

CONSOLIDAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES

CONSOLIDAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES

Esse item do relatório tem como propósito consolidar conteúdos das recomendações feitas pelos autores das diferentes “Leituras Temáticas”. O seu objetivo é, portanto, compor uma espécie de agenda que possa subsidiar o trabalho dos gestores públicos, contribuindo para a adaptação da metrópole do Rio de Janeiro às mudanças climáticas

Conforme assinalado na Apresentação, o aglomerado metropolitano do Rio de Janeiro convive há tempos com problemas de instabilidade das encostas, alagamento de áreas de baixada e sérios danos à infraestrutura urbana. Seria um erro associar tais problemas exclusivamente ou, principalmente, às mudanças climáticas. Contudo, ainda que existam incertezas quanto às dimensões da influência que exercerão, é certo que esses problemas tendem a ser agravados pela elevação do nível do mar, pelos eventos climáticos extremos e, em especial, pelos efeitos sinérgicos resultantes da combinação desses novos fatores condicionantes.

A incerteza quanto a cenários precisos (e às decisões que devem ser tomadas a partir dos mesmos) demanda que conhecimento e instrumental sejam sistematizados-aprofundados-aperfeiçoados de forma que se possa não só remediar situações já instaladas, mas também planejar cenários futuros com a precisão/confiabilidade necessária. Chama atenção, em particular, o fato de estarmos ainda menos preparados no que diz respeito à definição de cenários futuros e de medidas de adaptação relacionadas à elevação do nível do mar e seus efeitos sinérgicos sobre o conjunto metropolitano.

Ao falarmos no “conjunto metropolitano” é premente integrar as ações municipais, visando à redução de redundâncias e custos sócio-ambientais, ao aumento da eficácia no planejamento do uso e ocupação do solo, bem como à adaptação da infraestrutura e dos serviços coletivos aos efeitos das mudanças climáticas.

Destaca-se também a necessidade de ações na esfera das ferramentas aplicadas às previsões climatológicas, ao monitoramento dos eventos climáticos e do comportamento do ambiente (das encostas e da dinâmica costeira p.ex.), ao acompanhamento da evolução do uso/ocupação do solo - especialmente em áreas vulneráveis e de risco, que devem ser mapeadas e monitoradas - e à incorporação do risco (e dos planos de contingência) como critério de gestão do território do aglomerado metropolitano.

Não há dúvida de que a complexidade desse aglomerado torna obrigatório dispor, também para a metrópole, de arranjos legais, institucionais e sistemas de gestão como os que já operam rotineiramente

em complexos industriais tais como os ligados ao ciclo nuclear, à siderurgia e à petroquímica. Se é desejo imperioso que tais complexos disponham de Sistemas de Gestão (reunindo protocolos de segurança, saúde e meio ambiente) por que não pensar de forma semelhante em relação à metrópole do Rio de Janeiro?

Feita essa breve introdução, passamos então a apresentar, para cada grupamento de “Leituras Temáticas”, as recomendações mais relevantes feitas pelos diversos autores. O leitor se dará conta de que a cada grande grupamento as ênfases vão se alterar. Em relação aos “impactos sobre o meio físico” e às “vulnerabilidades ecológicas” prevalece a idéia de que temos muitas carências em termos de dados e conhecimento. Já em relação às “vulnerabilidades sócio-econômicas”, ainda que a incerteza se faça também presente, a experiência e os conhecimentos acumulados permitem aos especialistas ser mais específicos e avançar no sentido de recomendações de caráter mais prático ou operacional.

Contudo, os leitores irão perceber uma certa heterogeneidade que caracteriza esse item em termos de forma e nível de detalhamento das recomendações. Esse fato se explica pelo fato de que, ainda que tenha sido buscado um encaminhamento semelhante, foi (e sempre será) inevitável que os textos variassem no que se refere a conteúdo, abordagem ou forma. Apesar disso, vale o resgate aqui feito, na medida em que ele sugere a definição de uma agenda preliminar que pode servir de base para um debate que resulte num plano de ações consistente e útil a todos os interessados.

IMPACTOS NO MEIO FÍSICO

Micro clima

As medidas de adaptação pressupõem uma conexão entre os fenômenos meteorológicos e oceânicos. Ações de curto prazo podem ser desencadeadas a partir de boas previsões do tempo, enquanto que medidas de engenharia de mais longo prazo devem estar em sintonia com as projeções climáticas e seus desdobramentos sobre a cidade/metrópole. Em resumo, foram recomendadas as seguintes medidas de médio e longo prazo:

- implementar bases de informações georeferenciadas (atmosféricas, hidrológicas e oceanográficas) acessíveis a todas as partes interessadas, visando o amplo uso das mesmas por pesquisadores, gestores públicos e equipes técnicas dos organismos governamentais, visando à preparação da cidade para lidar com os efeitos das mudanças climáticas futuras;

- realizar diagnósticos abrangentes e, a partir deles, implementar redes de monitoramento de dados estratégicos que supram as carências e viabilizem ações de adaptação mais precisas;
- implementar *downscaling* de modelos de mesoescala com física e resolução espacial adequadas às condições da cidade/metrópole, partindo dos modelos climáticos globais que se mostrem mais representativos da condição climática presente;
- incentivar o estabelecimento de equipes e processos de avaliação interinstitucionais e multidisciplinares que identifiquem as vulnerabilidades da cidade/metrópole e proponham soluções de adaptação viáveis de serem implementadas.

Dinâmica costeira

Como parte de um estudo elaborado para o U.S. Federal Emergency Management Agency (HOWARD, 2005) foi elaborada uma lista de dez quesitos para orientação das agências de seguro quanto à proteção contra inundações costeiras. Esta lista de ações bem poderia ser adotada como indicação visando ações em face de mudanças climáticas na Zona Costeira. Os itens considerados foram os seguintes:

- determinação do nível médio do mar e de ambientes costeiros;
- procedimentos de projeto e de avaliação das estruturas costeiras;
- modelagem das transformações sofridas pelas ondas por efeito batimétrico;
- avaliação da erosão induzida por marés meteorológicas;
- modelagem do espriamento das ondas (alcance das ondas em situação de ressaca);
- modelagem do efeito dinâmico das ondas sobre o nível médio do mar;
- modelagem do galgamento das ondas em estruturas costeiras;
- avaliação permanente das alturas das ondas;
- mapeamento das zonas de risco ao longo da costa;
- mapeamento das dunas frontais.

Vale ressaltar que, ao contrário de países que já enfrentam situações críticas relacionadas ao nível do mar e à vulnerabilidades associadas a fenômenos climáticos, o Estado do Rio de Janeiro situa-se em condição relativamente confortável. Entretanto, acredita-se que o monitoramento das mudanças que

ocorrerão nos próximos 30 anos será decisivo para a prospecção de outros cenários até 2100. Torna-se essencial portanto, instalar um programa sério de monitoramento ambiental que garanta decisões e projetos bem fundamentados no futuro não muito distante.

Intervenções e projetos de engenharia demandam dados efetivos. Em se tratando de variáveis ambientais, há necessidade de estabelecer séries temporais por décadas, para que se logre um aumento de confiabilidade e segurança em matéria de formulação/avaliação de projetos e políticas públicas. Nesse sentido recomenda-se como prioritário:

- estabelecer rede integrada de monitoramento de variáveis meteorológicas e oceanográficas visando à obtenção contínua e sistemática de dados de forma a constituir séries históricas no médio prazo, que permitam a identificação e avaliação de tendências de mudanças climáticas e de regime de ondas nas próximas décadas;
- efetuar mapeamentos do recobrimento sedimentar da plataforma continental para identificação de areias de granulometria adequada (e sua cubagem) visando à recuperação, por aterro, sempre que indicado, das praias submetidas a processos erosivos intensos. No caso das praias próximas à embocadura da Baía de Guanabara, pode ser uma boa fonte de empréstimo de areias de granulometria variada;
- inibir a expansão da ocupação do solo em áreas que já se encontram sob risco, seja pela proximidade do lençol freático ou pela possibilidade de ocorrência de enchentes, como nas baixadas da Barra da Tijuca, Jacarepaguá e Sepetiba; e
- incrementar a arborização das ruas e o reflorestamento das regiões desflorestadas para a melhoria do clima urbano, da estética da paisagem, redução dos efeitos de eventos extremos e a conseqüente diminuição da erosão e assoreamento de rios e canais de drenagem.

Redefinição da linha de costa

Com o objetivo de reduzir as incertezas sobre o tema são apontadas duas propostas de trabalho essenciais à realização de estudos visando à projeção de cenários futuros mais abrangentes e precisos que aqueles contidos no presente relatório. Ainda que essas recomendações coincidam com o que já foi indicado em itens anteriores, considerou-se que o fato de serem repetidas aqui serve ao propósito de confirmar algumas das necessidades já levantadas:

- mapeamento da zona costeira do aglomerado metropolitano do Rio de Janeiro (escala mínima 1:10.000): novo mapeamento de toda a linha de costa, terrenos adjacentes e mapeamento batimétrico da plataforma continental adjacentes, com *datum* vertical ajustado ao nível médio do mar encontrado na costa do Estado do Rio de Janeiro. Este mapeamento traria melhor conhecimento da realidade da linha de costa e dos ambientes de praia do aglomerado metropolitano e seria de crucial importância para que se projetem cenários vinculados às mudanças no NMM. Pelas mesmas razões e com o mesmo tipo de resultados, essa proposta pode ser estendida para a costa do Estado do Rio de Janeiro como um todo.
- instalação, operação e manutenção de marégrafo: monitoramento em tempo real do nível relativo do mar e construção de série histórica de dados para conhecimento e projeções a partir do nível médio do mar local. O monitoramento traria resultados e produtos imediatos, enquanto a série de dados para a avaliação do nível médio do mar deve ter duração de algumas décadas.

VULNERABILIDADE SÓCIO-ECONÔMICA

Drenagem urbana

Nesse tema as recomendações principais apresentadas pelos especialistas consultados incluem:

- nas localidades onde a urbanização é intensa e problemas de cheia já ocorrem, medidas estruturais são de extrema importância para minimizar os impactos de enchentes e permitir a reordenação dos escoamentos no tempo e no espaço. Essas medidas são mais eficazes para a reversão de problemas já instalados, mas não se pode deixar de planejar a médio e longo prazo, de modo a garantir condições de sustentação das soluções estruturais propostas. Neste contexto, as medidas não estruturais desempenham um importante papel;
- medidas não estruturais podem, por exemplo, estar associadas ao zoneamento de cheias, ao estabelecimento de limites máximos de impermeabilização, à confecção de planos diretores de manejo de águas pluviais e a ações de educação ambiental. A questão da educação ambiental é muito importante, já que os moradores de bacias hidrográficas que sofrem cronicamente com eventos de cheia devem se perceber como inseridos na problemática dos reveses hídricos que os atingem. Dessa forma, ações de conscientização podem reduzir vulnerabilidades e ensinar à população a como proceder face a tais situações, garantindo a evacuação no tempo certo e a preservação de bens, entre outras ações;

- a combinação de medidas estruturais e não estruturais, bem como a própria utilização de estruturas da paisagem urbana com funções hidráulicas em um contexto de planejamento integrado com o crescimento urbano, permite uma composição capaz de fazer frente à vulnerabilidade das cidades na questão do controle de cheias.;
- dentro do conjunto de medidas estruturais existem dois grandes grupos, com objetivos e concepções distintas: (i) a prática tradicional de drenagem, que visa aumentar a condutância das seções, destacando-se a canalização; e (ii) a drenagem sustentável, que objetiva as medidas alternativas para resgatar a capacidade de armazenagem e infiltração da bacia, com atuações distribuídas no espaço. Trazem à baila as opções de reservatórios e de medidas para aumentar a infiltração;
- ambos os conjuntos de medidas podem ser utilizados isoladamente ou combinados, dependendo da bacia em questão. No contexto da avaliação de uma proposta de controle de cheias, em presença da possibilidade de mudanças climáticas, porém, as medidas mais sustentáveis são mais apropriadas para fazer frente aos novos desafios. Uma vez que a proposição de medidas de reservação e de infiltração diminui a dependência do sistema de drenagem em relação às dimensões da rede e da capacidade de descarga no exutório, passa-se a ter uma prevenção contra os efeitos de possíveis mudanças climáticas;
- o agravamento do problema de cheias em áreas de cotas muito baixas e próximas ao mar pode levar à necessidade de implantação de medidas mais drásticas, eventualmente se chegando à proposição de *polders*, para a proteção das áreas urbanizadas. Esta solução, de caráter corretivo tradicional, combinaria a utilização de diques, controlando a saída da rede de drenagem para o mar através de comportas, gerando a necessidade de grandes áreas de armazenamento temporário de volumes de água. Contudo, essa alternativa induz ao agravamento do risco de acidentes pela possibilidade de ruptura destas estruturas;
- dentre as medidas não estruturais recomenda-se, como ação importante na minimização dos impactos advindos de uma cheia, a adoção de sistemas de alerta e planos de contingência, no caso de eventos excepcionais. Planos de contingência deveriam ser gerados, também, no caso da necessidade de implantação de medidas extremas, como os *polders* citados anteriormente, para atender a situações de falha estrutural ou acidentes. Destaca-se, contudo, neste leque de ações não estruturais, a necessidade de confecção de um plano diretor de drenagem urbana, considerando cenários futuros que abarquem o problema das mudanças climáticas, permitindo preparar a cidade para este problema e buscando soluções que visem harmonizar a interação com o meio ambiente de forma a racionalizar a ação do homem sobre a bacia urbana;

- o desenvolvimento mais intenso e freqüente de ações de educação ambiental pode permitir que, em bacias hidrográficas onde o processo de urbanização ainda se inicia (como atuais fronteiras de expansão demográfica), haja uma redução da vulnerabilidade aos eventos climáticos extremos. Estando cientes de seu papel nessa problemática os moradores da bacia hidrográfica poderão se organizar para mitigar os efeitos adversos;
- os avanços nos estudos hidrológicos e hidráulicos face às possíveis mudanças climáticas devem persistir. É sabido que a modelagem climática começa a caminhar no sentido da geração de cenários mais regionais (ou localizados), evoluindo a partir dos produtos dos modelos de circulação geral da atmosfera (MCG's). Modelos oceanográficos acoplados aos MCG's agregam informações úteis a respeito de projeções futuras do comportamento do nível do mar. Pesquisas com esforços conjuntos entre meteorologistas, oceanógrafos, engenheiros civis de recursos hídricos e urbanistas devem ser conduzidas com a finalidade de auxiliar aos gestores públicos com seus conhecimentos técnico-científicos;
- a integração entre a modelagem meteorológica e hidrológica/hidráulica pode, assim, constituir importante ferramenta de alerta para possíveis eventos hídricos que venham castigar a região metropolitana do Rio de Janeiro, minimizando danos materiais e perdas de vidas humanas.

Saneamento

- destaca-se como questão essencial a necessidade de implantação e operação de programas de monitoramento de variáveis ambientais das bacias hidrográficas. Somente mediante rotinas com consistência e continuidade operacional será possível a detecção e a caracterização precisa de mudanças climáticas locais, assim como a mensuração de impactos e o planejamento detalhado de medidas de adaptação e mitigação.
- o melhor enfrentamento dos desafios e dificuldades ocorrerá a partir do desempenho técnico do modelo de *governança das águas urbanas*. Neste sentido, é essencial a capacitação institucional das operadoras de saneamento da RMRJ, dos entes reguladores do setor, dos organismos estadual e municipais responsáveis pela gestão ambiental urbana dos seus respectivos territórios.
- mecanismos de natureza educacional, técnica, legal e econômica que encaminhem a implementação de procedimentos de *conservação e uso racional da água* devem ser incentivados e ser gradualmente incorporados ao setor de saneamento, no sentido de complementarem as estratégias de adaptação.

Resíduos sólidos

- uma melhoria em matéria dos problemas associados aos resíduos sólidos passa pela mudança do comportamento da população, que deveria se sentir, também, responsável pela correta gestão do lixo urbano e pela limpeza das áreas públicas. As campanhas de mobilização da população deverão ter como base ações de educação que estimulem a mudanças de hábitos de consumo e também ao exercício pleno de cidadania para cumprimento dos deveres e para a cobrança de seus direitos perante as autoridades.
- os Municípios deverão normatizar, através de leis ou regulamentos de limpeza urbana, os tipos de recipientes a serem utilizados no acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares. Prioritariamente, deverão ser utilizados contêineres plásticos ou metálicos, com tampa, basculáveis e fixados em bases ou postes.
- em áreas alagáveis devem ser criados pontos de armazenamento temporário em cotas mais elevadas para evitar o arraste do lixo pelas águas. Os Municípios deverão subsidiar o fornecimento de contêineres em regiões mais pobres e que estejam sujeitas a situações mais críticas de deslizamento ou alagamentos.
- os Municípios deverão priorizar ações visando à expansão da cobertura dos serviços de coleta de lixo, incluindo as comunidades de áreas não urbanizadas (favelas), especialmente aquelas situadas em encostas e em áreas alagáveis. Para realizar a coleta de lixo em favelas e em comunidades de difícil acesso deverão ser utilizados equipamentos especiais que tenham mobilidade em vias estreitas e acidentadas.
- devem ser implementadas ações educativas e coercitivas para que a população cumpra rigorosamente o horário estabelecido para dispor o lixo para a coleta, de forma a reduzir os riscos de seu arraste para o sistema de drenagem por força de chuvas intensas.
- os serviços de varrição deverão ser realizados dando-se bastante ênfase nas atividades de limpeza de grelhas e de caixas de ralo, aumentando-se a frequência nas regiões com maior histórico de alagamentos.
- num cenário de tempestades intensas e recorrentes, os serviços de limpeza de rios e canais devem ser intensificados, utilizando-se modalidades de serviços manuais em córregos e riachos e mecanizados em rios e canais de maior porte.

- as unidades de tratamento de resíduos deverão ser projetadas e implantadas em áreas seguras do ponto de vista ambiental, cuidando-se para que não estejam sujeitas a alagamentos.
- instalações de compostagem deverão ter seus pátios de bioestabilização dotados de declividades e de sistema de drenagem que permitam o total escoamento das águas de chuva sem a saturação do teor de umidade da massa orgânica e, conseqüentemente, sem atrasos na cura do material.
- os aterros sanitários (existentes e novos) deverão ser objeto de adequações técnicas que assegurem uma boa condição operacional para as unidades, mesmo em condições climáticas severas. Os aterros situados em encostas, mesmo aqueles já desativados, entre os quais destacamos o Morro do Céu, do Bumba (Niterói), deverão ter seus projetos de drenagem de águas superficiais revisados e redimensionados para vazões superiores.
 - as células para recebimento dos resíduos deverão ter a menor dimensão possível, de forma a evitar o alagamento das frentes de serviços e a interrupção da disposição dos resíduos.
 - as pistas de acessos e praças de vazamento deverão ser revestidas de brita e rachão para permitir o acesso dos veículos de coleta mesmo quando da ocorrência de chuvas torrenciais.
- nos aterros situados em áreas potencialmente alagáveis (tais como os aterros de Gramacho e Itaóca) deverão ser desenvolvidos projetos específicos para a readequação das unidades, incluindo (mas não se limitando): (i) o *retaludamento* dos maciços para que a cota mais baixa fique acima de cotas alagáveis; (ii) a alteração dos projetos de drenagem de águas pluviais para que o deságüe seja feito em cotas não alagáveis; (iii) o aumento da proteção superficial em grama para evitar a erosão de taludes; e (iv) o aumento do monitoramento geotécnico com instalação de mais piezômetros e inclinômetros.
- o aterro para resíduos perigosos (classe I) localizado em Belford Roxo deverá ser protegido com diques que impeçam o alagamento das células de disposição, no caso de transbordamento do rio Sarapuí.
- todos os lixões, aterros controlados e aterros sanitários já encerrados, deverão ser mapeados e contar com sistema de monitoramento ambiental e geotécnico permanente e integrado ao órgão de controle ambiental do estado (INEA).

- no estudo de novas alternativas locais para a implantação de aterros sanitários deverão ser evitadas regiões situadas em encostas, em cotas inferiores a 10 metros e próximas de áreas potencialmente alagáveis.
- com o aumento da temperatura ambiente, as administrações municipais deverão adotar medidas que melhorem as condições de trabalhos das equipes de coleta e limpeza, entre as quais destacam-se:
 - priorização da realização dos serviços no período noturno quando as temperaturas são mais amenas e não há incidência solar;
 - revisão da carga laboral das equipes de trabalho com o redimensionamento de roteiros de coleta e de planos de varrição;
 - utilização de uniformes mais leves e confortáveis nos meses de verão;
 - distribuição de filtro solar para as equipes, visando à redução do número de problemas dermatológicos;
 - utilização de caminhões e equipamentos com cabines dotadas de ar condicionado.

Saúde pública

Segundo Confalonieri et al (2005) as recomendações gerais mais importantes no âmbito dos impactos de mudanças climáticas sobre a saúde pública compreendem:

- adaptação da metodologia usada para a caracterização da vulnerabilidade social aos impactos do clima, levando-se em conta a situação específica do aglomerado metropolitano e dos municípios que o compõem;
- desenvolvimento de um sistema integrado de informações de morbidade e mortalidade resultante de eventos climáticos extremos, a níveis municipal e estadual, no Rio de Janeiro, incluindo as respectivas secretarias de saúde, as de defesa civil e a secretaria de segurança pública. Tal sistema permitiria uma fácil caracterização das vítimas de deslizamentos de encostas e de inundações, seus agravos específicos, suas causas imediatas e conseqüências;
- aperfeiçoamento dos programas de controle de endemias e seus vetores (mosquitos, roedores etc.), principalmente daquelas sensíveis às variações do clima (no Rio de Janeiro, leptospirose e dengue, principalmente);

- esclarecimento da opinião pública em geral, sobre o processo de mudança climática e suas possíveis conseqüências e riscos para a saúde da população do Rio de Janeiro, baseada em estudos e modelos confiáveis, para evitar a freqüente desinformação que ocorre nesta área;
- instalação de esquemas direcionados de vigilância ambiental, epidemiológica e entomológica em localidades e para situações selecionadas, visando-se a detecção precoce de sinais de efeitos biológicos da mudança do clima (ex. em populações de vetores etc.);
- estímulo à realização de estudos científicos e avaliações técnicas, em nível local, integrando o setor saúde com outros (habitação; urbanização; demografia; climatologia; qualidade do ar etc), visando à construção de cenários urbanos para as próximas décadas.

Para que as ações de prevenção e adaptação possam ser efetivamente desenhadas e implementadas é necessário que o conhecimento científico a respeito dos impactos das mudanças climáticas sobre a saúde da população da cidade seja ampliado. Nesse sentido, recomenda-se:

- Visando ao aumento do conhecimento científico que possibilite avaliar os efeitos na saúde humana de variabilidade climática atual e de efeitos esperados, em face a, cenários futuros de mudança do clima:
 - implementar estudo que associe efeito da variabilidade climática, na poluição atmosférica e na freqüência de atendimentos hospitalares e ambulatoriais por asma e doença pulmonar obstrutiva crônica;
 - implementar estudo que associe efeito da variabilidade climática na freqüência a atendimento hospitalar e ambulatorial provocadas por veiculação hídrica;
 - implementar estudo que associe efeito da variabilidade climática no atendimento hospitalar e ambulatorial de doenças provocadas por vetores;
 - implementar estudos que avaliem os demais determinantes que também contribuem para a variação na freqüência dos atendimentos ambulatoriais e hospitalares;
 - estabelecer registro que identifique o perfil sócio econômico e de saúde das pessoas que adquirem as doenças listadas em 1.1, 1.2 e 1.3 de modo a possibilitar avaliar o seu custo social;
 - consolidar infraestrutura compartilhada de dados para o desenvolvimento de análises de modelagem preditiva e monitoramento do efeito na saúde em articulação com iniciativas similares em nível nacional e mundial.

- Visando ao aumento do conhecimento científico que possibilite avaliar os efeitos das diferentes Políticas Setoriais na saúde humana considerando o risco climático futuro:
 - implantar pesquisa para avaliação econômica do custo e benefício social, considerando a saúde humana, das políticas e medidas a elas associadas para mitigação e adaptação a risco climático;
 - estudo da influência de diferentes materiais, tecnologias e ações definidas para as dez áreas de resultado: ambiente, educação, transporte, infra-estrutura , etc. exercem sobre a saúde da população da cidade;
 - avaliação de como os resultados definidos em 2.1 podem impactar/ ser impactados frente a cenários climáticos;
 - articular o conhecimento adquirido sobre a influência das mudanças climáticas na saúde humana da população da cidade às iniciativas governamentais relacionadas à redefinição das áreas prioritárias para o aumento da qualidade de vida do cidadão carioca;
 - implantar sistema de indicadores que associem a influencia geográfica, social, econômica, ambiental e política na saúde da população considerando os riscos climáticos.
- Visando ao conhecimento e propostas para redução de risco aos Eventos Climáticos Extremos:
 - avaliar a efetividade, considerando redução de mortalidade e morbidade, do sistema de alerta precoce para eventos hidro-metrológicos extremos, instalado pelo governo do município do Rio de Janeiro.
- Visando ao fortalecimento da Governança regional
 - avaliar, periodicamente, o desempenho da governança dos municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro;
 - avaliar, periodicamente, a efetividade da comunicação entre pesquisa, governos, empresa e população em geral.

Vulnerabilidades Ecológicas

Biodiversidade e Unidades de Conservação

Para que as ações de prevenção e adaptação possam ser definidas com precisão e efetivamente implementadas, é imperativo que o conhecimento científico a respeito dos impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade seja ampliado. Na qualidade de *hot spot* mundial, a Mata Atlântica deve ser alvo prioritário destas ações. Como são muitas as deficiências no conhecimento científico sobre os mais diversos aspectos da biodiversidade e processos ecológicos que regem o funcionamento do conjunto de ecossistemas regionais, deve ser estabelecida uma hierarquia de urgências, bem como metas ambientais e avaliação periódica da eficácia das ações de prevenção e adaptação.

Nesse sentido, as principais diretrizes para o monitoramento e avaliação dos efeitos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade na RMRJ dizem respeito a:

- Aumento do conhecimento científico :
 - Implementar inventários botânicos e faunísticos de longa duração em áreas com conhecimento deficitário, assim como atualizá-los nas regiões onde o conhecimento é mais consistente, mas defasados;
 - Identificar 100% das “espécies-lacuna”;
 - Aumentar os esforços de coleta, caracterização e conservação *ex situ* de espécies endêmicas, raras e/ou ameaçadas de extinção de plantas e animais, tendo em vista a elaboração de:
 - Lista Oficial das Espécies Ameaçadas de Extinção por município;
 - Lista Estadual Oficial das Espécies Ameaçadas de Extinção;
 - Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas de Extinção do Estado do Rio de Janeiro.
 - Implementar estudos sobre a vulnerabilidade, resistência, resiliência e capacidade de adaptação de espécies e ecossistemas terrestres e aquáticos continentais a mudanças do clima, com base em critérios e indicadores que permitam o monitoramento de espécies, populações, comunidades e biomas;
 - Estabelecer estudos sobre espécies exóticas invasoras com potencial de impactar a biodiversidade no longo prazo, à luz das mudanças climáticas;

- Desenvolver análises de modelagem preditiva e monitoramento da perda de biodiversidade com base em cenários futuros de clima, com especial ênfase para espécies endêmicas, raras e/ou ameaçadas de extinção;
 - Criar e difundir amplamente uma infraestrutura compartilhada de dados regionais da biodiversidade, em articulação com iniciativas similares em nível nacional e mundial.
- **Uso do solo e fortalecimento do SNUC**
- reavaliar, periodicamente, a quantidade e qualidade dos estoques de vegetação nativa para cada um dos municípios que integram a RMRJ, com ênfase na análise dos efeitos da fragmentação de habitats sobre a biodiversidade;
 - identificar regiões potencialmente adequadas para o estabelecimento de corredores de biodiversidade, tendo como referência: a) a vulnerabilidade ambiental dos fragmentos florestais; b) a conectividade dos corredores com unidades de conservação; e c) os efeitos das mudanças climáticas sobre os remanescentes de vegetação nativa e respectiva fauna, atentando para as necessidades de área futura das espécies;
 - identificar e mapear Áreas de Preservação Permanente (APP), ecossistemas potencialmente mais vulneráveis à pressão antrópica e a eventos climáticos extremos e habitats insubstituíveis passíveis de incorporação à rede de unidades de conservação existente;
 - articular o conhecimento adquirido sobre a influência das mudanças climáticas na biodiversidade às iniciativas governamentais relacionadas à redefinição das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e criação de novas áreas oficialmente protegidas.
- **Fortalecimento da governança regional**
- Avaliar, periodicamente, o desempenho da governança ambiental dos municípios, com ênfase na performance da gestão de unidades de conservação, através de índices de vulnerabilidade e metas ambientais pré-estabelecidos.

Manguezais

A seguir são apresentadas sugestões de estudos específicos visando tanto à redução das incertezas sobre as respostas dos manguezais às mudanças climáticas, como a geração de dados de suporte à adaptação dessas florestas às mesmas.

- Programa de Monitoramento das Florestas de Mangue, Planícies Hipersalinas e Sistemas de Transição visando o acompanhamento permanente da resposta dos manguezais face às mudanças climáticas, permitindo a adequação de medidas de conservação do ecossistema.

Objetivos específicos

- manutenção e fortalecimento do programa de monitoramento das florestas de mangue e planícies hipersalinas da região de Guaratiba, mantido pelo NEMA/UERJ e expansão, segundo a mesma metodologia já consolidada, desse programa para as demais áreas de manguezal da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, incluindo um diagnóstico inicial das mesmas;
 - monitorar o comportamento de espécies invasoras e os ecótonos entre manguezais e sistemas terrestres/água doce;
 - implantar, em todos os sistemas descritos, programa de monitoramento de parâmetros ambientais: comportamento das marés, temperatura do ar, precipitação, evaporação, balanço hídrico, taxas de aporte e deposição de sedimentos;
 - monitorar aspectos estruturais, funcionais e da dinâmica das florestas de mangue.
- Avaliação da resposta dos manguezais a outras alterações decorrentes das Mudanças Climáticas, possibilitando uma visão mais ampla das respostas estruturais, funcionais e de dinâmica das florestas de mangue em relação aos diferentes aspectos e parâmetros envolvidos nas mudanças climáticas, permitindo a melhor gestão desse importante recurso, sob as novas condições ambientais, de forma a garantir a perpetuação do mesmo.

Objetivos específicos

- avaliar os efeitos das alterações previstas para temperatura, precipitação, evaporação, balanço hídrico (disponibilidade hídrica), ocorrência de eventos extremos, entre outros, sobre a área ocupada por manguezais, sua estrutura, função e dinâmica;
- implantar, em todos os sistemas descritos, programa de monitoramento desses parâmetros ambientais;
- Modelar o comportamento dos manguezais da baía de Sepetiba, considerando-se o cenário de rompimento da Restinga da Marambaia e propor medidas de adaptação às novas condições;

- Estabelecimento e manutenção de sistema de monitoramento por imagens de satélite e de banco de dados permitindo a gestão das florestas de mangue em “tempo real” ou seja, favorecendo a identificação de respostas ágeis às alterações nesse ecossistema.

Objetivos específicos

- implantar e manter sistema de monitoramento das áreas de manguezais através da análise de imagens de satélite de alta resolução, identificando alterações anuais da área ocupada pelo ecossistema e pelos sistemas adjacentes;
 - implantar banco de dados incluindo informações georeferenciadas de aspectos estruturais e funcionais das florestas de mangue, bem como dos parâmetros ambientais envolvidos nas alterações climáticas.
- Estudos para a identificação de medidas visando à manutenção ou restauração da resiliência dos manguezais às mudanças climáticas possibilitando a formação de uma base científica mais sólida visando medidas que possam efetivamente reduzir a vulnerabilidade e aumentar a resiliência dessas florestas de mangue às mudanças climáticas;

Objetivos específicos

- diagnosticar as diferentes fontes de estresse de origem antrópica e natural que incidem sobre os manguezais da região;
- identificar os agentes e fatores que influenciam a vulnerabilidade dos manguezais às mudanças climáticas;
- propor medidas que garantam a resiliência de florestas de mangue identificadas como de baixa vulnerabilidade e que restitua a resiliência das florestas com média e alta vulnerabilidade.

Sistemas lagunares

As principais medidas recomendáveis para o acompanhamento e avaliação do efeito das mudanças globais sobre as lagoas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro são:

- Manter os programas de monitoramento limnológico das lagoas pelo INEA, nos moldes da antiga FEEMA, em relação aos complexos da baixada de Jacarepaguá e de Niterói-Maricá, assim como à lagoa Rodrigo de Freitas;

- Criação de um banco de dados referentes ao monitoramento e estudos já realizados por órgãos públicos aberto e disponível na Internet;
- Contenção efetiva e tratamento de todos os efluentes domésticos gerados, principalmente em regiões do entorno dos corpos aquáticos;
- Maior interação entre os órgãos municipais, estaduais e federais para coordenar o programa de monitoramento e evitar sobreposição ou superposição de atividades;
- Monitorar o surgimento de novas áreas alagadas através do acompanhamento de imagens de satélite.

Planos de monitoramento de ecossistemas aquáticos são de extrema importância para o melhor entendimento das mudanças climáticas, pois eles atuam tanto como sentinelas como integradores dos seus efeitos (Schindler 2009). Estudos de longa duração, incluindo monitoramento ambiental, são necessários para a conservação no contexto dos grandes problemas ambientais que afetam as lagoas costeiras (Esteves et al. 2008). Em uma revisão recente Adrian et al. (2009) discutiram quais seriam as variáveis chaves e como elas poderiam servir para o monitoramento das mudanças climáticas em ecossistemas aquáticos continentais. Baseados neste estudo e nas consequências diretas previstas para as lagoas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, recomenda-se um monitoramento que avalie os seguintes parâmetros:

- Periodicidade semanal (coluna d'água)
 - formas nitrogenadas e fosfatadas totais, dissolvidas e inorgânicas;
 - carbono orgânico total e dissolvido, clorofila-a, turbidez, sólidos em suspensão, pH, alcalinidade, salinidade, oxigênio dissolvido, temperatura, profundidade e coloração;
 - perfis de salinidade, temperatura, oxigênio e radiação fotossinteticamente ativa;
 - comunidade de fitoplâncton e de coliformes totais e fecais.
- Periodicidade mensal
 - metabolismo aquático, incluindo taxas de produção primária e respiração da coluna d'água e do sedimento;
 - comunidade de zooplâncton, macrobentônica, macrófitas aquáticas e ictioplâncton;
- Periodicidade semestral

- Concentrações de Fósforo total, mercúrio total, granulometria e matéria orgânica.

Ecosystemas de encostas

O monitoramento das encostas pode ser estabelecido para as áreas críticas apontadas pelos mapeamentos de susceptibilidade (GEOHECO, 2000), pelas cartas de riscos (Geo-Rio, p.ex.) e outras iniciativas mais recentes. O uso da instrumentação automatizada com *data logger* e telemetria permite leituras, registros e emissão de dados em intervalos de tempo relativamente reduzidos (em geral a cada 15 minutos), que convergiriam para uma central na qual esses dados seriam interpretados e de onde partiriam boletins e alertas.

Dentre as mensurações de encosta mais usuais (Anderson & Richards, 1987) podem ser citadas:

- **Instalação de medidores de nível d'água (MNA):** são tubos de PVC perfurados e adequadamente inseridos no perfil de solo através de furos de sondagem, servindo para indicar a profundidade do lençol freático. Pode ter leitura manual através de sistemas elétricos ou também automáticas, com sensores de nível d'água que indicam as flutuações do lençol freático e, assim, possibilitando a elaboração de correlações com as condições de instabilidade da encosta ao longo do período chuvoso.
- **Instalação de Piezômetros:** também são tubos de PVC, porém perfurados apenas em cerca de 50 cm da extremidade inferior e que devem ser adequadamente inseridos no perfil de solo através de furos de sondagem. São úteis na definição da poro-pressão nas zonas saturadas dos solos, que constituem importantes indicadores da possibilidade de rupturas das encostas, quando já existem estudos prévios de resistência ao cisalhamento dos solos da encosta. À semelhança dos MNA, os piezômetros podem ter leitura manual ou por sensores automáticos de nível d'água que permitem medir as variações de poro-pressão e das possíveis condições de instabilidade da encosta ao longo de um evento chuvoso.
- **Instalação de inclinômetros:** são tubos de alumínio com cerca de 4 polegadas de diâmetros, com quatro canaletas guias em sua lateral, dispostas a cada 90 graus. São inseridos no perfil de solos através de furos de sondagem, até que se atinja uma zona reconhecidamente estável ou rochosa. A leitura manual é feita por meio da descida, metro a metro, de um 'torpedo' medidor de inclinação (*tilt meter*) ligado por cabo elétrico a uma caixa de registro. Conforme a vertical inicial e as variações em relação a esta leitura é possível determinar o(s) deslocamento(s) da massa de solo em profundidade e a zona de deformação (ou ruptura) em seu interior, permitindo saber se há proximidade de um colapso súbito da encosta ou não. Neste caso, têm-se informações a respeito da encosta ao longo do período chuvoso. Há

ainda sistemas de inclinômetros de leitura automatizada e com telemetria realizada a cada 15 minutos. Contudo, estes são bem mais caros, sendo geralmente aplicados em situações em que se lide com encostas capazes de gerar acentuados prejuízos financeiros, danos a ecossistemas e perdas de vidas.

- **Instalação de marcos superficiais com acompanhamento remoto:** são marcos (alvos) fixados sobre a superfície do terreno, que são localizados a distancia e de cima, por meio de rastreadores aerotransportados. Os registros subseqüentes ao primeiro arranjo geométrico dos marcos sobre a encosta analisada podem indicar deslocamentos superficiais, permitindo a avaliação das taxas de movimentação e da possibilidade de ruptura. Ainda são pouco difundidos no Brasil, principalmente devido ao custo elevado do sistema de acompanhamento.

Essas possibilidades de monitoramento acima descritas não correspondem, entretanto, a *produtos de prateleira* disponíveis no mercado. O fato dos instrumentos necessários serem ainda pouco demandados na atualidade explica essa dificuldade. Contudo (ou por esse tipo de razão), é preciso investir em atividades de P&D na implantação de programas regulares de monitoramento das encostas, como vem sendo infelizmente provado pelos seguidos problemas envolvendo substanciais perdas materiais e de vidas humanas a cada evento (cada vez mais freqüentes) de chuvas mais intensas. Outro aspecto a considerar é a possibilidade de redução de custos dos sistemas de monitoramento derivados do avanço das tecnologias de mensuração, transmissão, registro e análise de dados.