Artigo

# Suscetibilidade ao impacto pluviométrico na região metropolitana do Rio de Janeiro: estudo de caso no município de Duque de Caxias

Antonio Carlos da Silva Oscar Júnior
Unicamp

p. 210-226

**Como citar este artigo:**
OSCAR JÚNIOR, A. C. S. Suscetibilidade ao impacto pluviométrico na região metropolitana do Rio de Janeiro: estudo de caso no município de Duque de Caxias. **Geousp – Espaço e Tempo** (Online), v. 22, n. 1, p. 210-226, mês. 2018. ISSN 2179-0892.

Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/110229>. doi: http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2018.110229.

Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 License.

revista
geo USP
espaço e tempo

**Volume 22 • nº 1 (2018)**

ISSN 2179-0892

# Suscetibilidade ao impacto pluviométrico na região metropolitana do Rio de Janeiro: estudo de caso no município de Duque de Caxias


## Resumo

Nos trópicos úmidos, a pluviosidade é o principal deflagrador de desastres, repercutindo em perdas econômicas, de infraestrutura e de vidas humanas. Face a isso, para o presente artigo, mapeou-se a suscetibilidade do território de Duque de Caxias ao impacto das chuvas. A metodologia baseou-se no cálculo de um indicador quantitativo referente a fatores de predisposição a desastres, agregando também fatores antrópicos. Dessa metodologia surge o índice de suscetibilidade a chuva do sistema territorial (ISST), que permitiu: (i) hierarquizar esse território de acordo com o grau de suscetibilidade ao impacto das chuvas e (ii) demonstrar a incoerência do macrozoneamento urbano. Observou-se que mais de 40% do território de Duque de Caxias apresenta um grau de suscetibilidade forte ou muito forte a chuva e que o Plano Diretor orienta a ocupação desses espaços, refletindo-se na exposição e vulnerabilidade da população local.



**Palavras-chave**: Desastres. Gestão territorial. Suscetibilidade. Planejamento urbano. Risco.


## Susceptibility to rainfall impacts in Rio de Janeiro metropolitan area: Case study in city of Duque de Caxias.


## Abstract

In tropics, rainfall is the main trigger of disasters, affecting economic losses, infrastructure and human lives. Considering this, in the present paper was mapping the susceptibility of Duque de Caxias territory to the rain impact. The methodology was based on the calculation of a quantitative indicator referring to the predisposing factors to the disaster events, also adding anthropic factors. From this methodology emerges the Rain Susceptibility Index of the Territorial System that allowed: (i) to hierarchize this territory according to the degree of susceptibility

to the rainfall impact and (ii) to demonstrate the incoherence of urban macro-zoning. It was observed that more than 40% of the territory of Duque de Caxias presents a degree of strong or very strong susceptibility to rainfall and that the master plan guides the occupation of these spaces, reflecting on exposure and vulnerability of the local population.

**Keywords:** Disasters. Territorial management. Susceptibility. Urban planning. Risk.

## Introdução

De acordo com a Lei Federal n. 10.257, de 2001, o Plano Diretor municipal é obrigatório em grande parte dos municípios brasileiros. Já a Lei Federal n. 12.608, de 2012, determina que os riscos ambientais sejam uma preocupação da política de ordenamento territorial.

Considerando que a partir de 2012 fixa-se a obrigatoriedade de, além dos critérios urbanísticos, os macrozoneamentos contemplarem também a dimensão do risco, buscou-se mapear os graus de suscetibilidade do território de Duque de Caxias ao impacto das chuvas para depois confrontá-lo com o macrozoneamento do Plano Diretor urbanístico de 2006.

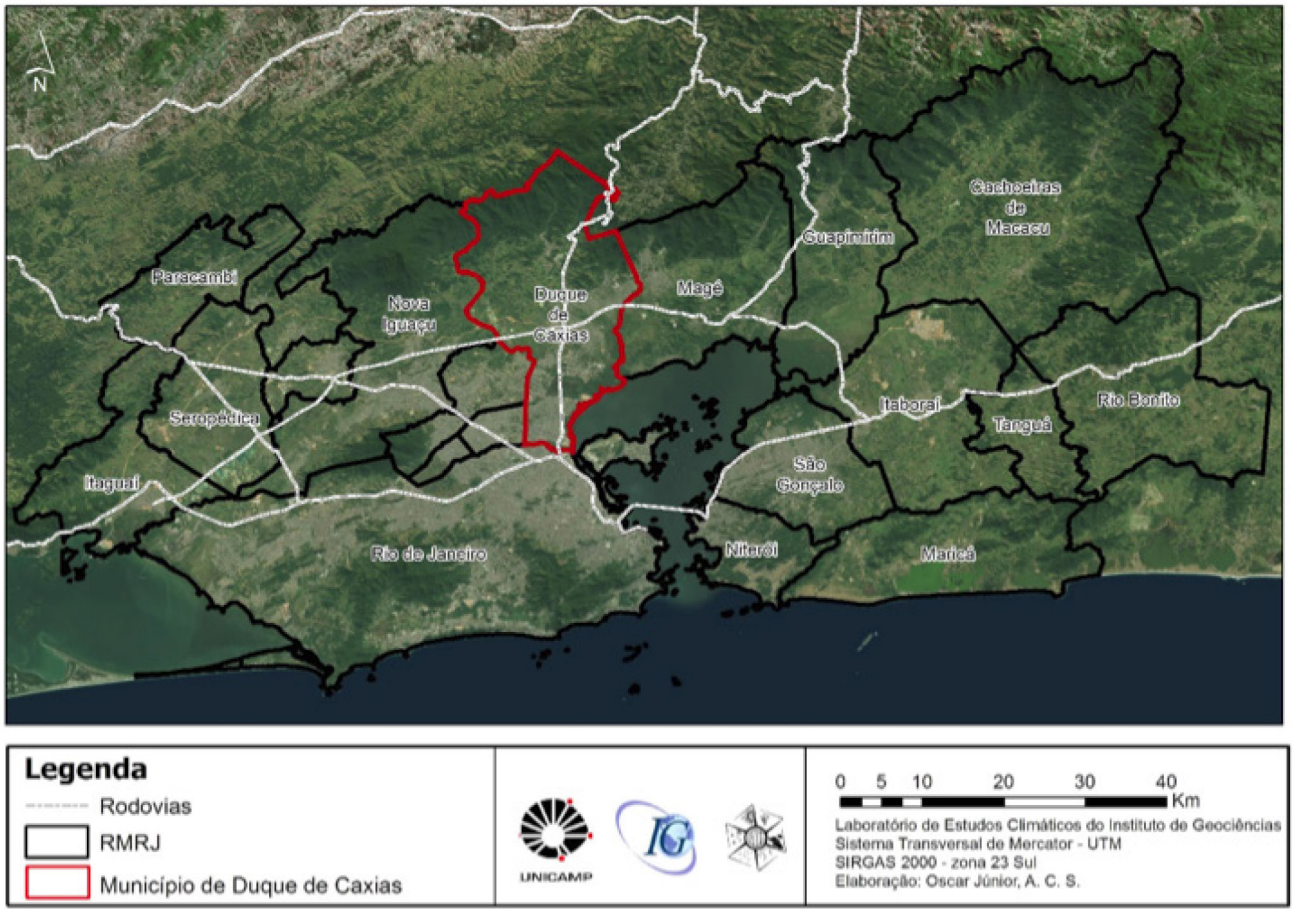
Apesar do lapso temporal entre ambas as leis, o objetivo do trabalho foi avaliar se antes de 2012 havia alguma aderência da política de ordenamento territorial em nível municipal acerca da gestão do risco, tendo em vista que não se trata de uma problemática recente para a área de estudo.

Desdobra-se, portanto, como necessidade, hierarquizar e mapear o território de Duque de Caxias com base nas informações municipais disponíveis em escala cadastral. Desses dados, procedeu-se à avaliação espacial da suscetibilidade ao impacto da chuva, apresentando à comunidade científica metodologia que, de acordo com os resultados deste estudo, pode ser considerada satisfatória.

O município de Duque de Caxias (Figura1) foi escolhido como área de estudo por ser o principal município da periferia da região metropolitana fluminense. Além disso, levantamento realizado anteriormente demonstra que, pelo menos desde 1935, o município sofre com os impactos da pluviosidade (Oscar Jr., 2015). Ao todo, foram 70 matérias jornalísticas entre 1935 e 2010, só no jornal local, sobre os impactos da chuva no município, verificados com chuvas a partir de 60 mm/h.

Não obstante, o município de Duque de Caxias é um exemplo dos problemas referidos quanto à elaboração, no Estado brasileiro, do Plano Diretor municipal (Braga, 1995). Segundo entrevista com técnicos da Subsecretaria de Urbanismo esse instrumento foi elaborado por uma empresa de consultoria, Fundação Dom Cintra, que teve total liberdade do governo para elaboração dos estudos necessários, fornecendo oportunidades limitadas para a participação ativa do corpo técnico da Prefeitura e da população. Como resultado, atualmente esse instrumento é tido como meramente burocrático, incompleto e inadequado para a gestão e planejamento municipal, haja vista que os parâmetros aplicados seguem a antiga legislação, datada de 1972.

## Figura 1 – Localização da área de estudo




Por determinação legal, o Plano Diretor urbanístico deveria ter sido revisado em 2016, dez anos após sua primeira versão. Entretanto, até esta publicação, isso não ocorreu. Da mesma forma, apesar de relevantes, poucos são os estudos para o município a respeito da suscetibilidade à ocorrência de desastres deflagrados por precipitação pluviométrica; o Departamento Nacional de Recursos Minerais (DRM) mapeou os locais de risco de deslizamento de terra, e a Defesa Civil do município mapeou a ocorrência de enchentes/inundações/alagamentos, mas oferecendo informações apenas pontuais, sem considerar todo o território, como propõe este artigo.

## Enquadramento teórico

A suscetibilidade refere-se à propensão de uma área ser afetada por um determinado *hazard* em tempo indeterminado e deve ser avaliada pelos fatores de predisposição física para a ocorrência de processos ou ações (Julião, 2009). Nesse sentido, quando passamos a entender o território como uma categoria de análise das dinâmicas espaciais, devemos necessariamente, compreender que dando sustentação às dinâmicas societárias, existe um suporte físico em constante evolução que se molda também em função dos agentes e das estruturas sociais que dele se apropriam.

A partir da conjectura anterior, constrói-se um modelo teórico em que se imbricam as características do fenômeno e do espaço onde se desenrola o fenômeno. Na leitura de Cardona (2004), a vulnerabilidade tem duas dimensões: a dos lugares e a das populações, que devem estar na base da avaliação do conceito. Assume-se, portanto, que é imprescindível identificação a suscetibilidade e a exposição.

A suscetibilidade deve ser encarada como a componente física e ambiental da vulnerabilidade, que avalia quanto um grupo populacional é passível de ser afetado por um fenômeno potencialmente perigoso em função de sua localização em sua área de influência e devido à falta de resistência física a sua propagação (Cardona, 2004).

Por sua vez, a exposição incorpora a componente socioeconômica e demográfica, que captura a predisposição de um grupo populacional de sofrer danos em face de um fenômeno perigoso.[1] Tal predisposição decorre do grau de marginalidade, da segregação social e da criticidade econômica a que se vê submetido determinado grupo populacional.

Os desastres são o resultado da concretização de um evento adverso (perigo) em ambiente suscetível e vulnerável, caracterizando-se como uma grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade (Castro, 1999), a qual, se não estiver bem organizada estará em alto grau de vulnerabilidade. Os desastres correspondem tanto a fenômenos "naturais" como a provocados exclusivamente pelo homem, que ocorrem num cenário predisposto a rupturas, com estruturas sociais deficitárias e dinâmicas sociais que interferem ativamente na dinâmica dos sistemas ambientais.

A partir do momento em que se procede a uma apropriação do espaço sem levar em conta dinâmicas, fluxos energéticos ou mecanismos de retroalimentação dos sistemas ambientais, inicia-se um processo de modificação de forma e estrutura que, dependendo do grau, converge para a instabilidade do sistema (que procura se reajustar às pressões) e implica situações adversas aos complexos sociais: os desastres.

É urgente que se considere, portanto, que a dinâmica dos sistemas ambientais tem um contexto social (Unwuin, 1995), assim como a dinâmica social tem um contexto físico-natural, já que as atividades e ações humanas se desenvolvem e dependem desse suporte, o qual também não é "puro", mas resultado de um processo histórico da integração com o homem (Passos, 1996).

Diante desse quadro, cabe ao processo de ordenamento territorial reconhecer as condições de equilíbrio dinâmico na estrutura de suporte e cobertura, tendo em conta também aspectos econômicos, sociais, culturais e políticos, no sentido de entendê-las como informações prévias do processo de planejamento do território. Colaborar-se-á, a partir desse conhecimento gerado, para a escolha, entre diversas alternativas, de uma mais adequada para se organizar seu uso e ocupação (Pujadas; Font, 1998). Trata-se da arbitragem de conflitos, do uso dos recursos naturais e da forma de ocupação da base territorial com o intuito do desenvolvimento pleno da sociedade reduzindo a degradação do ambiente e, consequentemente, os impactos à comunidade.

1 No caso deste artigo, considera-se a chuva intensa como deflagradora do fenômeno perigoso, ou seja, aquele limiar de chuva que causa a desarticulação do território e traz transtorno à ordem pública (Nunes, 2009). Optou-se por não dizê-la *extrema*, pois isso envolveria uma análise climatológica e estatística que esbarra na limitação da série de dados climatológicos usado neste estudo, bem como em sua proposta.

Concorda-se com F. P. Oliveira (2002) no fato de que o ordenamento territorial seja um instrumento que materializa a aplicação espacial de todas as políticas públicas e, portanto, decisões dos agentes públicos nas esferas econômico-sociais, defesa civil, urbanísticas e ambientais visando localização, organização e gestão eficiente das atividades humanas. Assim, o ordenamento territorial é uma resultante do processo de planejamento, o que o coloca na condição de um instrumento de política pública com potencial minimizador dos problemas oriundos das metamorfoses do Estado no trato do território (Becker, 1991).

Sem dúvida, entre esses agentes, o Estado foi o grande (mas não o único) produtor do espaço, devido especialmente a suas políticas territoriais, e, portanto, o grande indutor da ocupação do território. No entanto, nas últimas décadas, avançava-se no processo de democratização do Brasil, levando para o planejamento estatal os temas da descentralização, da participação social e da sustentabilidade do desenvolvimento (Moraes, 2005), fazendo com que o Estado assumisse muito mais o papel de regulador dos processos territoriais (resultado da atuação de múltiplos atores) e não mais o de transformador por excelência do território (Becker, 2005).

Nesse ínterim, ao propor a existência de um sistema territorial, reconhece-se a existência de dois níveis de fluxos horizontais, a paisagem e o território, comandados respectivamente por processos físico-naturais e pela esfera burocrática e pelos modos de vida da população que se apropria desse espaço. Esse é um sistema fruto de inúmeros mecanismos sociais, econômicos e políticos que ocorrem dentro da moldura fornecida pelo quadro natural que, gradualmente, pelas transformações feitas pelo homem, o torna um ambiente social em constante metamorfose.

Tal como destacou Gómez Orea (2007, p. 43):

> El sistema territorial es una construcción social que representa el estilo de desarrollo de una sociedad; se forma mediante las actividades que la población práctica sobre el medio físico y de las interacciones entre ellas a través de los canales de relación que proporcionan funcionalidad al sistema.

## Metodologia

Frente à perspectiva do estudo, foi preciso elaborar um metodologia que permitisse a classificar e mapear a suscetibilidade do território duque-caxiense ao impacto pluvial. Para isso, optou-se por adaptar a proposta metodológica de Alves (2009), assim como a de Ross (1994), para identificar a fragilidade ambiental.

A partir de ambas, construiu-se um indicador que contempla as características geomorfológicas determinantes para a ocorrência de enchentes e inundações, bem como movimentação gravitacional de massa. Ademais, foram considerados aspectos da infraestrutura municipal e áreas que já sofreram com impactos desse tipo. Temos então como proposta metodológica:

(a) Proximidade do curso de água: realizada a partir dos dados de hidrografia disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Duque de Caxias, na escala cartográfica de 1:25.000. Para hierarquizar esse tema, considerou-se que quanto mais próximo do curso d'água, maior a probabilidade de ocorrência de enchente.

## Quadro 1 – Hierarquização da distância do curso de água

| distância do curso d'água | suscetibilidade |
|---|---|
| acima de 150 metros | fraca |
| 100 a 150 metros | média |
| 50 a 100 metros | forte |
| abaixo 50 metros | muito forte |

fonte: Adaptado de Alves (2009).

(b) Declividade média das vertentes: realizada a partir do modelo digital de elevação – método TIN (*triangulated irregular network*), construído com os dados topográficos disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Duque de Caxias, na escala cartográfica de 1:10.000. Para hierarquizar esse tema, considerou-se que quanto maior o ângulo da declividade, mais depressa a energia potencial das águas pluviais se transforma em energia cinética, aumentando a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte. Trata-se de um importante parâmetro, uma vez que se relaciona diretamente ao esculpimento das formas de relevo, indicando as áreas com maior suscetibilidade aos fluxos de massa.

## Quadro 2 – Hierarquização das classes de declividade

| classe de declividade | suscetibilidade |
|---|---|
| até 12% | fraca |
| 12 a 20% | média |
| 20 a 30% | forte |
| maior que 30% | muito forte |

fonte: Adaptado de Ross (1994).

(c) Criticidade do acesso à rede de esgoto: usa os dados do censo 2010 divulgados pelo IBGE no nível do setor censitário para expressar a inadequação dos domicílios na oferta de serviços sanitários básicos, visto que, quanto menos eficiente é o sistema de esgotamento sanitário em ambiente impermeabilizado, pior é o escoamento da água, aumentando a predisposição do território à ocorrência de enchentes e inundações. Para essa etapa, usaram-se os dados:

- domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica (referência no censo: v018)
- domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar (referência no censo: v019);
- domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via vala (referência no censo: v020);
- domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar (referência no censo: v021);
- domicílios particulares permanentes com banheiros ou sanitários e esgotamento sanitário via outro escoadouro (referência no censo: v022);
- domicílios particulares permanentes (referência no censo: v002);

Calculados pela equação I, da criticidade do acesso ao esgotamento sanitário em Duque de Caxias:

$$IS = \frac{\Sigma\ (v018, v019, v020, v021, v022)}{v002}$$

Pela técnica do desvio padrão, foi possível agrupá-los na forma do Quadro 3.

## Quadro 3 – Hierarquização da criticidade ao acesso ao esgotamento sanitário

| domicílios não atendidos por setor censitário | suscetibilidade |
|---|---|
| até 7% | fraca |
| 7 a 37% | média |
| 37 a 67% | forte |
| 67 a 100% | muito forte |

fonte: Adaptado de G. Guerra (2005).

(d) Altitude em relação ao nível do mar: por se tratar de um ambiente de baixada, muito influenciado pela dinâmica de marés, optou-se por incluir no indicador proposto a altimetria, para expressar a suscetibilidade de porções do território à variação do nível das águas do mar, neste caso, da Baía de Guanabara.

Esse parâmetro visa uma classificação que se assenta na relação das cotas altimétricas com o nível médio das águas da Baía, onde um ponto que esteja numa cota topográfica elevada será menos vulnerável à ação de marés.

## Quadro 4 – Hierarquização da altimetria

| altimetria | suscetibilidade |
|---|---|
| acima de 20 metros | fraca |
| 10 a 20 metros | média |
| 5 a 10 metros | forte |
| abaixo de 5 metros | muito forte |

fonte: Adaptado de Coelho (2005).

(e) Áreas demarcadas pela Defesa Civil e CPRM como de ocorrência de enchentes, inundações e deslizamentos: como mencionado anteriormente, o Departamento de Recursos Minerais (DRM-RJ) entregou à prefeitura municipal de Duque de Caxias (por meio da Defesa Civil Municipal) laudo elaborado em escala 1:25.000 de algumas áreas de risco iminente de escorregamento. Ademais, a própria Defesa Civil Municipal fez um mapea-

mento que identifica algumas porções do território que sofreram inundações e enchentes, além de identificar cortes irregulares de encosta, áreas de queda de blocos e com camada regolítica pouco espessa.

Em ambiente de sistema de informação geográfica (SIG), essas cinco camadas de informação, que estão espacializadas, foram equacionadas pela ferramenta *union*, onde, para facilitar o cálculo, atribui-se um valor numérico a cada classe de suscetibilidade, permitindo o uso da ferramenta *field calculator*, que gera o ISST, que permite hierarquizar o município de Duque de Caxias a partir de classes de suscetibilidade à chuva (Quadro 5) pela equação II:

$$ISST = \frac{\Sigma\,(a, b, c, d, e)}{5}$$

## Quadro 5 – Classes de suscetibilidade

| suscetibilidade | valor |
|---|---|
| fraca | 1 |
| média | 2 |
| forte | 3 |
| muito forte | 4 |

Para verificar a qualidade do modelo proposto, se o validou a partir da extração da camada de informação relativa a desastres anteriores (dados da Defesa Civil Municipal), a qual foi comparada com o resultado do índice de suscetibilidade do sistema territorial (ISST) obtido pós-extração da informação, além de informações de mídia coletada para o estudo, que remete a 1935.

## Suscetibilidade de Duque de Caxias ao impacto pluviométrico

O município de Duque de Caxias integra a região conhecida como Baixada Fluminense que, do ponto de vista geomorfológico, representa uma área deprimida em relação ao entorno e por isso tão sensível à ação das chuvas. Segundo A. Guerra (2003), essas áreas geralmente compreendem as zonas próximas ao mar, também conhecidas como zona de planície, com pequena altura na borda do mar, de baías ou de rios.

Apesar das características impróprias da área para ocupação humana, a Baixada Fluminense, em especial Duque de Caxias, se transformou no principal eixo de expansão periférica da região metropolitana do Rio de Janeiro desde meados do século XX. Segundo Santos de Souza (2002), essa expansão ocorreu sem nenhuma adaptação do substrato físico para adequar a área à ocupação, dando pistas de uma relação desarmoniosa entre os níveis social e físico-natural do sistema territorial local.

Geomorfologicamente, essa região corresponde a um compartimento estrutural tectonicamente rebaixado de idade Cenozoica, que segundo Fonseca (1998, p. 70), "integra o chamado rift da Guanabara, anteriormente denominada 'vale de afundamento' Guanabara – Campo Grande – Rio Bonito". Ruellan (1944) se empenhou em estudar esse complexo, que não se restringe apenas à Baixada da Guanabara, mas é parte de um complexo geomorfológico maior, englobando os maciços litorâneos e a própria Serra do Mar (regionalmente chamada de Serra dos Órgãos), indo desde a Guanabara ao Vale do Paraíba.

Essa formação se explica no contexto de afastamento dos continentes sul-americano e africano, produzindo um sítio bastante diversificado com a ocorrência de vastas áreas dominadas depressões flúvio-lacustres e planícies de alúvio-colúvio, muito sujeitas a inundações, seja pela influência das marés, da vazão dos rios ou de ambas.

Devido ao baixo valor de mercado, áreas que em geral acompanham os rios (planícies fluviais), marcadas pelas constantes inundações, foram as pioneiras na ocupação, desrespeitando a legislação do Código Florestal; mas, que pelas facilidades de construção proporcionou o desenvolvimento do tecido urbano da Baixada Fluminense.

De acordo com Amador (1997), a geomorfologia da Baixada Fluminense foi produto de um lento processo de esculpimento desenvolvido durante os eventos de oscilações climáticas e variação do nível do mar ocorridos ao longo do Quaternário. Para o período recente, segundo estudos de Muehe (2008), é possível identificar uma taxa de elevação do nível relativo do mar da Baía de Guanabara na ordem de 1 centímetro por ano no período de 1960 a 1980, valor quase 70% superior à tendência secular mundial.

Essa elevação do nível médio da Baía de Guanabara tem impacto no sistema de drenagem, uma vez que há alterações importantes a jusante, e se podem expandir as áreas sujeitas a alagamentos. Atualmente a, cota de alagamento no município é de 3,5 metros (Defesa [...], 2013).

Devido às características locais de ocupação, sem um processo de adequação da infraestrutura para receber essa população, grande parte dos moradores não tem acesso ao sistema de esgotamento sanitário, fator que potencializa a expansão destas áreas de inundação, visto que há dificuldades no escoamento da água em ambientes impermeabilizados.

As partes mais elevadas no município ficam ao norte, onde se encontra a Serra dos Órgãos, a mais destacada feição orográfica da borda atlântica do continente sul-americano (Almeida; Carneiro, 1998) e que na porção fluminense tem como característica um conjunto de blocos de falhas. Além disso, como marca da transição entre as escarpas da Serra dos Órgãos e as planícies de inundação, é possível encontrar o domínio de morrotes, também conhecidos como "morros de meia-laranja", majoritariamente formados por batólitos.

Nessas áreas elevadas, o processo de ocupação é mais recente e mais intenso, sobretudo onde o processo de urbanização já é consolidado e o valor da terra urbana passa por um processo de valorização, tornando-se inacessível para grande parte da população.

É neste domínio geomorfológico que se assenta também os resquícios da vegetação original característica da Mata Atlântica (floresta ombrófla), desenvolvida no contexto de umidade do oceano Atlântico. Como aponta Tricart (1977[2] apud Ross, 1994), a supressão dessa vegetação se reflete em alterações no balanço de trocas existentes entre a biocenose, a atmosfera e o solo, provocando sobretudo um escoamento concentrado das águas pluviais e a diminuição de sua infiltração no solo.

Complementando a ideia, Ross (2012) advoga que esse tipo de situação favorece os processos morfogenéticos em detrimento dos pedogenéticos, incitando a instabilidade, aumentando, portanto a probabilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa.

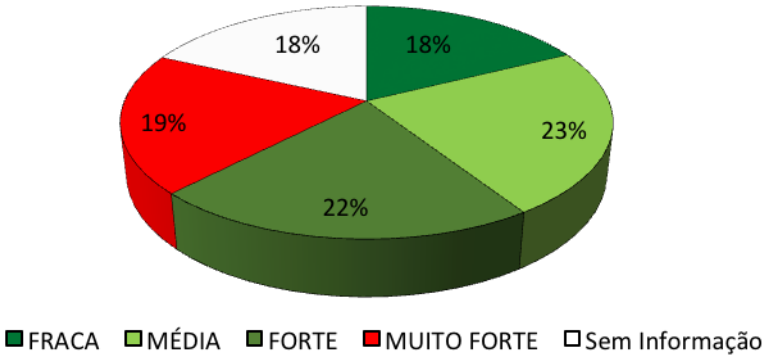
2 TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: Fibge-Supren, 1977.

Dadas essas características socioambientais, constata-se que mais de 40% (Figura 2) da área analisada no município de Duque de Caxias apresenta um grau de suscetibilidade forte ou muito forte, ou seja, a interação entre os níveis do sistema produzem uma situação de desequilíbrio, tornando essas áreas mais suscetíveis a crises (desastres).

Esse resultado deve ser interpretado como uma resposta às particularidades naturais do terreno, que originalmente já é sensível aos impactos da chuva. Contudo, quando se acumula nele uma infraestrutura deficitária, acentuam-se a exposição e a vulnerabilidade da população e a suscetibilidade do sistema territorial.

O mapa da Figura 3 apresenta a distribuição espacial dessas classes de suscetibilidade. A partir dele, é possível constatar que ao norte o alto grau de suscetibilidade se deve às escarpas da Serra dos Órgãos, mais propenso à ocorrência de movimentos gravitacionais de massa.

## Figura 2 – Quantificação das áreas de acordo com as classes de suscetibilidade




Já na porção centro-sul do município, apesar de algumas áreas apresentarem alta suscetibilidade a deslizamentos em função dos morrotes ali presentes, o predomínio é de áreas suscetíveis a ocorrência de enchentes/inundações, já que nesta área dominam as cotas entre 0 e 5 metros, além da maior densidade de rios.

O fato de essas áreas serem predominantemente urbanas, ou seja, marcadas pela impermeabilidade, concorre para agravar o problema, visto, ao lado de um sistema de drenagem deficitário, a baixa permeabilidade do solo favorece a concentração pluvial. Nas áreas urbanização densa, próximas ao rio e com deficiência sanitária, esse escoamento pode demorar até 120 dias, de acordo com a Defesa Civil Municipal (2013).

As galerias do município são mistas, ou seja, escoam tanto esgoto (sem tratamento), quanto águas pluviais. Assim, o acesso à rede de esgoto aparece como outro importante parâmetro, visto que é justamente nas porções noroeste e sudoeste e na borda leste (da Baía de Guanabara) que estão os maiores graus de suscetibilidade do município e também os setores censitários com maior grau de deficiência no esgotamento sanitário.

Para fins de validação do índice proposto, elaborou-se um nova álgebra de mapas, subtraindo o parâmetro que considera as informações de áreas de risco já mapeadas por órgãos competentes. O resultado desse teste (Figura 4) é positivo (compatibilidade aproximada de 85%), refutando a hipótese de que esse indicador superestima o modelo; na verdade, ele confere mais precisão à delimitação daquelas áreas prioritárias para atenção/atuação.

**Figura 3 – Mapa de suscetibilidade de Duque de Caxias ao impacto pluvial**

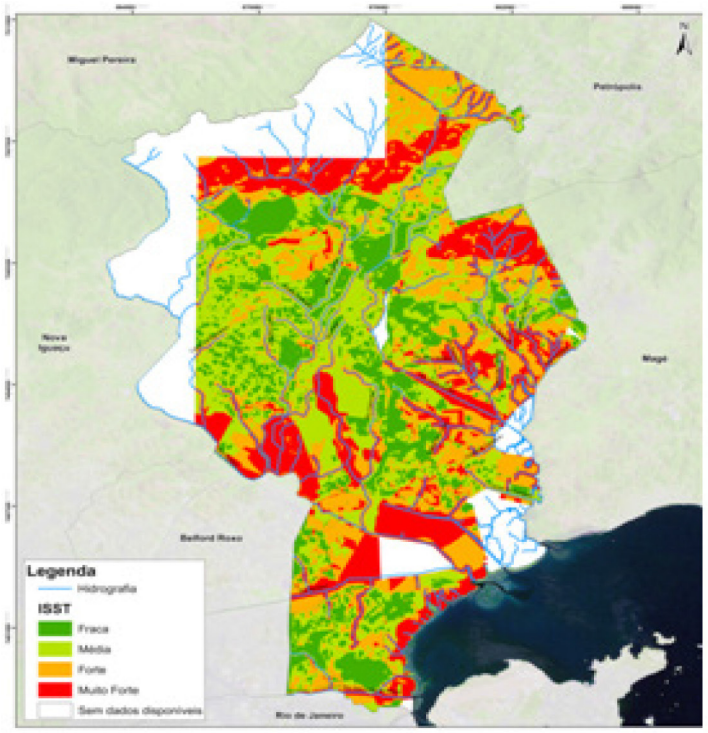
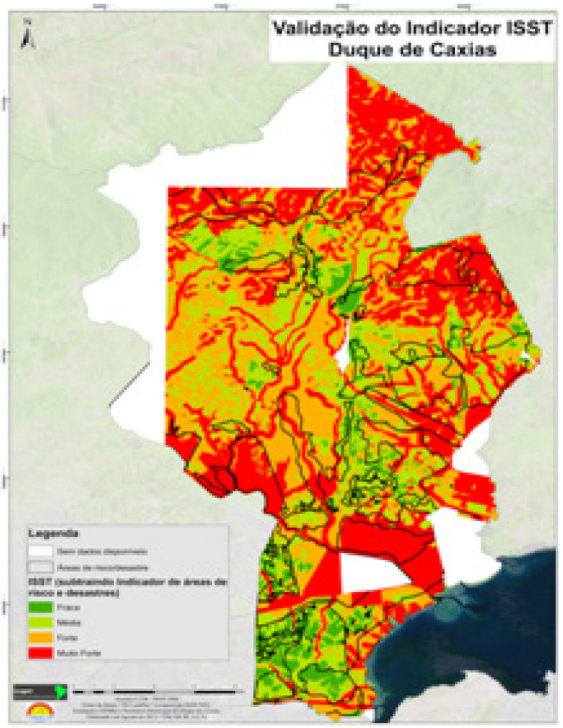



**Figura 4 – Validação da metodologia de formulação do indicador**




## Macrozoneamento municipal e exposição aos riscos ambientais de natureza atmosférica

O zoneamento deve ser encarado como um instrumento concreto para organizar o território de um município, que é fruto de contingências sociais, econômicas e políticas dentro da moldura dada pela paisagem em transformação. Cabe a ele e aos outros instrumentos da política de gestão territorial minimizar conflitos de uso e desigualdades, harmonizando os aspectos urbanísticos de modo a evitar a degradação ambiental e a exposição a riscos.

O macrozoneamento proposto pelo Plano Diretor urbanístico de Duque de Caxias confunde conceitualmente macrozoneamento e zoneamento urbano, usando critérios ora de adensamento, ora de uso; trata-se de um instrumento que, em relação ao anterior (1972), tem lacunas e insuficiência de critérios urbanísticos para o trabalho técnico.

Ao todo são seis macrozonas estabelecidas pelo Plano Diretor de 2006, aquelas com aderência aos propósitos deste estudo é a zonas definida para a ocupação, destinada ao adensamento e ocupação urbana. Na legislação ela é subdivididas em três níveis de acordo com a densidade de construções e disponibilidade de infraestrutura urbana.

As zonas de ocupação controlada apresentam restrições à intensiva ocupação do solo, abrangem essencialmente o primeiro distrito do município que concentra quase 49% da população local (IBGE, 2010). Trata-se da zona com as melhores condições de infraestrutura urbana, contudo tem os menores coeficientes de aproveitamento do terreno. Trata-se de uma zona que se orienta ao pouco estímulo para ocupação.

Já nas zonas de ocupação preferencial, a intensificação de ocupação é considerada estratégica para a consolidação da expansão urbana, objetivando uma maior integração, principalmente entre o segundo e terceiro distritos. Trata-se de área com baixa densidade populacional, cujos estímulos devem ser dados para a ocupação.

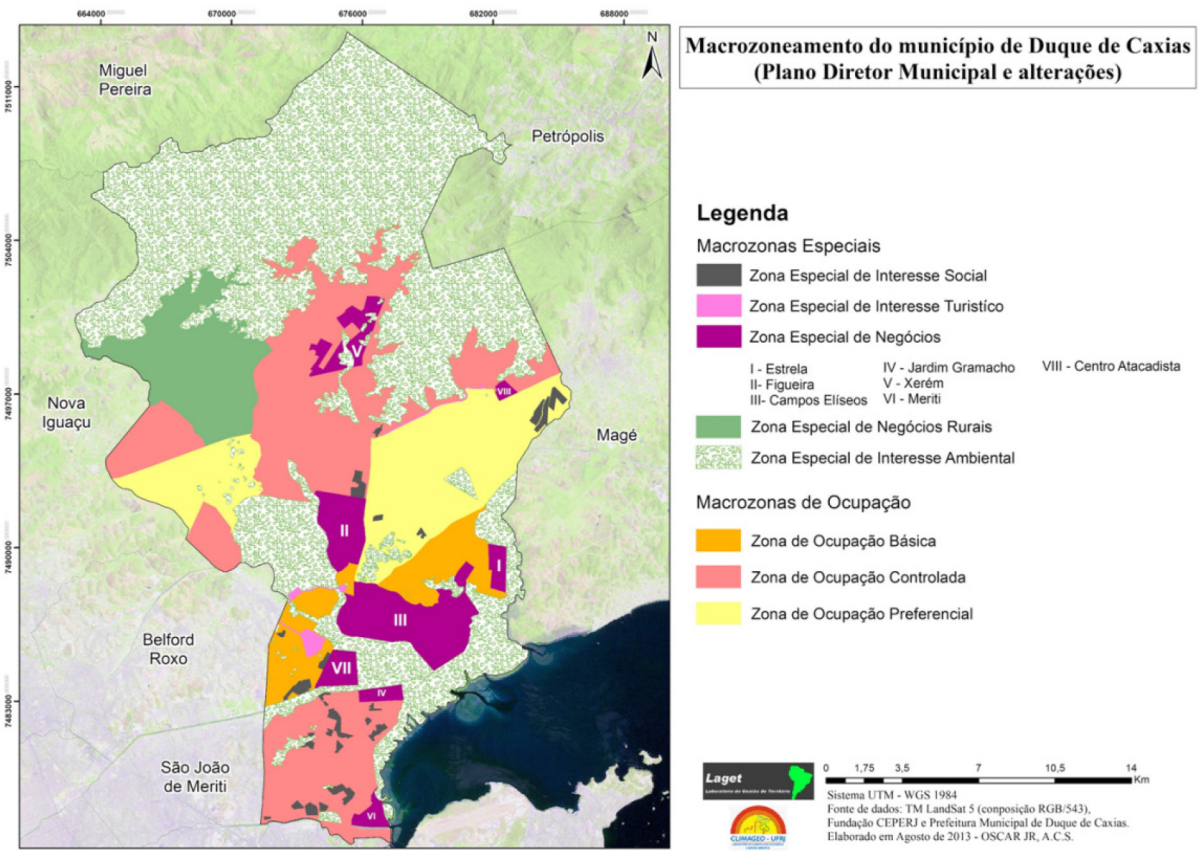
Segundo avaliação de F. L. Oliveira e Biasotto (2011), essa zona de ocupação preferencial em Duque de Caxias corresponde as áreas que contemplam problemas crônicos de saneamento básico, distância dos centros de emprego, serviços e dos equipamentos públicos; o adensamento dessa área sem a devida atuação do poder público pode acentuar a segregação do espaço urbano caxiense. Além disso, o *boom* logístico pelo qual passa o município pode agravar os problemas dessa área, aplicando-lhe um padrão urbanístico do tipo empresarial, com o interesse privado sobreposto ao público.

Na Figura 5, o mapa do Plano Diretor de 2006 ilustra a distribuição dessas (e outras) macrozonas no município. Observa-se uma expressiva porção do território destinada à preservação ambiental e uma pequena parcela às atividades rurais, muito diferente do município que até meados do século XX se destinava ao cultivo de cana-de-açúcar, milho, feijão, mandioca e arroz (Duque de Caxias, 2013).

Sendo o Plano Diretor o norte legal das ações do governo municipal e o instrumento que estabelece os temas prioritários para a gestão territorial, espera-se que, caso a gestão dos riscos seja aplicada ao ordenamento territorial, esteja de alguma forma presente na lei que orienta as políticas setoriais e a atuação do corpo técnico. Entretanto, os objetivos do Plano Diretor estão aquém daqueles propostos pelo Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei Federal n. 12.608).

Quanto aos objetivos do Plano Diretor, não corresponde à estratégia da política municipal de gestão territorial reduzir os riscos e recuperar as áreas impactadas. Pode-se imputar essa omissão principalmente ao fato de a Defesa Civil não constar entre as políticas setoriais, o que seria fundamental para garantir que a redução do risco de desastres e ações de proteção e defesa fossem previstas na gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais, como exige a Lei n. 12.608.

## Figura 5 – Macrozoneamento de Duque de Caxias




OSCAR JÚNIOR, A. C. S.

Interpreta-se, portanto, que na medida em que o Plano Diretor não considera a política da Defesa Civil como estratégica para o processo de gestão e não condiciona suas ações às informações produzidas pelo órgão, a gestão dos riscos e desastres não é uma das preocupações municipais. Outra forma de ratificar essa afirmação é o confronto do macrozoneamento do Plano Diretor com a metodologia de avaliação da suscetibilidade apresentada anteriormente.

A partir daí, é possível constatar que as Zonas de Ocupação Preferencial (ZOP) (Figura 6), as Zonas de Ocupação Básica (ZOB) e as Zonas Especiais de Interesse Social (Zeis) são as que mais têm área em situação de forte e muito forte suscetibilidade às chuvas, respectivamente com 55,5%, 51,8% e 41,2%.

No Quadro 6, constata-se que a ZOP é a macrozona com maior grau de suscetibilidade ao impacto pluviométrico, ou seja, uma área onde o sistema territorial encontra-se em desequilíbrio, o que merece atenção, já que foi definida como área prioritária para a expansão da ocupação urbana.

As de menor extensão de área em classe de forte e muito forte suscetibilidade são as ZOC (25,1%) (Figura 7); destaque-se o primeiro distrito, que conta com uma infraestrutura de drenagem mais adequada e à Zona Especial de Interesse Ambiental, com baixo percentual de área nessas classes (18,1%).

Os resultados apresentados apontam a necessidade de investimentos da administração pública na adaptação de seu território, os quais devem começar pela revisão urgente da legislação de gestão territorial. Se cabe à política de zoneamento urbano ordenar concretamente o uso da terra (Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001), esta deveria, além de se preocupar com parâmetros urbanísticos de adensamento, destinar o assentamento humano a áreas ambientalmente equilibradas, seguras e pouco suscetíveis a desastres (o que só passa a ser exigido efetivamente a partir de 2012).

## Quadro 6 – Percentual de área por zona de ocupação segundo o grau de suscetibilidade à pluviosidade

| Percentual de área por zona de ocupação segundo o grau de suscetibilidade | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Grau de Suscetibilidade | ZOP (%) | ZOB (%) | ZOC (%) | ZEIS (%) | ZEIA (%) |
| Sem dados | 5,0 | 0,3 | 6,1 | 1,8 | 0,8 |
| Fraca | 18,2 | 20,7 | 34,9 | 39,7 | 17,9 |
| Média | 21,4 | 27,1 | 33,9 | 17,3 | 7,8 |
| Forte | 26,7 | 39,2 | 17,9 | 22,4 | 10,1 |
| Muito Forte | 28,8 | 12,6 | 7,2 | 18,8 | 8,5 |

## Considerações finais

A pesquisa conduziu a algumas constatações no que tange à avaliação da suscetibilidade do território duque-caxiense ao impacto pluvial e do trato do instrumento de gestão territorial (Plano Diretor) com essa suscetibilidade a riscos ambientais.

Pela metodologia adotada, constatou-se a alta suscetibilidade do município a chuvas, com graus forte e muito forte em cerca de 40% do território. Marcadas pela transição das escarpas falhadas da Serra dos Órgãos às extensas planícies flúvio-marinhas, as características geomorfológicas do município ajudam a explicar essa suscetibilidade, que demanda planejamento e infraestrutura para viabilizar um uso seguro do sítio urbano.

**Figura 6 – Suscetibilidade ao impacto pluviométrico na Zona de Ocupação Preferencial**

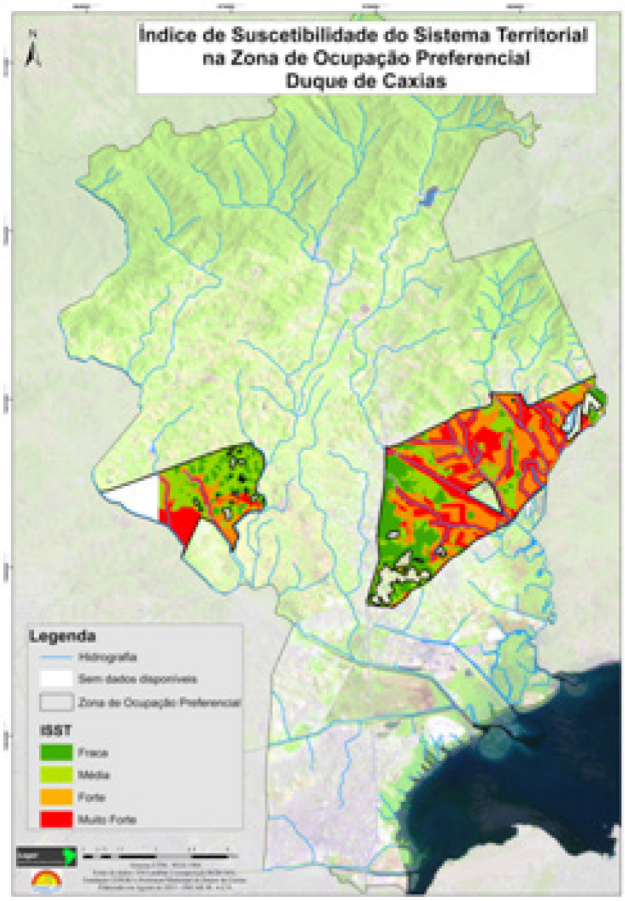
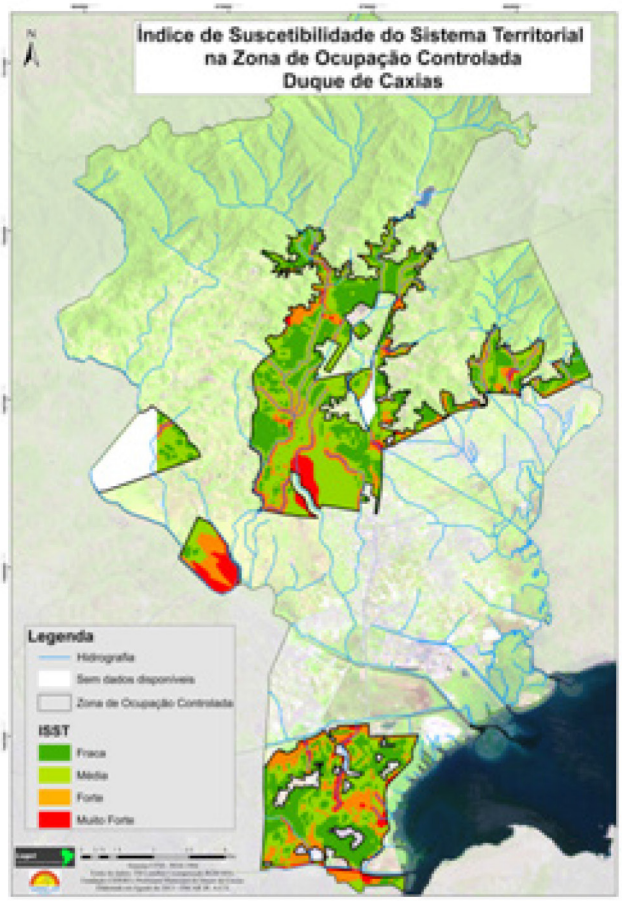



**Figura 7 – Suscetibilidade ao impacto pluviométrico na Zona de Ocupação Controlada**




A respeito da política de gestão territorial, dada a falta de exigência das normas que regiam sua elaboração antes de 2012, constatou-se que o Plano Diretor de Duque de Caxias não levou em conta aspectos da gestão dos riscos ambientais. Seria preciso mapear detalhadamente em nível cadastral e identificar adequadamente as áreas de risco (em suas diversas tipologias) para, a partir daí, desenvolver um zoneamento mais adequado, sobretudo porque Duque de Caxias está no cadastro do governo federal de municípios em áreas de risco.

Apesar da falta de uma normatividade técnica especifica, à época, no que tange a riscos ambientais, as orientações eram claras sobre a necessidade imperativa de diagnósticos, o que não foi feito no caso em tela.

Em função dessa falta de uma fase robusta de diagnósticos, o que se pode constar em Duque de Caxias é uma política de zoneamento municipal de diretrizes urbanísticas insuficientes que, além disso, tem orientado a expansão urbana para áreas carentes em infraestrutura, com alta suscetibilidade a chuvas e sem as devidas intervenções mitigadoras e de adaptação.

Assim, confirma-se a hipótese de que a política de ordenamento territorial do município concorre para elevar o grau de vulnerabilidade de sua população, não servindo ao propósito da gestão de riscos como a preconiza a Lei n. 12.608, sendo urgente sua revisão.

Acredita-se que esse resultado é consequência direta das limitações no desenvolvimento do Plano Diretor urbanístico do município, a saber:

(1) ele foi elaborado em apenas, pouco mais de três meses, para evitar as sanções federais que o município sofreria caso não fosse entregue;

(2) essa exiguidade do tempo impediu uma etapa adequada de diagnóstico dos aspectos sociodemográficos, econômicos e físico-naturais, repercutindo na formulação de uma legislação genérica, com pouca aderência à realidade local, e em parâmetros urbanísticos pouco detalhados, inviabilizando sua aplicação (os parâmetros aplicados remetem ao primeiro Plano Diretor, de 1972);

(3) a ausência de um pacto social na elaboração do Plano Diretor, ou seja, a pouca voz dada à população para reconhecer e equacionar os problemas do município. Ainda em função do prazo, houve pouco espaço para a participação da sociedade, o que resultou na ausência de mecanismos de participação descentralizada (já que todas as reuniões ocorrem na sede do governo); ausência também de assessoria técnica para uma leitura comunitária e elaboração de propostas; e omissão da prefeitura na oferta de mecanismos de mobilização da sociedade, presença nas reuniões e espaços de participação pública. Desse modo, conclui-se que os espaços de participação serviram antes para apresentar a proposta técnica do que para uma problematização do município por seus diversos atores sociais, chegando mais uma vez a um Plano que pouco reflete o município.

## Referências


ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 135-150, 1998.

ALVES, H. P. F. Metodologias de integração de dados sociodemográficos e ambientais para análise da vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas no contexto das mudanças climáticas. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. (Org.). **Populações e mudanças climáticas:** dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas, SP: Nepo-Unicamp, 2009. p. 29-52.

AMADOR, E. S. Baía da Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza. Tese (Doutorado e Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

BECKER, B. K. Síntese das contribuições da oficina da Política Nacional de Ordenamento Territorial. In: OFICINA SOBRE A POLÍTICA NACIONAL DE ORDENAMENTO TERRITORIAL, 13-14 nov. 2003, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: MI, 2005. p. 71-78.

_____. Geografia política e gestão do território no limiar do século XXI. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 3, p. 169-182, 1991.

BRAGA, R. Plano Diretor Municipal: três questões para discussão. **Caderno do Departamento de Planejamento**. Presidente Prudente, SP: UNESP, v. 1, n. 1, p. 15-20, ago. 1995.

CARDONA, O. D. The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management. In: BANKOFF, G.; FRERKS, G.; HILHORST, D. (Org.). **Mapping vulnerability:** disasters, development, and people. London: Earthscan, 2004. p. 37-51.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Planejamento em Defesa Civil**. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional, 1999.

COELHO, C. Riscos de exposição de frentes urbanas para diferentes intervenções de defesa costeira. Tese (Doutorado) – Universidade de Aveiros, Aveiros, 2005.

DEFESA CIVIL MUNICIPAL DE DUQUE DE CAXIAS. **Relatório de Atividades da Defesa Civil de Duque de Caxias de 2013**. Duque de Caxias, RJ: Defesa Civil Municipal, 2013.

DUQUE DE CAXIAS. Câmara Municipal. Duque de Caxias, RJ: CMDC, [s.d.]. Disponível em: http://www.cmdc.rj.gov.br/?page_id=1155. Acesso em: jan. 2013.

FONSECA, M. J. G. Mapa geológico do estado do Rio de Janeiro. Escala 1:400.000. Texto explicativo. Rio de Janeiro: DNPM, 1998.

GÓMEZ OREA, D. Ordenación territorial. 2. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2007.

GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, G. L. **Indicadores de vulnerabilidade social e natural como subsídio ao planejamento territorial:** o exemplo de Barra Mansa-RJ. Dissertação (Mestrado em Geologia Aplicada) – Faculdade de Geologia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010:** Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf. Acesso em: out. 2013.

JULIÃO, R. P. et al. Guia metodológico para produção de cartografia municipal de risco e para criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal. Porto, PT: Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2009.

MORAES, A. C. R. **Ideologias geográficas:** espaço, cultura e política no Brasil. 5. ed. São Paulo: Annablume, 2005.

MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia:** uma atualização de bases e conceitos. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 253-302.

NUNES, L. H. Mudanças climáticas, extremos atmosféricos e padrões de risco a desastres hidrometeorológicos. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. (Org.). **Populações e mudanças climáticas:** dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas, SP: Nepo-Unicamp, 2009. p. 29-52.

OLIVEIRA, F. L.; BIASOTTO, R. O. Acesso à terra urbanizada nos planos diretores brasileiros. In: SANTOS JR., O. A.; MONTANDON, D. T. (Org.). **Os planos diretores municipais pós-Estatuto da Cidade:** um balanço crítico e perspectivas. Rio de Janeiro: Letra Capital/Observatório das Cidades/IPPUR-UFRJ, 2011. p. 57-98.

OLIVEIRA, F. P. **Direito do ordenamento do território**. Coimbra: Almedina. 2002. (Coleção Cadernos Cedoua.)

OSCAR JR., A. C. S. Extremos atmosféricos e desastres hidrometeorológicos em Duque de Caxias-RJ. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 192-208, 2015.

_____. Ordenamento Territorial e Riscos Ambientais de Natureza Atmosférica no município de Duque de Caxias-RJ. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PASSOS, M. M. A conceituação da paisagem. **Formação**, Presidente Prudente, v. 1, n. 3, p. 131-143, 1996.

PUJADAS, R.; FONT, J. **Ordenación y planificación territorial**. Madrid: Síntesis, 1998.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia:** ambiente e planejamento. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2012.

_____. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 1994.

RUELLAN, F. A. Evolução geomorfológica da Baía de Guanabara e das regiões vizinhas. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro: IBGE, v. 6, n. 4, p. 3-66, out./dez. 1944.

SANTOS DE SOUZA. M. Escavando o passado da cidade: a construção do poder político local em Duque de Caxias. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2002.

UNWUIN, T. **El lugar de la geografía**. Madrid: Cátedra, 1995.