

# **Os cenários de mudanças climáticas como novo condicionante para a gestão urbana: as perspectivas para a população da Cidade do Rio de Janeiro\***

**Marilene Agrizzi Nacaratti♣**

Palavras-chave: mudanças climáticas, gestão urbana, risco, vulnerabilidade

## **RESUMO**

A consolidação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em 1992 proporcionou grande estímulo à pesquisa acerca dos efeitos das mudanças climáticas nas diversas áreas disciplinares ocupadas com o bem-estar das populações.

A ampliação do conhecimento sobre as variações no clima apresentadas no último relatório do IPCC, em 2007, confirmou a necessidade do enfrentamento da questão. Além do que, os cenários previstos direcionam especial atenção aos ambientes costeiros pela perspectiva de elevação do nível médio das marés, fato que afetaria profundamente as populações de países insulares e de metrópoles litorâneas.

Algumas iniciativas provenientes dos setores de planejamento da Cidade do Rio de Janeiro demonstram a intenção de inserção dessas questões na gestão urbana. Verifica-se também já existir considerável produção científica refletindo a preocupação com o futuro da população da maior metrópole litorânea brasileira.

O objetivo desse artigo é por isso proporcionar a visão preliminar de possíveis impactos decorrentes das mudanças climáticas sobre a população da cidade do Rio de Janeiro e sua região metropolitana a partir de algumas ações de reconhecimento do problema.

Na primeira seção o texto apresenta a confirmação da importância de identificação das vulnerabilidades aos desastres naturais e impactos decorrentes das mudanças climáticas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Posteriormente é apresentado o resultado de trabalhos produzidos nos setores acadêmicos visando identificação das vulnerabilidades e prováveis impactos sobre a população carioca.

---

\* Trabalho apresentado no XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, realizado em Caxambu- MG – Brasil, de 29 de setembro a 03 de outubro de 2008.

\*Arquiteta urbanista e analista ambiental do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

# **Os cenários de mudanças climáticas como novo condicionante para a gestão urbana: as perspectivas para a população da Cidade do Rio de Janeiro\***

**Marilene Agrizzi Nacaratti♣**

## **Introdução**

A atuação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima - IPCC<sup>1</sup>, o grupo de trabalho criado no âmbito das Nações Unidas responsável pela evolução técnica e científica das questões relacionadas às alterações climáticas, inquestionavelmente, acelerou o desenvolvimento do conhecimento relativo ao tema. Ao mesmo tempo, identificou a dimensão de impactos prováveis sobre o planeta por meio de cenários projetados para um futuro próximo. Induziu dessa forma, a abertura de amplo espaço nas várias disciplinas ocupadas com o bem-estar das populações para as questões relacionadas à imprescindível adaptação dos grupamentos humanos às novas condições ambientais esperadas.

Desde a emissão de seu terceiro relatório, em 2001, o IPCC indicava que a temperatura média global havia subido em 0,6°C no século XX e previa ainda uma elevação de 1,4 a 5,8°C. Afirmava também que o nível do mar se elevaria segundo uma variação de 9 a 88 cm nos próximos 100 anos. O quarto relatório de avaliação do IPCC, de fevereiro de 2007, apoiado nas mais recentes pesquisas, além de confirmar as tendências e incorporar novos conhecimentos ao documento anterior, apresenta como característica especial a ampliação do nível de certeza de 60% para 90% referente às previsões de impactos.

Baseando-se em observações feitas em todos os continentes o documento conclui que muitos sistemas naturais e humanos estão sendo afetados, principalmente pelo aumento de temperatura. Em especial, é provável que sistemas costeiros e áreas de baixa altitude fiquem expostos a maiores riscos de erosão, além das pressões já impostas pela ocupação humana. As projeções são de que milhões de pessoas sejam atingidas por inundações em áreas densamente povoadas, sobretudo, nos países em desenvolvimento em razão de limitações da capacidade de adaptação<sup>2</sup>.

A ampliação do conhecimento e precisão das previsões indicou a necessidade de enfrentamento da questão por meio de duas linhas básicas de ação: redução de emissões de gases de efeito estufa – os chamados GEE, e preparação das cidades para prováveis impactos sobre o ambiente mediante a constatação de que o volume emissões passadas de dióxido de carbono<sup>3</sup>, lançado na atmosfera já aponta tendência à irreversibilidade da situação mesmo que os acordos estabelecidos entre as nações propiciem a redução das emissões mundiais nos prazos determinados (IPCC,2007).

A grande ênfase dispensada pelo IPCC à imprescindível adaptação de estruturas urbanas já tem recebido respostas que se concretizaram por meio de ações como: projetos de infra-

---

\* Trabalho apresentado no XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, realizado em Caxambu- MG – Brasil, de 29 de setembro a 03 de outubro de 2008.

♣Arquiteta urbanista e analista ambiental do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos

<sup>1</sup> O IPCC foi criado por deliberação do Programa das Nações Unidas e Meio Ambiente - PNUMA e da Organização Mundial de Meteorologia – WMO em 1988.

<sup>2</sup> Mouroun (2007) afirma que a literatura aponta diversas definições de adaptação. A definição do IPCC, por sua vez, é orientada para o ajuste dos sistemas ecológicos, sociais ou econômicos objetivando a redução das vulnerabilidades decorrentes dos novos padrões climáticos. A capacidade adaptativa de cada comunidade é proporcional a sua habilidade na interação com as novas condições ambientais.

<sup>3</sup> Gás considerado o principal contribuinte para a ampliação do efeito estufa.

estrutura - como os de defesa costeira, nas Ilhas Maldivas e na Holanda; medidas de prevenção às inundações provocadas por ruptura dos lagos glaciais - no Nepal; políticas e estratégias de gestão dos recursos hídricos - na Austrália; e repostas dos governos às ondas de calor - em alguns países europeus.

Diante dessas perspectivas, emerge também a preocupação com a situação dos países com economias em crescimento, que poderão ter suas trajetórias de desenvolvimento substancialmente influenciadas, já que as capacidades de mitigação e adaptação dependeriam diretamente da capacidade financeira e institucional para lidar com os novos padrões do clima (MOUROUTON, 2007). Soma-se a esse quadro o fato de que a vulnerabilidade às mudanças do clima pode ser exacerbada pela presença de outros fatores de tensão, com a poluição, pobreza e acesso desigual aos recursos (IPCC, 2007).

No Brasil, de acordo com MARENGO et al (2007), a perspectiva da elevação do nível das marés<sup>4</sup> afetaria 25% da população brasileira, cerca de 42 milhões de pessoas, que vivem nas cidades litorâneas. E, especial atenção deveria ser dada às cinco principais metrópoles à beira-mar – Fortaleza, Recife, Salvador, Rio de Janeiro e Belém onde se estima estar concentrada mais de 24 milhões de pessoas segundo a contagem de 2007 do IBGE.

Na região Sudeste as variações das marés poderiam provocar o “empilhamento” de até 20 cm de água na costa do Estado do Rio de Janeiro e destruir grande parte da infra-estrutura urbana à beira mar. Essas projeções talvez ainda não sejam suficientes para classificar a cidade do Rio de Janeiro e sua região metropolitana como “em situação de vulnerabilidade”, mas já chamam a atenção de pesquisadores, técnicos e gestores que procuram identificar alternativas para as repercussões do problema.

No núcleo da maior metrópole da costa brasileira, a cidade de Rio de Janeiro, o poder público tem demonstrado a preocupação com o reconhecimento do problema pela opinião pública, de forma que, algumas iniciativas de redução de emissões e mitigação dos impactos já foram esboçadas. Verifica-se também já existir considerável produção científica refletindo a preocupação dos setores de pesquisa com o futuro da população.

Esse artigo tem, portanto, o propósito de proporcionar uma visão preliminar de possíveis impactos decorrentes das mudanças climáticas sobre a população da cidade do Rio de Janeiro e sua região metropolitana a partir de algumas iniciativas que integram o conjunto de esforços iniciais para ampliação do entendimento da questão.

## **1- A adaptação da cidade: a importância do monitoramento constante das vulnerabilidades**

A objetividade do quarto relatório do IPCC ao apontar o aquecimento do sistema climático com base em observações de aumento das temperaturas médias globais do ar e do oceano, do derretimento de geleiras e da elevação do nível global do mar parece não ser ainda suficiente para dirimir as divergências entre os especialistas do clima quanto à intensificação de ocorrências de eventos meteorológicos extremos desde meados dos anos de 1990.

A hipótese de alternância cíclica de ocorrência de eventos meteorológicos extremos em períodos de relativa calma e décadas de intensa atividade justifica a rejeição de alguns grupos de cientistas pelas correlações que são feitas entre os registros recentes de fenômenos, como as tempestades e furacões no Atlântico Norte, e o aquecimento da Terra. Enquanto isso, outras correntes de pensamento admitem que qualquer que seja os motivos das alterações nos parâmetros climáticos, estes se constituíram um importante fator para a ocorrência de eventos extremos (ESPECIALISTAS, 2006).

---

<sup>4</sup> Nos últimos 50 anos foi observado que a costa brasileira seguiu uma tendência de elevação de 4mm/ano (MESQUITA, 2005; apud MARENGO, 2007)

Apesar da persistência de incertezas quanto a tais associações, indiscutível é o rastro de centenas de mortes e milhares de pessoas desabrigadas, sobretudo no Caribe, provocado pelos eventos registrados em 2006 pelo Centro Nacional de Furacões (NHC) dos Estados Unidos (ROCHA, 2007).

No Brasil, os meios de comunicação têm dado grande destaque ao registro de fenômenos meteorológicos em áreas onde não haviam sido observadas ocorrências anteriores. Episódios como o furacão Catarina no Estado de Santa Catarina em 2004, um tornado em Indaiatuba, interior de São Paulo em 2005, assim como, o aumento da intensidade das secas na Região Sul e na Amazônia e das enchentes no Sudeste, sem dúvida despertam a atenção de todos pela possibilidade intrínseca de prejuízos materiais e riscos à vida trazidos por tais fenômenos.

A constatação desses fatos tem determinado o crescente destaque nos estudos acadêmicos e nas políticas de defesa contra catástrofes naturais em todo o país.

A idéia de “hazard”, ou perigos, está relacionada aos efeitos que fenômenos naturais produzem sobre uma determinada forma de ocupação e apropriação do meio natural. Marâdola (2005) chama atenção para a importância do entendimento da dinâmica dos desastres naturais e de suas conseqüências como uma combinação das características do evento físico com a capacidade de resposta do grupamento humano afetado. Essa capacidade depende diretamente da avaliação de dois componentes básicos: a vulnerabilidade e a resiliência do meio.

A vulnerabilidade dos lugares pode ser entendida como o conjunto do conhecimento de características do micro-clima, geomorfologia, vegetação, solo e outras relacionadas ao meio natural; da ocupação humana como densidade, manejo dos recursos naturais e ainda, dos fatores culturais, políticos, econômicos e institucionais que determinarão a preparação das populações para o enfrentamento das situações de perigo.

A resiliência, por sua vez, está associada à capacidade de recuperação após a ocorrência dos perigos, já que alguns ecossistemas são mais frágeis que os outros. Lugares com maior capacidade de recuperação e recursos sofrerão menos com os desastres naturais. Dessa forma, os danos decorrentes de eventos extremos devem ser analisados a partir da relação “sociedade-natureza” e não apenas como um episódio de azar (MARÂDOLA, 2005).

A preocupação com a relevância dos estudos sobre a vulnerabilidade dos lugares já é considerada nas definições de políticas de segurança da população do Brasil, tal como se deu no documento do Ministério da Integração Nacional “Segurança Global da População” que apresenta a sustentação teórica para as disposições do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC. Dois pontos do documento merecem ser destacados aqui. O primeiro é referente à necessidade urgente de observação do desenvolvimento de estudos que sistematizaram no nível internacional a questão da redução de desastres. Neles são considerados os aspectos da prevenção, preparação para emergências, respostas e reconstrução, assim como identificadas as profundas relações com o desenvolvimento sustentado e a proteção ambiental.

O outro ponto refere-se à afirmativa de que a magnitude dos danos provocados pelos desastres ser diretamente dependente do grau de vulnerabilidade dos contextos em que ocorrem. E exemplifica o posicionamento adotado com a comparação dos resultados da redução da vulnerabilidade pela preparação de sociedades locais após a ocorrência de terremotos de mesma intensidade, no caso de 6.5 graus na escala Richter, em três locais distintos: na Califórnia – 5 óbitos, no Cairo – 20 óbitos e na Armênia – 40mil óbitos (CASTRO, 2005).

A importância dos estudos de vulnerabilidade na conjuntura das políticas para as mudanças climáticas justifica-se, portanto, pela possibilidade de que eventos climatológicos extremos venham ocorrer aqui, como nas demais partes do planeta, potencializados pela redução da capacidade adaptativa dos sistemas naturais em conseqüência das interferências

antrópicas, e assim, poderão afetar grande número de pessoas. Some-se a esse argumento, como recorda Moroun (2007), que de acordo com as previsões do IPCC, os altos custos das adaptações nos países em desenvolvimento, estimados pelo Banco Mundial deverão estar entre US\$10 e US\$ 40 bilhões ao ano. Essa perceptiva, foi o estímulo para a Conferência das Partes na reunião de Nairobi, em 2006, assegurar 2% dos fundos provenientes de atividades de projetos certificadas para cobrir despesas administrativas, e para a assistência aos países em desenvolvimento particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima.

Avaliando a questão a partir dos reflexos das alterações dos padrões climáticos globais na cidade do Rio de Janeiro, a identificação das vulnerabilidades é justificada pelo fato de que estudos acerca dos impactos no território brasileiro apontam a cidade e sua região metropolitana como uma das áreas que mais sofrerá com os efeitos da elevação do nível do mar (NAE, 2005).

A estrutura urbana da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - RMRJ com 5.693 km<sup>2</sup> desenvolveu-se sobre um sítio constituído de planícies litorâneas que abrigam um conjunto complexo de ecossistemas recortados por maciços montanhosos recobertos por floresta muito próximos ao arco de praia.

A posição estratégica para a navegação marítima de seu núcleo inicial, determinou, desde sua formação, papel de destaque na rede de comércio do Atlântico Sul. Atualmente é a maior aglomeração urbana da Zona Costeira Brasileira composta por 19 municípios totalizando uma área de 5.693 km<sup>2</sup> contando com mais de 11 milhões de habitantes, sendo que destes, 6 milhões estão concentrados na cidade do Rio de Janeiro. No plano nacional é a região metropolitana que alcançou o maior grau de urbanização, aproximadamente 99,5%, a maior densidade de ocupação, 2.285,5 hab/km<sup>2</sup> e cresceu a uma taxa média geométrica anual de 1,12 % aa. entre 91 e 2000.

Uma rápida revisão no processo de evolução urbana do Rio de Janeiro demonstra que uma sucessão de intervenções alterou o meio natural e colaborou para ampliar as fragilidades e problemas ambientais.

A expansão da malha urbana se deu em grande parte por aterros, intensa ocupação de orla e desmontes de morros. Por mais de 4 séculos a dinâmica natural de extensas áreas de baixas declividades localizadas a grandes distâncias dos corpos d'água receptores das bacias e sob influência das marés foi desconsiderada. Exemplos desse tipo de intervenções estão localizados no centro histórico, onde aterros de orla e de alagadiços foram realizados desde a ocupação inicial da cidade, na Região Portuária, com a construção do Porto do Rio no início do século XX, nos aterros da Zona Sul e Baía de Guanabara. Práticas semelhantes continuam a ocorrer ainda hoje no processo de expansão urbana e podem ser observadas na Baixada de Jacarepaguá e de Sepetiba. Os efeitos adversos das inundações verificados em grandes parcelas do território submetidas a esse tratamento, entretanto, já foram, motivo para a determinação de critérios de ordenamento definidos pelo Plano Diretor Decenal de 1992<sup>5</sup>. Desde sua aprovação ficou determinada a criação de regulamentos especiais para as áreas cujo tipo de solo apresentasse vulnerabilidade a inundações ou que estivessem sob a influência marinha que, como se constata pela figura 1, constitui boa parcela do território municipal. Apesar do avanço da legislação da década de 90, pouco se progrediu nos estudos de detalhamento e pode-se dizer que nada foi feito em termos de medidas legais restritivas visando uma ocupação sustentável das referidas áreas.

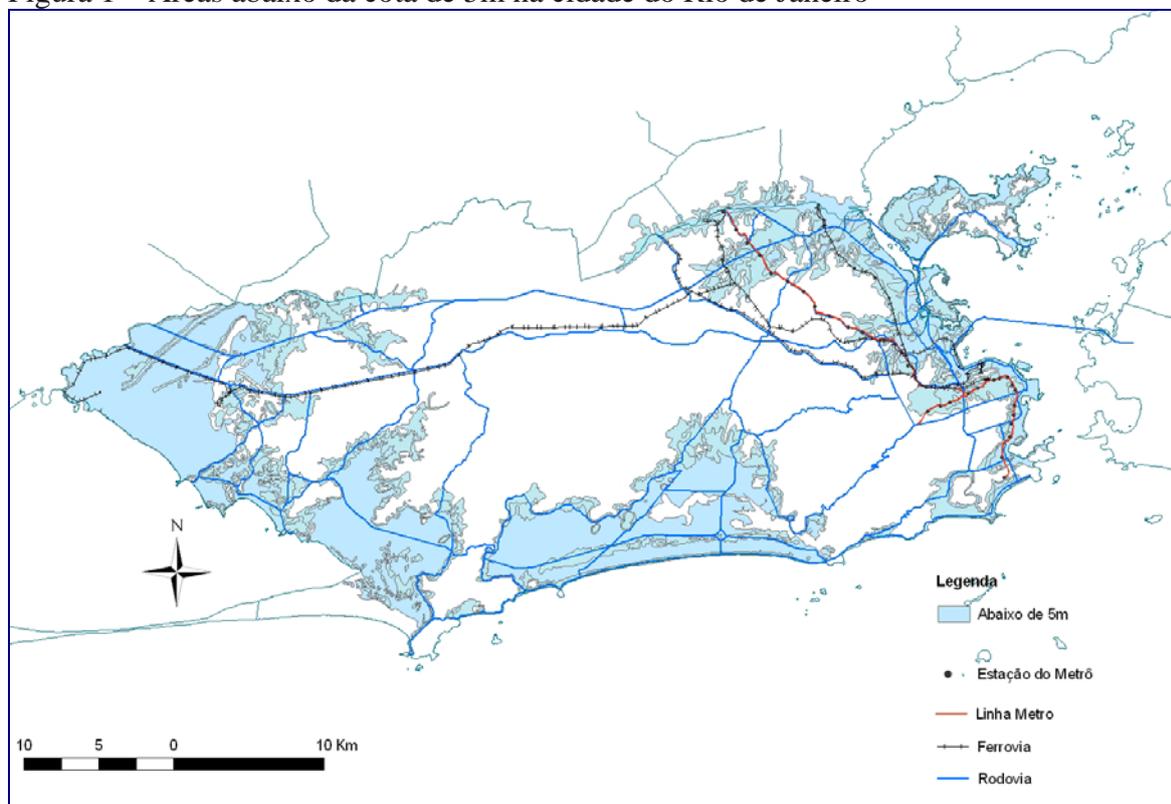
A suscetibilidade a acidentes geotécnicos decorrentes de fatores climáticos, topográficos e geológicos é outra característica marcante na história da cidade. Inumeráveis eventos, muitos

---

<sup>5</sup> O artigo 50 da Lei Complementar 16 que institui o Plano Diretor Decenal da Cidade de 1992 define os critérios para ocupação urbana de áreas com condições físicas adversas e classifica-as em áreas frágeis de encostas e as áreas frágeis de baixadas.

deles catastróficos, puderam ser observados ao longo do período de aceleração da urbanização no século XX. Apesar dos consideráveis investimentos no controle da estabilidade das encostas iniciados ainda nos anos 60, dados da Coordenação de Defesa Civil da Cidade do Rio de Janeiro de 2006 revelam que mais de 68% dos atendimentos relacionados a fatores ambientais ocorreram nessas áreas (PCRJ,2007).

Figura 1 – Áreas abaixo da cota de 5m na cidade do Rio de Janeiro



Fonte: PCRJ, 1992

As contradições no processo de urbanização do espaço metropolitano do Rio de Janeiro que certamente influenciam a vulnerabilidade em relação a desastres naturais podem ainda ser expressas por aspectos como: a precariedade das condições de habitação e ausência de políticas pertinentes, o que contribui para que só no município central, de acordo com dados do Instituto Pereira Passos, existem mais de 700 favelas e 907 loteamentos irregulares e clandestinos. (PCRJ, 2007. Vários outros municípios da RMRJ apresentam-se com mais de 20% de seus domicílios considerados inadequados à habitação e um déficit total de mais de 225 mil domicílios; a deficiência do saneamento em 35% dos domicílios não está ligada a rede de esgotamento sanitário e, em pelo menos 9 municípios ocorre a inexistência de locais adequados para a disposição de resíduos sólidos (CIDE, 2007).

No que concerne aos sistemas de alerta e defesa segundo dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais – 2006 do IBGE, os municípios de Magé, Guapimirim, Paracambi e Tanguá sequer têm uma coordenação de defesa civil instituída em sua estrutura de gestão pública.

A cidade do Rio de Janeiro, com maior dotação orçamentária é a mais equipada. Conta com o sistema ALERTA-RIO da Prefeitura criado em 1996 que utiliza 32 pontos de coleta de dados pluviométricos, imagens de radares meteorológicos, detector de raios, dados climáticos de duas estações meteorológicas, imagens de satélite e informações disponíveis na Internet para emissão de alerta de temporais e acidentes geotécnicos nas encostas. A Superintendência

Estadual de Rios e Lagoas – SERLA, por sua vez, mantém na RMRJ outras 29 estações pluviométricas para projetos de macrodrenagem e outros fins.

Integram também esse sistema de alerta a rede meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET que, devido a inúmeras dificuldades de operação, em 2005, mantinha apenas 6 estações em funcionamento, e a rede do Sistema Estadual de Meteorologia – SIMERJ responsável por elaborar a previsão do tempo para todo o Estado do Rio de Janeiro e disponibilizar previsões para toda a RMRJ.

Novas interferências nesse intrincado sistema urbano que compõe a RMRJ deverão ser em breve percebidas pela consolidação de uma série de novos empreendimentos provenientes do PAC – Programa de Aceleração do Crescimento do governo federal.

Uma delas, o "Arco Rodoviário Metropolitano" acrescentará 70 km de novas estradas ao sistema rodoviário da RMRJ. A rodovia cortará 7 municípios com a finalidade de gerar fluxos de escoamento da produção e ampliar as taxas de emprego. A obra ligará a BR-101 em Itaboraí, ao Porto de Itaguaí, na Baía de Sepetiba, passando por vários municípios da Baixada Fluminense e viabilizará empreendimentos como a construção da CSA – Companhia Siderúrgica do Atlântico em Itaguaí, o Complexo Petroquímico de Itaboraí e beneficiar outras empresas e pólos econômicos da RMRJ.

As fragilidades naturais já detectadas pelo processo de evolução urbana e estudos relativos às mudanças climáticas juntamente com os impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes dos novos empreendimentos, sem sombra de dúvida, como em outras partes do mundo, interferirão nas condições da permanência da população na região. Reforçam, portanto, a relevância do monitoramento das vulnerabilidades da RMRJ nos próximos anos.

## **2 - A preparação para as mudanças climáticas na agenda da cidade**

A inserção de questões relacionadas às mudanças climáticas e seus efeitos locais foi introduzida no âmbito da Cidade do Rio de Janeiro em 1998 como parte de um pacote de parcerias entre a Prefeitura e a organização não-governamental com sede no Canadá ICLEI<sup>6</sup>. Essa entidade incentivou em várias cidades do mundo a realização da contabilização de emissões de GEE com o objetivo de identificar medidas de redução. O principal produto dessa associação foi o Inventário das Emissões de Gases do Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro desenvolvido pelo Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas – CENTRO CLIMA da COPPE/UFRJ.

As ações relacionadas ao tema voltaram à agenda da cidade apenas em fevereiro de 2007, por ocasião da assinatura de um decreto municipal<sup>7</sup> com o qual foi estabelecido o Protocolo de Intenções do Rio, ainda em vigor, e que propõe um conjunto de medidas de mitigação aos efeitos do aquecimento global sobre a Cidade do Rio de Janeiro.

Desta vez, com maiores pretensões que a iniciativa anterior, o referido protocolo é expandido para todos os setores da Prefeitura. Além das reduções de emissões, apresenta-se com a intenção de mobilização social, ampliação do conhecimento sobre os reflexos na cidade, integração dos setores chaves para elaboração de um plano de ação, incorporação da variável "mudança climática" no Plano Diretor, adaptações da legislação e apoio a projetos de desenvolvimento limpo.

O segundo momento do tratamento da questão do aquecimento global e suas conseqüências na cidade foi iniciado logo após a divulgação do quarto relatório do IPCC

---

<sup>6</sup> Intenational council for Local Iniciatives

<sup>7</sup> Decreto N.º 27.595 de 14 de fevereiro de 2007.

também em fevereiro de 2007, e, portanto, não poderia deixar de dispensar a especial atenção ao nível de certeza acerca dos impactos sobre o meio, tônica principal do momento.

A linha inicial de ação adotada pela Prefeitura do Rio foi a promoção de uma série de encontros entre pesquisadores e técnicos dos principais setores da gestão municipal para detalhamento e análise dos principais pontos vulneráveis da cidade com resultados apresentados ao público no Seminário Rio Próximos 100 anos<sup>8</sup>.

Essa iniciativa de transposição da questão do nível global para o local foi consolidada por meio do que se denominou de “pareceres temáticos” de especialistas, conjugadas a contribuições do corpo técnico municipal. Os pareceres foram divididos em questões relacionadas à geoeconomia; aos impactos na linha de costa, dinâmica costeira e no micro clima; aos principais ecossistemas; à infra-estrutura urbana e à saúde da população.

Desse conjunto de trabalhos, cujo objetivo foi ampliar o conhecimento acerca do estado do meio natural e sua forma de apropriação pela sociedade na Cidade do Rio de Janeiro e Região Metropolitana, ou seja, da vulnerabilidade do lugar, foram extraídos alguns pontos apresentados a seguir.

### **3- Identificação das vulnerabilidades**

#### **3.1 – Contextualização sócio-econômica**

O parecer a partir de uma visão geoeconômica desenvolvido por Egler<sup>9</sup>(2007) procura justificar a necessidade de soluções de mitigação dos impactos das mudanças climáticas pelo destaque da RMRJ como a maior aglomeração urbana do litoral brasileiro. Sua relevância no ambiente comercial do Atlântico Sul recebe especial contribuição do resultado da relação marcante entre a cidade a área de produção de petróleo e gás natural proveniente da Bacia de Campos.

No que se refere às previsões de perturbações futuras na região conseqüentes da elevação dos níveis das marés e eventos meteorológicos de potencial destrutivo ressalta dois aspectos preocupantes: 1- o pouco conhecimento oceanográfico do Atlântico Sul onde a cidade se situa, o que dificulta previsões sobre seu comportamento mediante às mudanças climáticas; 2- a grande diversidade natural e social que provocaram respostas também diversificadas aos eventos associados a alterações do clima.

Uma avaliação preliminar de trechos do território da RMRJ suscetíveis a calamidades com base nos mapas do Macrodiagnóstico da Zona Costeira Brasileira em escala 1:100.000 revela que as áreas industriais circundadas por habitações precárias, como ocorre no Município de Duque de Caxias, são merecedoras de atenção. As conseqüências de eventos de risco nesses locais excederiam aos limites municipais e afetaria o Município do Rio de Janeiro. Outros pontos de alto risco tecnológico seriam ainda, a Baía de Guanabara por abrigar a infra-estrutura de desembarque, armazenagem e refino de petróleo, as unidades de processamento de gás natural e do pólo gás-químico de Campos Elíseos; e a Baía de Sepetiba, por guardar o passivo ambiental da Metalúrgica Ingá Mercantil que poderiam ser liberados na hipótese de ocorrência de ventos fortes e provocar a contaminação no interior da baía. Em mesma situação estariam a Termoelétrica de Santa Cruz as demais unidades siderúrgicas e metalúrgicas localizadas na cidade – Siderúrgica Guanabara e da VALESUL.

O estudo de Egler resulta assim, numa defesa da ampliação da capacidade para o enfrentamento das mudanças climáticas com o resgate do planejamento metropolitano integrado, desenvolvimento limpo e distribuição igualitária de recursos.

Dentre as preocupações apontadas com possíveis impactos sobre a atividade econômica, o autor destaca a vulnerabilidade da atividade de extração de petróleo e gás natural “offshore” ,

---

<sup>8</sup> Seminário realizado em 10 e 11 de Outubro de 2007.

<sup>9</sup> Cláudio A. G. Egler – Laboratório de Gestão do Território – LAGET/UFRJ

que tem como exemplo o evento do furacão Katrina sobre as atividades petrolíferas do Golfo do México.

### 3.2 – Alterações no micro clima, elevação das marés e dinâmica costeira

Os possíveis impactos da elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos no meio físico da Cidade do Rio de Janeiro foram estudados pelos aspectos de três pareceres técnicos - Áreas da cidade passíveis de alagamento pela elevação do nível do mar (MENDONÇA e SILVA, 2007), Micro-clima e eventos climáticos extremos (MAIA, 2007)<sup>10</sup> e Vulnerabilidades físicas da orla da cidade (MUEHE e NEVES, 2007)<sup>11</sup>.

O estudo inicial desenvolvido pelos técnicos do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos Maria Luiza Furtado de Mendonça e Luiz Roberto Arueira da Silva, constitui a referência para as demais análises desenvolvidas pelos especialistas. Nela foram considerados três cenários hipotéticos de elevação do nível das marés – 0,40, 0,60 e 1,50m conforme o indicado no relatório do IPCC e o conhecimento dos técnicos sobre a cidade. Na elaboração do estudo foram utilizadas informações cartográficas produzida entre os anos 1997 e 2000, nas escalas 1:2.000 e 1:10.000 para elaboração de um modelo digital de terreno – MDT construído num ambiente de sistema de informações geográficas. Complementaram as análises ortofoto de 2004, as imagens de satélite de 2005/2006 e informações censitárias do censo de 2000. Dadas as características do território municipal foram também identificados os setores censitários com cotas médias acima de 1,50 até 5,00 metros por serem consideradas áreas frágeis e sujeitas às variações das marés já apontadas em estudos anteriores sobre a cidade.

Assim, a partir do mapeamento das áreas passíveis de alagamento, foram também identificados os setores censitários atingidos. Dessa forma, construiu-se um aplicativo que permitiria a obtenção de algumas informações relacionadas à quantificação e perfil da população ali instalada.

O processo desenvolvido por Mendonça e Silva (2007) com a utilização dos recursos da base de dados da Prefeitura permite também a identificação de edificações, quantificação de logradouros atingidos e outros elementos da infra-estrutura urbana vulneráveis a uma suposta elevação do nível do mar. As figuras 3, 4 e 5 indicam os principais resultados obtidos.

Na construção do cenário correspondente a alterações no micro-clima local Maia (2007) admite que este esteja fortemente condicionado pela escassez de dados e estudos sobre o tema. Apesar disso, algumas tendências dos principais parâmetros meteorológicos que puderam ser identificadas com o material disponível.

As temperaturas médias mensais tendem à elevação e as ilhas de calor na cidade localizadas na região Bangu e Realengo deverão ser ampliadas. Entretanto, Maia sugere que alterações no uso do solo e cobertura vegetal sejam a principal explicação para essas alterações.

Verifica-se também a alteração na distribuição temporal das precipitações com longos períodos de estiagem. De acordo com registros ainda em análise, episódios de estiagem tendem a ser mais concentrados e em maior volume.

Quanto à possibilidade de ocorrência de eventos extremos, Maia (ibid) observa que algumas alterações significativas vêm sendo registradas, tais como a intensificação de ventos associados a tempestades, aumento da instabilidade atmosférica no verão, com

---

<sup>10</sup> Luiz Francisco Pires Guimarães Maia – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza / Instituto de Geociências / Departamento de Meteorologia – UFRJ

<sup>11</sup> Dieter Muehe – Instituto de Geociências/UFRJ; Cláudio F. Neves Programa de Engenharia Naval e Oceânica /COPPE/UFRJ)

correspondente aumento dos episódios de chuvas fortes e inundações, sobretudo na baixada Fluminense. Observa o aumento das concentrações de ozônio no ar urbano, decorrentes do intenso tráfego de veículos automotivos e do aquecimento urbano.

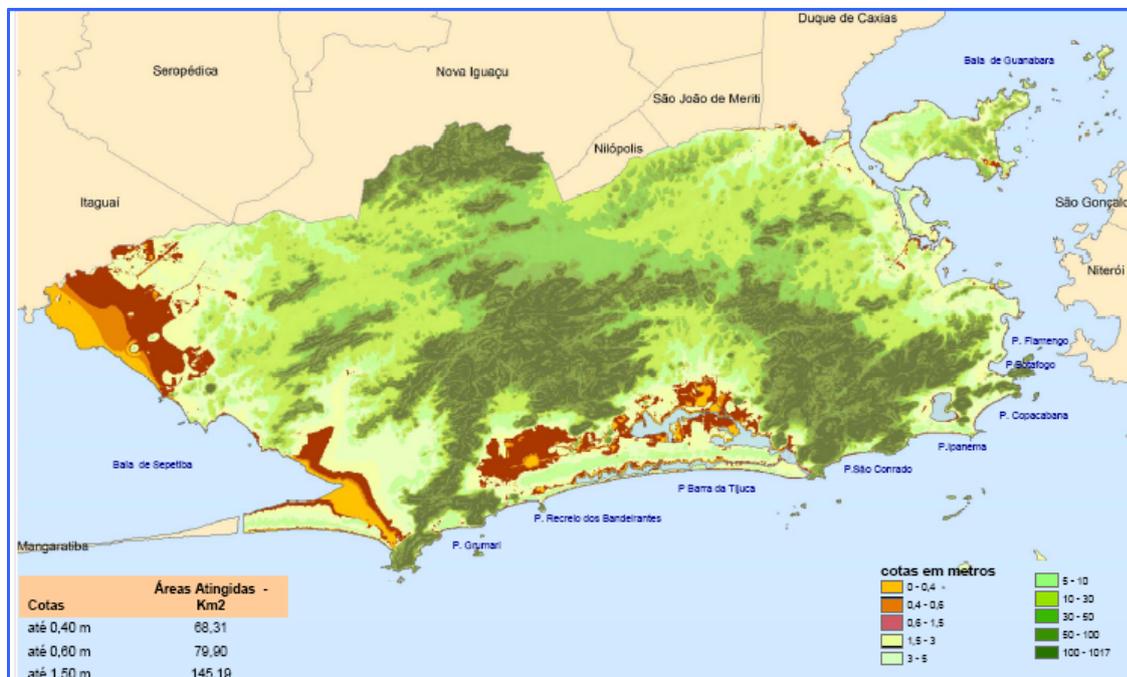
Ao apresentar as hipóteses de vulnerabilidade com base em dados preliminares na orla da cidade Muehe e Neves (2007) observam que, em decorrência da própria evolução geomorfológica, os principais riscos seriam conseqüentes da erosão e inundação.

Os riscos de inundação nas áreas baixas decorrem do aterro de antigas lagunas e braços de mar aterrados e planícies fluvio – marinhas, devido à proximidade do lençol freático e pela dificuldade de drenagem nesses locais.

Na avaliação dos riscos de erosão costeira a orla da Zona Sul apresenta grande vulnerabilidade devido a sua orientação voltada diretamente para as tempestades e com baixa capacidade de ajuste a elevação do nível do mar por retrogradação em conseqüência da fixação da pós-praia por elementos como muros, vias e pela urbanização. Sob esses aspectos, as praias da Baixada de Jacarepaguá estariam em melhor situação. No trecho de orla semi-exposta e abrigada são destacados dois pontos de riscos: na Baía de Guanabara onde as áreas mais expostas dependendo da orientação e da pista de vento, podem ser afetadas pela ação das ondas e correntes, o que causaria a destruição da orla feita artificialmente por enrocamento muros e cais; e na Baía de Sepetiba que teria as obras de urbanização certamente transpostas pelas ondas.

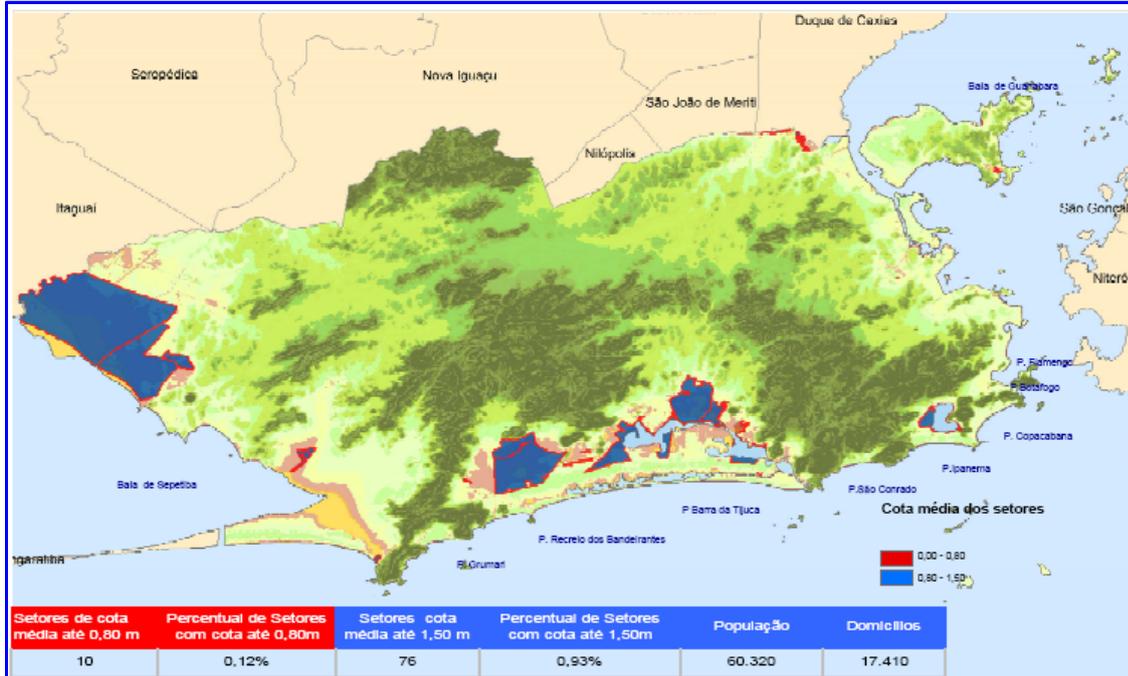
Para a elaboração de prognósticos com base nos dados preliminares o texto afirma ser preciso definir dentre os cenários sugeridos pelos relatórios do IPCC, o nível a adotar para estimativas de conseqüência dos eventos. Entretanto, quaisquer que sejam estes, as praias oceânicas da Zona Sul e áreas mais urbanizadas, tenderão a perder areia, enquanto as praias menos urbanizadas poderão sofrer ajustes de recuo em até uma dezena de metros.

Figura 3 – Áreas do Município do Rio de Janeiro com cotas de 0,40, 0,60 e 1,50m



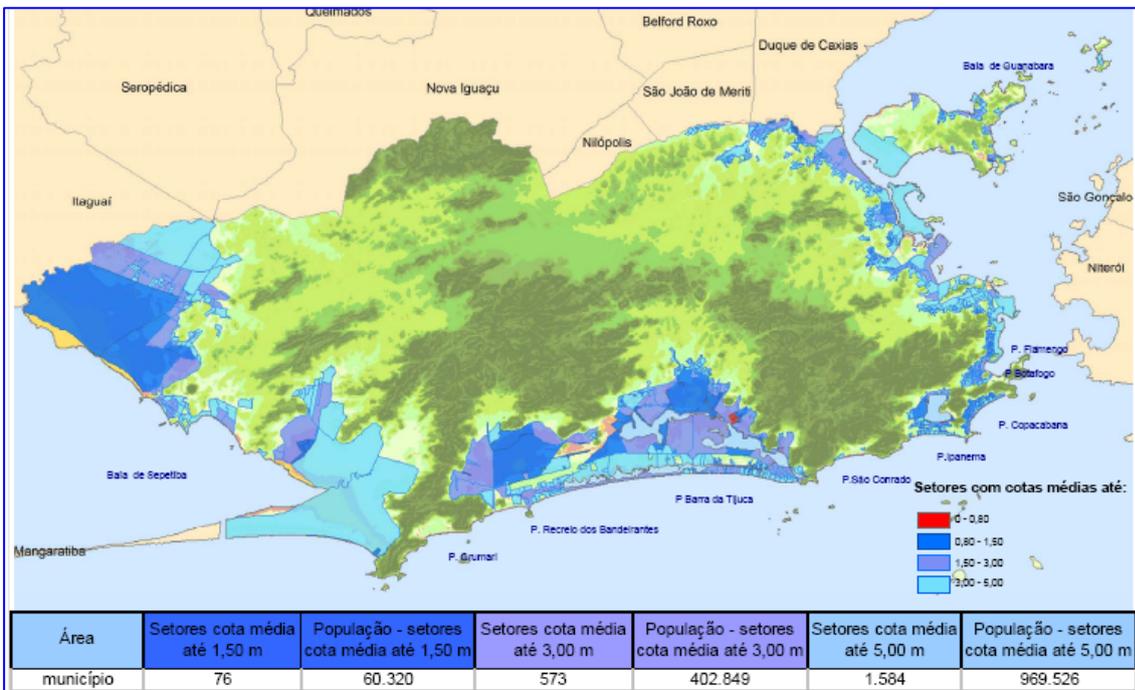
Fonte: Mendonça e Silva (2007)

Figura 4 – Setores censitários do Município do Rio de Janeiro com cotas médias de até 1,50 m



Fonte: Mendonça e Silva (2007)

Figura 5 – Setores censitários do Município do Rio de Janeiro com cotas médias de 0,80, 1,50, 3 e 5 m



Fonte: Mendonça e Silva (2007)

O efeito mais danoso da elevação do nível das marés na cidade, entretanto, seria pela elevação do nível freático aumentando as chances de inundações das áreas baixas e bloqueio de rios e canais das baixadas, que já apresentam problemas de ajuste ao nível do mar atual.

Os resultados da elevação do nível das marés na cidade segundo as observações preliminares de Muehe e Neves (2007), portanto, agravariam os problemas de erosão de orla e inundações já existentes em consequência de sua ampliação espacial e do número de pessoas atingidas.

### 3.3 – Alterações nos ecossistemas remanescentes

Para a elaboração das hipóteses de impactos nos ecossistemas remanescentes da cidade foram adotados os mesmos cenários de elevação no nível do mar em um horizonte de 100 anos. Apesar de todos os especialistas considerarem as informações disponíveis pontuais, descontinuas e extremamente particulares, os pareceres “Ecossistemas de Encostas”<sup>12</sup> (COELHO NETO, 2007), “Formações de manguezais”<sup>13</sup> (SOARES, 2007) e Sistemas lagunares<sup>14</sup> (PRAST, 2007) congregam as análises preliminares acerca dos impactos sobre o patrimônio natural remanescente da cidade e região metropolitana.

O documento “Ecossistemas de Encostas” elaborado por Coelho Neto (2007) trata da vulnerabilidade do domínio do ecossistema da Floresta Atlântica de Encostas, parte integrante do bioma da Mata Atlântica no município do Rio de Janeiro. Considera a paisagem do Rio de Janeiro como um conjunto formado por compartimentos topográficos montanhosos circundados por uma baixada costeira, que se interconectam através de redes de canais fluviais que deságuam nos reservatórios terminais das lagoas costeiras, das baías ou diretamente no oceano. Essa rede de canais constitui as principais vias de conexão entre os domínios de encostas e as áreas passíveis de serem afetadas pela ascensão do nível do mar evidenciada nas simulações feitas por Mendonça e Silva (2007) já anteriormente descritas, dos três cenários do aumento do nível médio do mar.

Apesar de apenas dispor de uma base de dados consistente para o Maciço da Tijuca, Coelho Neto (ibid.) avalia a vulnerabilidade das encostas a ocorrência de deslizamentos considerando os principais agentes que interferem na instabilidade desses locais – regime de chuvas, perda da cobertura vegetal e ocupação urbana.

Conclui que a tendência a elevações de temperatura e aquecimento do oceano faz com que seja também esperado um aumento da frequência de eventos de chuvas de alta intensidade, já verificados nas últimas décadas, especialmente durante o alto verão, cenário que aumentaria o risco a deslizamentos.

Não relaciona a elevação do nível das marés diretamente à instabilidade nos ecossistemas de encostas de acordo com os cenários projetados, mas considera que esse fato possa potencializar a frequência e magnitude das enchentes nas áreas de baixada.

As constatações da autora mostram tendência a formação de um cenário preocupante, considerando-se a população de baixa renda que habita as áreas de maior precariedade de saneamento básico nas baixadas acarretando riscos de propagação de doenças e epidemias durante e após os períodos de enchentes.

As funções de estabilização da linha de costa e o assoreamento dos corpos d’água adjacentes, de acordo com Soares (2007), tornam a avaliação de variação do nível médio do mar e o seu impacto sobre os manguezais particularmente importante.

---

<sup>12</sup> COELHO - Coordenadora do GEOHECO / Laboratório de Geo-Hidroecologia – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza – (UFRJ)

<sup>13</sup> Mário Luiz Gomes Soares - Núcleo de Estudos em Manguezais - Departamento de Oceanografia. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente. UERJ

<sup>14</sup> Alex Enrich Prast - Laboratório de Biogeoquímica, Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia / UFRJ

Baseado em um modelo conceitual sobre o comportamento e respostas dos manguezais frente a elevações do nível médio do mar em que a dependência de fatores primários locais como: topografia, fonte de sedimento, taxa de aporte de sedimento, e outros, Soares (ibid.) admite que na região de Guaratiba, no município do Rio de Janeiro, existem condições de acomodação e migração progressiva das formações ali existentes em direção ao continente, ocupando áreas disponíveis, que antes eram ocupadas por sistemas terrestres ou de água doce, que progressivamente serão invadidos por águas salgadas. Entretanto, essa condição favorável poderá ser prejudicada pela pressão da ocupação urbana, o que torna faz com que seja mais provável ocorrer a redução da área dos remanescentes de manguezais. Para outros fragmentos de manguezais existentes na baía de Sepetiba pode-se esperar um comportamento similar, sendo que a situação é mais crítica na região do rio Piraquê. Essas tendências podem ainda ser agravadas pelo possível rompimento da restinga da Marambaia, já que estudos sobre o local confirmam que esta estaria submetida a um forte grau de erosão e, uma elevação do nível médio do mar poderá romper o equilíbrio nesse ponto, consolidando seu processo de erosão. Todavia, estudos mais aprofundados se fazem necessários para a definição de um prognóstico seguro.

Cenários semelhantes podem ser visualizados nas baías de Guanabara e Sistema Lagunar Jacarepaguá-Barra da Tijuca onde as áreas de manguezais encontram-se submetidas a forte ocupação urbana.

Os estudos realizados nas lagoas costeiras da cidade permitiram que Prast (2007) fizesse as considerações sobre os sistemas lagunares da cidade apresentadas a seguir.

A avaliação da Lagoa Rodrigo de Freitas não evidenciou tendência à expansão de sua área, pois seu nível d'água é controlado de forma artificial por meio de comportas ligadas ao sistema de drenagem que podem impedir a entrada excessiva de água do mar e manter o nível da lagoa próximo ao atual. Por isso apresenta baixa vulnerabilidade a esse impacto. Por outro lado, a manutenção desse ecossistema fechado, sem troca de água com o mar por longos períodos e a intensificação de eventos extremos de chuva, pode reduzir a qualidade de suas águas. Há ainda o fato de que a lagoa na entrada de águas do sistema de drenagem pluvial em períodos de chuvas intensas pode acarretar no recebimento de esgotos domésticos lançados ao mar pelo emissário.

Os aspectos observados das lagoas da Baixada de Jacarepaguá sugerem que esses ecossistemas e seu entorno sejam as áreas mais vulneráveis à elevação do nível d'água no Rio de Janeiro em razão da pouca altitude em que se situam, com cota altimétrica média abaixo de 1,50 m.

O resultado esperado seria a elevação imediata do nível do mar e a ampliação do espelho d'água em consequência do aumento do volume de água e do nível do lençol freático o que ocuparia grande parte dos bairros do Recreio dos Bandeirantes e de Vargem Grande.

Prast (ibid) por fim, conclui que o aumento da frequência de tempestades tropicais pode também aumentar a frequência de inundações nas moradias em períodos de chuvas intensas ou de elevadas marés. O contato da população com a baixa qualidade das águas dessas lagoas pode ocasionar problemas de saúde pública na região.

### 3.4 – Alterações na infra-estrutura urbana

As hipóteses de impactos na infra-estrutura de saneamento e drenagem urbana, da mesma forma que as análises anteriores, consideraram os cenários de elevação no nível do mar em um horizonte de 100 anos e reuniram as observações técnicas específicas ao tema nos

pareceres “Sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário”<sup>15</sup> (VOLSCHAN JR, 2007) e Infra-estrutura de drenagem urbana (AZEVEDO, 2007)<sup>16</sup>.

A partir da revisão de trabalhos técnico-científicos específicos sobre o tema no contexto internacional e, considerando características físicas e condições operacionais dos sistemas de saneamento da RMRJ, Volschan Jr, (2007) aponta os eventuais efeitos sobre o abastecimento de água e o esgotamento sanitário mediante três aspectos das alterações climáticas - modificações pluviométricas, elevação do nível do mar e da temperatura.

Inicialmente, as modificações pluviométricas em períodos prolongados de estiagem tenderão a comprometer a disponibilidade de água para o exercício dos diferentes usos dos recursos hídricos. Os efeitos dessas alterações poderão comprometer no caso da RMRJ, tanto os maiores sistemas de abastecimento Guandu, Ribeirão das Lajes, Acari, como outros micro-sistemas que utilizam mananciais locais superficiais. Além disso, o prolongamento das estiagens pode reduzir o efeito da diluição de poluentes provenientes de esgotos sanitários e efluentes industriais não tratados, o que também reduziria a qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

O contraponto da hipótese, as chuvas concentradas, implicaria na tendência à elevação da turbidez,<sup>17</sup> contaminação fecal e de outros parâmetros físico-químicos referentes aos padrões de potabilidade da água, o que exigiria maiores cuidados na produção das Estações de Tratamento de Água – ETA’s e conseqüentemente dos custos de operação.

A concentração de precipitações afetaria também à segurança estrutural das barragens de nível que servem aos sistemas de abastecimento de água e o aumento de contribuições indevidas de águas pluviais provenientes de instalações prediais. Da mesma forma, elevaria o nível freático subterrâneo e implicaria em maior infiltração de águas subterrâneas para o interior da rede coletora de esgotos. Esse incremento de contribuições comprometeria a capacidade hidráulica dos elementos componentes do sistema de esgotamento sanitário e acarretaria extravasamentos para o sistema de drenagem e corpos receptores ou ainda poderia provocar o refluxo interno dos esgotos em instalações domiciliares, pressões internas elevadas nos coletores de esgotos, trabalho eletro-mecânico excessivo das estações elevatórias, sobrecarga hidráulica das Estações de Tratamento de Esgoto – ETE’s.

Outra possível conseqüência da elevação do lençol freático pelo incremento da frequência de chuvas passível de menção seria a inviabilidade da utilização de sistemas de fossas sépticas e poços absorventes tipo “sumidouros” que ocorrem principalmente na Zona Oeste e em vários municípios da RMRJ, áreas desprovidas de rede coletora de esgotos. Nas áreas mais carentes da RMRJ em que ainda persistem as valas negras para o escoamento conjunto de águas pluviais e esgotos sanitários, o resultado seria uma situação sanitária-ambiental ainda mais adversa.

Pelo segundo aspecto analisado, a elevação do nível médio das marés Volschan Jr (ibid.) conclui que apesar de que, pelos critérios adotados para o desenvolvimento dos cenários, os sistemas de abastecimento público da RMRJ não deverão estar sujeitos à intrusão salina da água do mar. Entretanto, o mesmo não se pode dizer em relação às áreas de abastecimento intermitente e atendidas por sistemas individuais de extração de água subterrânea onde a intrusão salina poderá comprometer a qualidade da água. Especial atenção também deveria

---

<sup>15</sup> Isaac Volschan Jr é professor do Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Escola Politécnica - UFRJ

<sup>16</sup> José Paulo Soares de Azevedo é professor do Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Escola Politécnica - UFRJ

<sup>17</sup> Parâmetro utilizado para avaliação da potabilidade da água. Turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão

ser dispensada às manobras de descarga de fundo dos desarenadores a montante da ETA Guandu, que poderão estar sujeitos à influência de eventual salinidade do rio Guandu.

A elevação do nível das marés poderá também interferir no escoamento hidráulico de efluentes tratados de estações de tratamento de esgotos em corpos d'água receptores. Assim como nas áreas urbanas desprovidas de sistemas públicos e coletivos de esgotamento sanitário poderá ocorrer comprometimento no escoamento hidráulico do efluente de seus sistemas privados de tratamento de esgotos do tipo fossa-filtro e/ou ETEs compactas.

A possibilidade de trocas entre os sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem urbana conseqüente também dessa alteração nos padrões das marés poderá acarretar em violação dos critérios de operação hidráulica-sanitária de todos os elementos que compõem o sistema de esgotamento sanitário e de ocorrência de refluxo interno de esgotos em instalações domiciliares e comprometimento dos processos biológicos de tratamento de esgotos.

A ocorrência de elevação do nível do mar que em 2001 comprometeu seriamente a ETE do Bronx na cidade de Nova York serviu de referência para as preocupações de Volschan Jr, (ibid) quanto à localização das ETE's, em geral, próximas aos corpos d'água receptores. Assim sendo, estas poderão ser fisicamente afetadas pelas inundações decorrentes da elevação das marés. No caso do Rio de Janeiro, incluem-se nesse caso as ETE's da Alegria, Penha, Ilha do Governador, Paquetá, e Pavuna-Meriti localizadas próximo ao mar e segundo as hipóteses de elevação de marés adotadas no estudo, a ETE Pavuna se encontra localizada justamente em uma das áreas que seriam alagadas.

Por último, na hipótese de ocorrência de elevação de nível das marés seria também interessante a avaliação da influência no funcionamento dos emissários submarinos de Ipanema e Barra da Tijuca tendo-se em vista a possibilidade de elevação do nível d'água nos componentes desses sistemas.

O último aspecto avaliado por Volschan Jr, (ibid) a elevação da temperatura tem como principal conseqüência o aumento da demanda de água sobre os sistemas públicos de abastecimento, lembrando inclusive o aumento de perdas por evaporação em reservatórios.

A avaliação dos impactos sobre o sistema de drenagem urbana elaborada por Azevedo (2007) considera que o processo histórico de desenvolvimento da cidade constitui o primeiro fator agravante das cheias por ter permitido a ocupação de áreas baixas e das margens dos cursos d'água agravada ao longo do tempo pela consolidação da ocupação das planícies de inundação e dificultando a manutenção das calhas de drenagem. Contribuiriam ainda para esse processo, a ocupação das encostas provocando o desmatamento em larga escala que aumenta a velocidade de escoamento da água que se acumula nas áreas mais baixas da cidade, a concepção da construção das redes de drenagem pluvial que visavam transferir os alagamentos das regiões mais altas dos rios para as áreas mais abaixo e o acúmulo de resíduos sólidos nos cursos d'água.

Esse sistema que, apesar das falhas e interferências, foi projetado para funcionar integrando seus vários componentes e tem como corpo receptor final o mar. O aumento do nível do mar geraria outras restrições ao escoamento e reduziria a eficiência já comprometida desse sistema. Num quadro de enchentes urbanas já bastante grave, os efeitos gerados podem aumentar fortemente as manchas de alagamento e tempos de permanência das cheias na cidade acarretando os vários problemas específicos já mencionados pelas análises anteriores.

Métodos de modelagem computacional, entretanto, de acordo com Azevedo (ibid) podem facilmente, por meio de simulações, ampliar o nível de certeza para essa hipótese, considerando-se os cenários que representam a situação atual e a elevação do nível do mar e dessa forma, identificar áreas e população atingida antecipadamente. Seria então, adotada a nova filosofia de proteção contra enchentes que trata a questão como uma das várias fontes de risco na sociedade humana. Por esse enfoque o risco de cheia relaciona-se com o conceito do dano esperado, num dado período de tempo.

### 3.5 – Impactos na saúde da população e vulnerabilidade social

A discussão trazida por Confaloniere e Marinho (2007) sobre a situação do Rio de Janeiro teve como base conhecimentos históricos sobre as relações entre a variabilidade climática e a saúde no Brasil, resultados de pesquisas recentes sobre a distribuição espacial da vulnerabilidade no espaço geográfico brasileiro e na aplicação de conhecimentos de ordem mais geral, produzidos pelo IPCC. Foi estruturada nos aspectos considerados de destaque na identificação de vulnerabilidade social e saúde da população carioca: inundações e surtos de leptospirose; precipitação pluviométrica e acidentes; sazonalidade da febre do dengue; e aumento do nível do mar.

Os casos de leptospirose ocorrem no Rio de Janeiro especialmente na época mais chuvosa do ano. A leptospirose é uma doença grave, cujo agente causador vive no organismo de vários animais vertebrados. Dentre estes, as ratazanas de esgoto mais abundantes em áreas com saneamento deficiente, principalmente a coleta do lixo. O agente infeccioso entra em contato com o homem pela água de inundações, quando invade domicílios, e são contaminados pela urina de roedores.

No Rio de Janeiro foram registradas duas grandes epidemias de verão, em 1988 e 1996 com respectivamente 536 e 1790 casos. Esta última pode ser considerada uma das maiores epidemias já registradas no mundo.

A verificação desses fatos confere a cidade uma vulnerabilidade importante, no que se refere aos efeitos de eventos climáticos na saúde. Constitui, portanto, segundo os autores, um elemento de destaque na análise de riscos para a saúde, conseqüentes do processo de mudança global do clima.

O segundo aspecto da vulnerabilidade da cidade destacado é a relação entre a as precipitações pluviométricas e a ocorrência de acidentes e perdas de vidas humanas. Os episódios de chuva de verão provocam com grande freqüência acidentes com fatalidades como resultado de deslizamentos de encostas, queda de árvores e de outras estruturas pela ação de vento e chuva, afogamentos especialmente em estruturas de drenagem pluvial, eletrocussão em áreas alagadas e acidentes de trânsito facilitados pelas pistas molhadas e a má visibilidade.

A sazonalidade do dengue, o terceiro ponto de vulnerabilidade destacado, se apresenta desde 1986 com uma das principais ameaças a saúde da população da RMRJ. A principal relação da doença com a variabilidade climática é que o mosquito transmissor se prolifera em pequenas porções de água, inclusive aquelas produzidas pela chuva, já tendo sido observados uma ocorrência concentrada de dezembro a abril os meses mais chuvosos, estando também no município do Rio de Janeiro relacionada com seis variáveis climáticas selecionadas - temperaturas máxima e mínima; precipitação total; número de dias com chuvas; umidade relativa e pressão atmosférica.

Apesar das grandes variações percebidas a cada evento, percebe-se haver um incremento natural no número de casos nos períodos de verão em função das temperaturas altas e maior precipitação favorecendo o ciclo evolutivo da espécie de mosquito que transmite o vírus do dengue. A exposição da população nesse período aos ataques do vetor é também ampliada pelo fato de que as altas temperaturas provocam o trânsito de pessoas para fora dos domicílios e de locais protegidos e pela utilização de menos roupa protetora.

Seria necessário, entretanto, que cenários climáticos fossem aperfeiçoados para menores escalas espaciais, e para períodos de tempos de 20 a 30 anos para se afirmar, com maior segurança as possíveis influências que manifestações da mudança climática global, exercerão na dinâmica do dengue na RMRJ.

Por último, quanto aos possíveis efeitos do aumento do nível do mar sobre a saúde humana, com base nos cenários expostos pelas análises do ambiente natural e construído da RMRJ, Confaloniere e Marinho visualizam que estes venham interferir de apenas de forma

indireta sobre a saúde humana, uma vez que se trata de um processo progressivo e de desenvolvimento lento.

#### 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exame da preparação para as mudanças climáticas e seus efeitos adversos, teve o foco principal direcionado para os resultados do encontro entre pesquisadores e técnicos da prefeitura do Rio de Janeiro realizado logo após a publicação do quarto relatório do IPCC, e por isso, especial atenção dispensada aos prováveis impactos sobre o meio.

Esse esforço inicial para ampliação do entendimento da questão permitiu o vislumbre de interferências sobre vários aspectos da vida urbana.

Numa simulação conjugando todos os cenários previstos deve ser destacado que as estruturas de produção e emprego, assim como, as habitações precárias nas proximidades de áreas industriais na RMRJ, de acordo com o apontado por Egler (2007) estariam sujeitas ao risco tecnológico, caso os eventos meteorológicos extremos se tornarem mais frequentes.

As alterações na dinâmica costeira segundo Muehe e Neves (2007) sugerem também a tendência à alteração fundamental na paisagem pela perda de parte das praias da Zona Sul, a ameaça de destruição dos trechos de orla construídos artificialmente nas baías de Guanabara e de Sepetiba e o ajuste das praias da Baixada de Jacarepaguá em até dez metros. Alterações que sem dúvida, trariam implicações para o nível de ocupação da população considerando a importância econômica das praias para a cidade do Rio de Janeiro. Além do que, as hipóteses consideradas implicam no aumento de áreas suscetíveis a inundações pela elevação do lençol freático e conseqüentemente no crescimento do número de pessoas atingidas, principalmente de baixa renda que habita esses locais.

Cenários de enchentes nas áreas baixas também puderam ser cogitados mediante a avaliação dos impactos sobre os principais ecossistemas remanescentes da cidade. Especialmente os fragmentos de manguezais, de vital importância na estabilização do litoral, teriam suas áreas reduzidas como conseqüência da pressão urbana sobre as áreas disponíveis para o ajuste do ecossistema às novas condições.

Os sistemas lagunares poderiam ser afetados de forma diferenciada – o fechamento das comportas da Lagoa Rodrigo de Freitas por longos períodos em conseqüência de períodos de chuvas intensas poderia reduzir a já baixa qualidade de suas águas e aumentar as contribuições de esgotos pelo sistema pluvial. As lagoas do sistema de Jacarepaguá teriam seu espelho ampliado sobre os bairros próximos que seriam as áreas mais vulneráveis a elevação do nível do mar devido à altitude média de 1,50m em que se situam. E assim a aumentaria a frequência das inundações nas moradias da região, assim como o contato da população com as águas dessas lagoas consideradas que, por longa data, são impróprias para o contato humano.

O sistema de abastecimento funcionaria sob as condições das variações pluviométricas. Períodos prolongados de estiagem poderiam comprometer a disponibilidade de água para a região e reduzir a qualidade dos recursos hídricos. Por outro lado, períodos de chuvas intensas piorariam os parâmetros de potabilidade da água e implicariam na elevação dos custos do tratamento anterior à disponibilização no sistema de abastecimento.

A intensificação de períodos de chuva, além de causar inúmeros danos no sistema de esgotamento, reduziria as possibilidades de uso de fossas sépticas muito necessárias nas na Zona Oeste do Rio e em muitos municípios da RMRJ desprovidos de sistema de esgotamento sanitário. Provocaria também o comprometimento dos processos biológicos de tratamento, riscos de inundação em pelo menos 5 ETE's da cidade devido à proximidade ao mar e interferências no Emissário Submarino de Ipanema.

Num ambiente de temperaturas mais elevadas, o aumento da demanda por água., o efeito mais diretamente relacionado à população, agravaria consideravelmente as condições de vida na cidade.

No que se refere infra-estrutura de drenagem, a base construída da cidade já define um alto padrão de vulnerabilidade por grande parte desta estar consolidada sobre áreas de baixada e pela presença de inúmeras ocupações de margens de rios. Essa situação é ainda agravada pela ocupação das encostas desmatadas que aumentam a velocidade de escoamento das águas e da própria concepção da construção do sistema de drenagem que transfere alagamentos para as regiões mais baixas dos rios e, posteriormente, lançá-los ao mar. Como se pode concluir, o aumento do nível das marés interferiria crucialmente num sistema de drenagem de funcionamento já bastante difícil.

Os impactos desses cenários sobre a saúde da população poderiam se manifestar no Rio de Janeiro pela associação dos surtos de leptospirose nos períodos de chuvas intensas. O histórico de grandes epidemias em períodos recentes já define grande vulnerabilidade que pode ser exacerbada pelas constantes indicações de tendência a intensificação de enchentes associadas às mudanças climáticas vistas nos cenários projetados. O mesmo pode ser dito em relação aos acidentes nos dias de chuva e os casos de dengue, que em especial, até março de 2008, segundo dados da Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro, já atingiu mais de 32 mil cariocas. Dados que confirmam ser esse um dos principais aspectos da vulnerabilidade da cidade. Outros impactos na saúde da população poderiam continuar a apresentar na medida em que a elevação do nível do mar ocorresse.

Esse exercício de construção de um cenário calamitoso em que foram selecionadas as situações de maior adversidade, entretanto deverá servir como alerta para a necessidade de reformulação dos critérios para a gestão urbana.

Reafirma a necessidade do resgate do planejamento metropolitano integrado visando à promoção da distribuição igualitária dos recursos em um ambiente de grande diversidade natural e social.

Apesar de pesquisadores e técnicos reclamarem da escassez de dados, consequência da já conhecida pouca sensibilidade dos dirigentes para a manutenção das bases de dados, as avaliações preliminares confirmaram já existir vasto material sobre a cidade e região metropolitana. Um exame mais apurado, entretanto se faz necessário para que venham constituir insumos para formulação de políticas públicas de enfrentamento das mudanças de padrão do clima.

Conforme comentado na primeira seção desse trabalho, é imprescindível no mundo contemporâneo o entendimento da dinâmica dos desastres naturais e de suas consequências como uma combinação das características dos eventos físicos com a capacidade de resposta do grupamento humano afetado.

A existência de potencialidades básicas para o desenvolvimento da capacidade da região e preparação da população pôde ser constatada. Vários recursos já foram demonstrados nos trabalhos produzidos para o Seminário Rio Próximos 100 anos - como a existência dos vários centros de pesquisas onde foram produzidos os trabalhos, a disponibilidade de uso de tecnologias de informação - como o geoprocessamento, monitoramento, os diversos recursos de sensoriamento remoto e os métodos de modelagem computacional para drenagem.

Esse ambiente favorável tem ainda como contribuição a existência da legislação do Plano Diretor de 1992 sobre áreas frágeis, as recomendações do Sistema Nacional de Defesa Civil e uma série de medidas recomendadas por consultores e técnicos, pois certamente facilitarão o desafio de incorporar esses conceitos e critério da gestão urbana.

Por fim, no contexto do o XVI Encontro de Estudos Populacionais da ABEP no qual o foco central serão as desigualdades sócio-demográficas e os direitos humanos no Brasil, julga-se que a exposição dessa experiência pioneira no país pudesse ser uma importante

contribuição, uma vez que, os impactos sobre as populações pobres instaladas nas áreas de grande vulnerabilidade deverão ser maiores.

Quanto à população carioca, embora com perspectivas preocupantes para mediante as mudanças climáticas, os estudos já indicam alguns rumos a seguir.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, José Paulo Soares de. Infra-estrutura de drenagem urbana. In Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/drenagem\\_jose\\_paulo\\_1.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/drenagem_jose_paulo_1.pdf). Acesso: 18-03-08.

CASTRO, A. L. C. de. Segurança Global da População, Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil, Brasília, 2005

CIDE, Fundação. Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro \_ 2007. Cd-Rom.

CONFALONIERE, Ulisses E. C; MARINHO. Diana P. Saúde pública e risco social. In Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/saude\\_diana\\_1.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/saude_diana_1.pdf). Acesso: 18-03-08.

COELHO NETTO, Ana Luiza. Domínio do ecossistema da floresta atlântica de encostas. In Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/encostas\\_analuiza\\_1.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/encostas_analuiza_1.pdf). Acesso: 18-03-08

EGLER, Cláudio A. G. O Rio de Janeiro e as Mudanças Climáticas Globais: uma visão geoeconômica. In Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/visao\\_geoeconomica\\_egler2\\_1.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/visao_geoeconomica_egler2_1.pdf). Acesso: 18-03-08

ESPECIALISTAS dos EUA prevêem intensa temporada de furacões em 2006. UOL . Últimas Notícias, 04/04/2006 - 13h25 Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/ultnot/afp/2006/04/04/ult34u151640.jhtm>. Acesso em 08-03-08

IBGE. Estimativa populacional 2007. Disponível em <http://www.ibge.bme>.

IPCC, PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, Mudança do Clima 2007: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade Contribuição do Grupo de Trabalho II ao Quarto Relatório de Avaliação do IPCC Sumário para os Formuladores de Políticas, Correções feitas até 13 de abril de 2007. Tradução- Anexandra de Ávila Ribeiro. Revisão da tradução: Serviço de Tradução do Senado Federal. 2007

MAIA, Luiz. Micro-clima e eventos climáticos extremos. In Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/clima\\_luizmaia\\_1.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/clima_luizmaia_1.pdf). Acesso: 18-03-08

MARANDOLA JR, Catástrofes naturais e as percepções sobre seus riscos e perigos. In Revista eletrônica de jornalismo científico. Entrevista em 10/11/2005. <http://www.comciencia.br/entrevistas/2005/11/entrevista1.htm>. Acesso - 25-01-08

MARENGO, J. A., C. A. Nobre, E. Salati, e T. Ambrizzi. 2007b. Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Sumário técnico., MMA, SBF e DCBio. 54p. (MARENGO. 2007)

MAROUN, Maria Regina. Adaptação às Mudanças Climáticas: Uma Proposta de Documento de Concepção de Projeto (DCP) no Âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). [Rio de Janeiro] 2007. XIV, 188 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Planejamento Energético, 2007) Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE (MOUOUN, 2007)

NAE - Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Cadernos NAE.– n.º 3, (fev. 2005). Mudança do Clima. Volume I. Negociações internacionais sobre a mudança do clima Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima. Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2005\_1

PCRJ, SMU. Indicadores Ambientais da cidade do Rio de Janeiro. Disponível em <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/protocolo/index.asp> 2007.

\_\_\_\_\_,SMU. Plano Diretor. Meio Ambiente. Relatório do Sub-grupo de Meio Ambiente 1992.

PRAST, Alex Enrich, BENTO,Luiz Fernando Jardim, SANTORO, Ana Lúcia de Souza. Sistemas lagunares. In Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/lagoas\\_e\\_restringa\\_alex\\_1.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/lagoas_e_restringa_alex_1.pdf). Acesso: 18-03-08

ROCHA, Délcio. Temporada de furacões de 2007 deixou rastro de destruição no Oceano Atlântico. Ambiente em foco, 02 -12, 2007 - 08:05h. Disponível em: <http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=6863>. Acesso em 08-03-08

RIO DE JANEIRO, Lei Complementar 16 de 04 de junho de 1992. Institui o Plano Diretor Decenal da Cidade do Rio de Janeiro e dispõe sobre a política urbana da Cidade do Rio de Janeiro e dá outras providências.

SOARES, Mário Luiz Gomes. Formações de manguezais. In Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/mangues\\_mario\\_1.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/mangues_mario_1.pdf). Acesso: 18-03-08

VOLSCHAN Jr., Isaac. Sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. In Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. In Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/saneamento\\_volschan\\_1.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/saneamento_volschan_1.pdf). Acesso: 18-03-08