33 - 48.
- EMBRAPA (1999) - *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Embrapa, 212 p.
- FREIRE, M. S. B. (1990) - "Levantamento Florístico do Parque Estadual das Dunas de Natal". *Acta Botânica Brasileira*, Vol. 4/nº 2, p. 41 - 51.
- GUERRA, A. J. T. (1999) - "O Início do Processo Erosivo". In GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M.(orgs.) - *Erosão e Conservação dos Solos - Conceitos, Temas e Aplicações*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 17 - 55.
- HASENACK, H. (1989) - *Influência de Variáveis Ambientais sobre a Temperatura do Ar na Área Urbana de Porto Alegre*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Geografia, 94 p.
- NETO, D. D. e LIER, J. V. (1991) - *BHCLIMA - Balanço Hídrico e Classificação Climática*. ESALQ/USP/ Departamento de Agricultura.
- NUNES, E. (1996) - *Aspectos morfo-estrutural fisiográfico e da cobertura de alteração intempérica da Grande Natal (RN), com base para o macrozoneamento geoambiental*. Rio Claro, Universidade do Estado de São Paulo, 172 p.
- NUNES, E. (2001) - "Proposta de um plano diretor para a região metropolitana de Natal, como instrumento de gestão ambiental". *Sociedade e Território*, vol. 15/ n°.2, Natal, p. 127 - 131.
- RAMALHO, M. F. J. L. (2003) - *Geomorfologia e dinâmica ambiental: vale do rio Pitimbu*. Natal - RN, Imagem Gráfica, 87 p.
- SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares (1999) - "Controle e prevenção dos processos erosivos". In Guerra, Antonio José Teixeira, et al. (orgs.) - *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e obrigações*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 229 - 267.
- TAVARES, S. (1960) - "Estudos Geobotânico no Rio Grande do Norte". *Arq. Inst. Pesq. Agron.*, vol. 5, Recife, p. 39 - 51.
- TRINDADE, A. (1991) - *Estudo florístico e fitossociológico do estrato arbustivo - arbóreo de um trecho de floresta arenícula costeira do Parque Estadual das Dunas, Natal (RN)*. Recife, Universidade Rural de Pernambuco, 168 p.