

QUESTÕES TROPICAIS URBANAS DO AQUECIMENTO GLOBAL*

Adriano Batista Dias
Fundação Joaquim Nabuco
E-mail: abdias@fundaj.gov.br

RESUMO O aquecimento global traz implicações sobre questões urbanas, tratadas no texto, especialmente dirigido a situações onde reinam temperaturas ambientais superiores a 25 °C, a partir da qual maiores temperaturas trazem crescentes perdas de eficiência da atividade cognitiva, de concentração, aumento de erros de avaliação, levando também a maior cansaço nas tarefas físicas. Abordando a mitigação face à adaptação, argüi-se que a racionalidade econômica compromete os esforços de pura mitigação por parte de grupos locais e de urbes, aos quais coloca como próprios e adequados os esforços de adaptação. Neste sentido, dois grandes eixos são tratados, o da minimização do desconforto térmico e do gasto energético para provê-lo e o da redução da exposição às inundações e deslizamentos e seus danosos efeitos. O primeiro chama a soluções que expressem mínimos possíveis de absorção de energia solar transformada na forma de calor e eficiente dispersão do calor que seja inevitavelmente absorvido. A arborização, pelo ensombramento, é chamada a participar com presença marcante neste eixo. O segundo envolve regular a ocupação de áreas de risco de inundações e/ou deslizamentos e estabelecer os equipamentos urbanos a servirem de eficiente abrigo e apoio a intervenções quando da ocorrência de catástrofes.

Código JEL: N5, N50

Palavras chave: aquecimento global, arborização, medidas locais de adaptação ao aquecimento global

ABSTRACT The text brings urban questions related to the global warming, especially focusing to situations where reign temperatures superior to 25 °C, starting point from which larger temperatures bring growing losses of efficiency of the cognitive activity, of concentration, brings increase of evaluation mistakes, also taking increasing fatigue in the physical tasks. Approaching the mitigation face to the adaptation, argue that economic rationality contravenes the efforts of pure mitigation on the part of local groups, cities, towns and villages, placing autofinanced adaptation efforts as fitted and adequate to them. In this sense, two great axes are visualized: a) the minimization of the thermal discomfort and energy expense; and b) the reduction of losses from floods and landsliding and its harmful effects. The first axis calls to solutions that express possible of minimal absorption of solar energy transformed into heat and the efficient dispersion of the heat unavoidable absorbed. The urban arborization, for shadowy, is called to be a main strategy in this axis. The second axis involves the adequate regulation the occupation of areas of risk of floods and/or landsliding and to well design the urban equipments aimed in a way to serve as efficient shelter and support when of the occurrence of floods, which are expected to be greater than the present ones.

Key-words: global warming, urban arbols, global warming local adaptation measures

* Artigo recebido em novembro/2007 e aceito em dezembro/2008.

1. Introdução¹

O processo de aquecimento global já traz ineludíveis e irreversíveis efeitos e que podem de muito se ampliar se adequadas medidas não forem adotadas. Cabem ações para reduzir o seu avanço e para conviver com seus efeitos. Este trabalho traz uma sintética apresentação da lógica do processo, com seus principais efeitos diretos e indiretos conhecidos, bem como uma apreciação das naturezas das medidas que estão em consideração nos fóruns que cada vez mais são estabelecidos para discussão do assunto.

Os efeitos térmicos são apreciados na Seção 2, juntamente com efeitos indiretos e com consideração sobre a existência de externalidades e medidas com efeitos com natureza de bens públicos. Nesta seção analisa-se o que é próprio, do ponto de vista da racionalidade econômica, aos poderes locais regular e agir diretamente.

Medidas de adaptação relacionadas a efeitos térmicos são tratadas na Seção 3. A responsabilidade do poder público municipal é analisada, mostrando-se como cabe, do ponto de vista da racionalidade econômica, ao poder público municipal regular a questão da absorção de calor por edificações. Isto em princípio seria um problema exclusivo dos usuários das edificações, mas é visto que as externalidades clamam a um tratamento público da questão, sob pena de todos serem expostos a mais desconforto, na medida em que vá se processando o aquecimento global.

Medidas de adaptação relacionadas a catástrofes naturais, que se antevê aumentarem em frequência e intensidade, são vistas na Seção 4 como próprias para objeto de regulação, o que inclui as previstas inundações de água marinha nas cidades costeiras.

Conclusões, enfim, são traçadas na final Seção 5.

2. Aquecimento, a configuração de seus efeitos, a conformação do enfrentamento

Há mais de dois séculos foi descoberto que não fossem os componentes minoritários da atmosfera, teríamos no nosso planeta temperaturas médias diárias sempre abaixo de zero, mesmo no equador, o que impediria o desenvolvimento do fenômeno da vida, tal como o conhecemos hoje. Estes componentes que permitem o estabelecimento de uma temperatura favorável à vida têm uma participação relativamente tão pouco expressiva do ponto de vista quantitativo que ao Homem é possível alterá-los de forma significante, o que não poderia acontecer aos elementos majoritários, o oxigênio e o nitrogênio. Nos interessam os componentes minoritários que refletem parcialmente de volta à superfície os raios de onda longa, infravermelhos. Estes então refletidos, permitem o aquecimento da superfície Terra e dos mares a uma temperatura favorável à vida. Trata-se de uma situação de equilíbrio permitido pela emissão de calor, por parte da superfície do

¹ Texto escrito para apresentação no V ENABER. Revisto incorporando contribuição de Parecista anônimo, ao qual o autor agradece.

planeta, segundo uma constante multiplicada pela quarta potência da temperatura absoluta (medida em graus Kelvin), e pelo grau de reflexão, de volta à superfície, da energia dela irradiada.

Há cento e onze anos atrás um químico sueco, Svante Arrhenius, baseado nas medições sobre a radiação de ondas longas, feitas vinte anos antes publicou, em 1896, na já centenária revista de ciências naturais *Philosophical Magazine*, um artigo onde estabelecia a relação entre o teor de dióxido de carbono na atmosfera e a temperatura na superfície da Terra. Segundo a relação que encontrou, dobrando-se o teor de dióxido de carbono prevalecente no começo da Revolução Industrial, de 280 partes por milhão, ter-se-ia um aumento de 4 graus centígrados. Diminuindo-se este teor de carbono de modo a reduzi-lo à metade, a temperatura diminuiria 4 graus centígrados (ARRHENIUS, 1896). Qual uma escala logarítmica, estava estabelecida uma relação que expunha o resultado da queima de combustível fóssil. Novos mais recentes trabalhos sempre confirmaram a ordem de grandeza da relação entre teor de dióxido de carbono na atmosfera e temperatura de equilíbrio na superfície Terra. Não há dúvida, então, de que aumento no teor de dióxido de carbono na atmosfera traz aumento de temperatura. Nem há dúvida de que o aumento de temperatura no século XX, cujo ritmo elevou-se a 0,2 °C por década, nas últimas três (QUEIROZ; ANDRADE; FAGUNDES, 2006), era um resultado esperado, de acordo com um conhecimento que a Humanidade detém há mais de século.²

Mas a relação logarítmica de Arrhenius, entre o teor de dióxido de carbono na atmosfera e a temperatura da superfície Terra, expressa situações de equilíbrio entre estas duas variáveis. No momento não está configurada esta situação de equilíbrio. Mesmo uma impossível imediata completa supressão da emissão de dióxido na atmosfera não manteria a temperatura atual. Ela prosseguiria subindo, segundo um ritmo menor, mas continuaria subindo até que atingíssemos a temperatura de equilíbrio para a atual participação de CO₂ na atmosfera, ou seja, até que o fluxo de calor emitido para o espaço, pela Terra, fosse igual ao fluxo de calor recebido do sol pela Terra. Enquanto esta temperatura de equilíbrio não for atingida, o fluxo de calor emitido pela Terra para o espaço será menor do que o fluxo de calor absorvido do sol. E a temperatura da superfície da Terra aumentaria ainda de nada desprezíveis 0,5 °C, segundo os climatologistas (BIERBAUM, 2007).

O aumento geral da temperatura não é espacialmente equidistribuído. A temperatura tende a subir tão mais quanto maior a latitude. Neste aspecto, poderia se alegar, as regiões equatoriais e tropicais estão bem situadas. Mas esta alegação perde força quando se observa que elas já têm as temperaturas mais altas. E o desconforto e os outros efeitos negativos decorrentes de temperaturas elevadas a que o homem esteja exposto não são lineares com o aumento da temperatura. Dado o ponto de partida mais alta, subir menos pode não trazer vantagem, mesmo que só o aspecto temperatura seja considerado. O aumento geral da temperatura também não é, em cada local, temporalmente equidistribuído. As noites frias num

² O dióxido de carbono é o principal responsável pelo efeito estufa. Mas a contribuição de outros gases, como o metano, é também ponderável, assim como a do vapor de água, condensado ou não em nuvens, e a dos aerossóis.

determinado local podem se tornar menos frias em termos proporcionalmente mais agudos do que o aumento médio de temperatura na região. Aumenta a intensidade dos ventos, reportam os climatologistas, se fazendo este aumento corresponder, em condições extremas a furacões mais fortes, em média. Aumentam a frequência e intensidade de ocorrências de situações climáticas extremas. Aumenta a irregularidade das precipitações atmosféricas, o que significa mais secas e mais inundações. O mais comentado efeito nas regiões costeiras é a subida do nível dos oceanos, pelo acréscimo de água recebida dos glaciares e, em adição, pela diminuição da densidade da água do mar ocasionada por sua maior temperatura.

Deve-se notar que os efeitos têm comportamento de não linearidade, pelo que projeções para o futuro baseadas em extrapolações lineares, podem ser profundamente enganosas e, como tal, produzirem resultados trágicos face a decisões nelas baseadas. Também deve ser notado que os parâmetros de uma distribuição têm diferentes importâncias, a média nem sempre sendo um deles.³ Mas os feitos físicos estão longe de esgotar o que interessa para a tomada de decisões para o planejamento das ações. Os efeitos biológicos, indiretos que sejam, não podem deixar de ser considerados.

Os mais românticos poderiam começar a refazer as suas agendas no que se refere às flores que anunciam a chegada da primavera. Flores que começavam a abrir em maio, na primavera europeia, começam a abrir em abril, enquanto o outono está se despedindo mais tarde. A relação entre clima e vegetação induz, pelo aquecimento, mudanças na flora em cada local (PILLAR, 2007). Nada romântica é a mudança da composição de madeiras da Amazônia, quando árvores de madeiras menos densas aceleram seu crescimento mais do que as de madeiras mais densas, diminuindo a densidade média da biomassa amazônica, diminuindo a resistência ao *stress* hídrico e aumentando o perigo de incêndios florestais, pela dupla condição de mais facilmente se tornar inflamável e de apresentar maior velocidade de combustão. A redução da compactidade pelo desmatamento, proporcionando aberturas, pela maior entrada de oxigênio contribui adicionalmente para estabelecer condições ótimas para o início e a propagação de incêndios florestais iniciados por auto combustão ou não: um grande risco para agregados urbanos amazônicos inteiramente circundados pela floresta.

As áreas de ocupação dos componentes da fauna vão sendo deslocadas em função de suas susceptibilidades à condição térmica e à derivada condição de umidade. Muitas espécies vão se deslocando em direção a maiores latitudes. Outras, vão anexando maiores altitudes aos seus espaços ocupados, como os vetores da dengue e da febre amarela que vão sendo encontrados em altitudes cada vez maiores.⁴

³ Se queremos saber como vai ficar a capacidade de geração de energia elétrica de uma turbina eólica, devemos prestar atenção não à média da velocidade dos ventos, mas a média dos ventos acima de uma determinada velocidade mínima e abaixo de uma determinada velocidade máxima, extremos estes tomados como especificações técnicas da turbina, sendo a tal média portanto, em tese, diferente entre diferentes turbinas. O mesmo fenômeno, o vento, nos traz outra variável importante para outro aspecto. Se queremos saber a sua força destrutiva, devemos procurar saber quais as rajadas mais fortes que podem ocorrer em determinado lugar, algo bem diferente da média da velocidade dos ventos.

⁴ Um atualizado acompanhamento dos efeitos do aquecimento pode ser conseguido com o acesso a Environmental Defense e outros (2007).

O Homem não passa isento de efeitos diretamente resultantes do aumento médio da temperatura. Euclides da Cunha, atento ao avanço do conhecimento científico descreve o que se conhecia de negativo sobre os seres humanos pela exposição às condições do semi-árido equatorial/tropical ao tempo em que, na virada do século XIX para o XX escreveu *Os Sertões* (CUNHA, 2007). Obviamente o quadro que ele apresenta é parcial face ao conhecimento atual. Com o aquecimento agrava-se a situação para os que, pelas peculiaridades de seus locais já estão expostos a condições negativas e agregam-se mais outro numeroso contingente dos que vêm seus locais passando a apresentar condições negativas.

O nível de temperatura, sabe-se, afeta o conforto e a eficiência das ações humanas. Há uma faixa de temperatura em que o Homem desempenha suas atividades com proficiência e que, saindo desta faixa, cujo limite à direita é, em determinadas condições de umidade e pressão atmosférica, de 25 graus centígrados, se torna menos resistente ao cansaço físico, tem diminuída a capacidade cognitiva, comete mais erros de avaliação e torna-se mais suscetível a doenças quanto, afastando-se do limite superior de conforto, mais aumente a temperatura ambiente.⁵ E se a temperatura atmosférica está se elevando, quando atualmente, durante o período diurno nas latitudes correspondentes à expressa maioria do território brasileiro predominantemente já esteja no entorno à direita da faixa, mais tende, ao longo do tempo futuro a se afastar desta faixa adequada, reclamando que medidas sejam tomadas para contrabalançar o aquecimento, especialmente quando aumentos da umidade do ar elevem ainda mais a temperatura efetivamente percebida.⁶

As medidas que podem ser divisadas e adotadas podem ser classificadas em dois grandes grupos. Há medidas de mitigação, objetivando reduzir o impacto das ações andrógenas sobre o aquecimento global, tais como produzir uma mesma dada quantidade de energia elétrica com menor emissão de dióxido de carbono, ou diminuir a quantidade de dióxido de carbono emitido por passageiro x quilômetro em vôos, em transporte terrestre e em transporte naval. E há medidas de adaptação, visando permitir ao Homem viver melhor dentro do quadro irremediavelmente posto do processo de aquecimento global ou mesmo de fazer

⁵ Questões sobre conforto térmico podem ser conferidas em Arens e Bosselmann (1989), Nedel e outros (2006), Xavier e Lamberts (1999), CLIMATE (2007), baseados estes em Fanger (1972) e outros estudos seminiais.

⁶ Na capital do estado brasileiro Espírito Santo, o que podemos chamar como a “temperatura central”, o ponto central do intervalo entre as temperaturas máxima e a mínima observadas, é 25,3 °C, entendendo-se que todos as capitais dos estados ao norte tenham “temperaturas centrais” não menos elevadas (CLIMAS, 2007). É entendível que o efeito “ilha de calor”, que aumenta a temperatura das cidades em relação ao ambiente a elas externo, esteja expresso nas suas temperaturas máximas, mas não nas temperaturas mínimas, as quais ocorrem, em geral, em uma situação de seguidos dias de pouca radiação solar ao nível do solo, após, portanto o efeito “ilha de calor” se ter dissipado. Note-se que mais da metade da área territorial nacional brasileira tem temperaturas médias acima de 25 °C durante as horas de expediente de trabalho diário. Como o interior dos ambientes construídos tem temperatura mais elevada do que o ambiente externo, maior ainda é a fração de brasileiros exposta a temperaturas acima deste limite de conforto térmico, pelo que a adequação ao fenômeno do aquecimento global deve receber no Brasil grande atenção, como de resto assim deve ser em todas as áreas tropicais.

conseguir ao Homem sobreviver a este processo, tais como reduzir o efeito “ilha de calor” a que estão expostos os cidadãos em uma cidade tropical,⁷ ou produzir ambientes construídos em que a ventilação natural e a menor absorção de energia solar produzam menor distanciamento do limite máximo de temperatura de conforto térmico, quando não for possível manter-se dentro da zona de temperatura de conforto térmico.

As medidas de mitigação diferem radicalmente das medidas de adaptação no que concerne à distribuição da apropriação dos benefícios. Esta diferença, em geral não realçada na literatura sobre aquecimento global, é crucial no entendimento do nível de instância do estado a que compete regular as ações dos agentes econômicos referentes a cada uma delas. As medidas de mitigação adotadas por um agente, como se produzissem bens públicos, beneficiam todos os agentes atuais e futuros, dentro do mais longínquo horizonte que à Humanidade seja dado considerar.⁸ Benefícios assim tão largamente espalhados têm fração praticamente nula apropriada pelos agentes que os produzem, conquanto sejam agentes individuais ou mesmo tomados como a coletividade de uma cidade ou até de um estado-província, ainda que este seja grande como o estado da Califórnia, nos EEUU, cujo produto é maior do que o da maior parte dos países da ONU. Os custos, todavia, incidem sobre o adotante, a menos de parcela que lhe seja subsidiada. A externalidade do benefício torna, em geral, a parcela apropriada pelo agente uma inexpressiva reduzida fração do seu custo, praticamente nula. Tal situação tende a tornar pouco expressivas as medidas de mitigação, mesmo em termos de nações, o que as faz estabelecer metas e sistematicamente descumprí-las, uma compreensível divergência entre desejos coletivamente firmados, confirmados como metas, e os resultados, decorrentes das efetivas ações desenvolvidas. Só à comunidade de nações com um todo faz sentido econômico arcar com os custos dos efeitos de medidas de mitigação, pois é esta comunidade, como conjunto, que representa a humanidade beneficiada.

A literatura existente, das mais diversas naturezas, trata basicamente de medidas de mitigação, mesmo quando se dirige a medidas locais. Embora não se possa contar com indicadores estatísticos que apresentem a frequência com que medidas locais são tomadas como medidas de mitigação, pode-se induzir a forte expressão deste engano nos documentos que registram a posição de prefeituras quando incluem o aquecimento global em suas pautas de considerações. Um governo local conhecido como pioneiro por ter adotado medidas relativas ao aquecimento global logo no primeiro ano deste novo milênio é o da cidade de Portland nos Estados Unidos da América do Norte. Talvez incentivada pelo desejo de superar a imagem negativa que o governo Bush criou para os EEUU por conta da não adesão ao tratado de Quioto, a prefeitura de Portland, preocupou-se em adotar medidas locais para reduzir a emissão de CO₂ nas atividades que ocorrem

⁷ Ilhas de calor também são danosas aos humanos em áreas temperadas. Nestas, seu aspecto maléfico é até mais intenso, embora temporalmente concentrado em poucos dias por ano, quando ocorrem as cada vez mais frequentes “ondas de calor”.

⁸ Nordhaus (2006) em ensaio em honra de Paul Samuelson, o seguramente mais destacado economista norteamericano nos anos 60 e 70 do século passado, lançador do conceito de “bem público”, coloca as medidas de mitigação como exemplos de bens públicos.

no município. Ou seja, adotou medidas de mitigação como as medidas locais relativas ao aquecimento global (CITY, 2001). Outras prefeituras seguiram o seu exemplo nos EEUU e em outros países de todos os continentes. No ímpeto da adoção de medidas de mitigação como medidas locais foi criada a ICLEI - Local Governments for Sustainability, que congrega atualmente mais de 800 prefeituras. Seu programa “CCP – Cities for Climate Protection” trata de medidas locais. Mas são puras medidas de mitigação, como se pode constatar: “The CCP methodology provides a simple, standardized way of acting to reduce greenhouse gas emissions and of monitoring, measuring, and reporting performance” (ICLEI, 2008). Tomar medidas de mitigação como as medidas locais não se restringe absolutamente aos governos locais que formulam políticas onde são contempladas explicitamente o aquecimento global e aos documentos oficiais que produzem. A academia, ao tratar do assunto se alinha com estes governos locais no tocante a tratar medidas de mitigação como medidas locais. A implantação de florestas urbanas, uma questão local, é o foco de MOONS et alli (2005). Consideram as florestas, em uma abordagem anunciada como sistêmica, levando em conta os aspectos relevantes, onde o relacionamento com o aquecimento global é trazido unicamente pelo lado da mitigação, através do sequestro de carbono que as florestas viabilizam e pelo uso das madeiras que produzem, olhadas como substituto de combustíveis fósseis. Um olhar na academia pode ainda tomar vez considerando-se a programação de um curso sobre financiamento de ações ambientais na Universidade de Zurique, oferecido para 2008-2009. O primeiro dos três módulos do curso trata de contextualizar as ações que serão objeto de financiamento. O módulo tem a primeira seção anunciada como tratando das *global solutions*; tem a segunda registrada como tratando das *national solutions*; e, afinal, a terceira seção é destinada a tratar do que no programa é chamado de *local measures*, trazendo, no que diz respeito ao aquecimento global, o financiamento do comércio de quotas de emissão de CO₂, que é um problema de mitigação, não de adaptação (University, 2008). Finalmente, pode-se trazer a consideração uma evidência de idêntico trato destes tipos de medida, numa comunidade mais ampla, que congrega pesquisadores e executivos: “local measures” relacionadas ao aquecimento global são encontradas em documentos de associações, como JEA - Japan Environment Association, cujo Business Report FY2007 as trata como medidas “to prevent global warming”, sem abordar medidas de adaptação (JEA, 2007).

Instituições locais, todavia, sejam governos locais, sejam organizações locais da sociedade, sejam de qualquer outra natureza, sendo locais suas dimensões, se vêm dirigidas, se a racionalidade econômica imperar, a centrarem na adaptação os seus esforços autônomos relativos à questão do aquecimento. Ainda bem que, embora seja esta uma propriedade esquecida da literatura, os conjuntos de medidas de mitigação e de adaptação não são disjuntos. Há medidas de adaptação, em que os benefícios recaem sobre os adotantes, lhes apresentando saldo líquido positivo, e que são também, em diferentes graus e com diferentes eficiências, medidas de mitigação, devendo, em condições de *coeteris paribus*, ter prioridade de adoção, pelo benefício geral à Humanidade que conferem, sem prejuízo das vantagens auferidas pelos agentes que as adotam. Esta é exatamente a situação que diz respeito às questões urbanas, enfrentadas que são por autoridades locais e por agentes locais.

3. Redução dos efeitos nocivos do aumento da temperatura atmosférica

O principal meio para adaptação ao processo de aquecimento global, no que diz respeito ao aumento em si da temperatura atmosférica, vem com o uso racional do grande “condicionador de ar natural”, a árvore, secundado por outros elementos de vegetação. O grande astro da resposta local, é bom que se destaque, é muito mais antigo do que a humanidade. De fato, mais antigo do que toda a fauna de que a humanidade faz parte. Esta árvore que os “globais” vêem como instrumentos de absorção do carbono, os “locais” devem ver como o grande aparelho natural de condicionamento de ar. Reflete até 25 por cento da energia calórica que recebe⁹ e o restante absorve, mas convertendo em outras formas de energia, com importantes efeitos térmicos na área ensombrada, quer sejam indivíduos isolados, quer sejam coletivos na forma de bosques, florestas ou, simplesmente, o que muito importa do ponto de vista urbano, formando arvoredos ao longo de vias. Outros elementos do chamado reino vegetal apresentam propriedades assemelhadas, do ponto de vista quantitativo, chamados a uso nos esforços de adaptação ao aquecimento global por sua capacidade de absorver energia solar mantendo baixos níveis de absorção de energia na forma de calor, mesmo com baixa reflexão, dado ao uso metabólico que fazem da energia solar.

As árvores devem ser usadas, em muitas diversas situações como elemento indispensável para contrabalançar localmente o efeito do aquecimento. É racional que o benéfico efeito térmico das árvores esteja sempre sendo auferido pelos que se deslocam, quer como pedestres, quer usando veículos. É racional que este efeito beneficie, também, os ambientes de moradio e os de trabalho. E clama-se aumento do conhecimento sobre árvores urbanas e novos cultivares, com propriedades mais adequadas à função urbana.¹⁰ Fundamental é perceber que o benefício térmico produzido pela vegetação tem fortes externalidades, muitas vezes funcionando

⁹ Reflete 25% segundo Scudo (2007).

¹⁰ São inúmeras as propriedades desejadas para as árvores urbanas que podem, através de pesquisa agrônoma, serem tentadas de serem obtidas com mais intensidade do que os cultivares hoje disponíveis. Sabor dos frutos satisfatório para o que se pode denominar como componente irracional da fauna, mas insuportável por parte do componente racional é, por exemplo, uma propriedade desejada. Em Valência, na costa mediterrânea da Espanha, capital da região produtora de laranjas, as ruas são arborizadas com uma só variedade, enquanto outras trinta e duas são cultivadas pelos produtores. Brasileiros desinformados logo ao chegarem à cidade costumam arrancar uma das laranjas que esteja madura numa das árvores da cidade, de imediato entendendo, pelas propriedades organolépticas que descobre ter, não ser preciso decreto municipal proibindo seu consumo. Trata-se, em Valência, de um caso de propriedade desejada já alcançada. No Recife, os bairros urbanizados nas primeiras décadas do século passado têm oitzeiros nas calçadas. Conviviam bem com os automóveis de então. Hoje, com a tentativa de fabricação e uso na lataria dos automóveis de chapas de aço de espessura da ordem de grandeza apenas imediatamente superior ao tamanho das diferentes moléculas que constituem o aço, os frutos ao caírem sobre as capotas mudam suas geometrias, produzindo mossas. Seria desejável que chegassem às capotas com um nível de energia cinética não tão alto. Para isto os frutos teriam de ser suficientemente pequenos ou limitados a ocorrerem apenas nos galhos mais baixos, ou a uma combinação destas duas situações extremas. Um cultivar de oitzeiro com estas propriedades é desejável. Trata-se, em Recife, de um caso de propriedade desejada que a pesquisa agrônoma poderia tentar trazer uma solução satisfatória. E assim, outras propriedades podem ser consideradas, não sendo próprio a este texto tratar de lhes dar especial atenção.

como bens públicos a nível local. São situações em que a Economia coloca como tipicamente de sub-investimento, ou seja, de iniciativas privadas racionais insuficientes, sendo função do poder público dirigir as decisões individuais através de incentivo e regulação, bem como complementar diretamente as ações privadas.

A atenção às condições do interior das edificações, residências, áreas condominiais e edifícios que abrigam atividades produtivas ou de governo, passa a ser mais cobrada nas áreas tropicais, quanto mais vão se elevando a temperatura e a umidade externas. Trata-se, então de aumentar a atenção na elaboração e implementação dos projetos arquitetônicos ao princípio lançado por Bezerra Coutinho que, em sua tese doutoral, “analisa a umidade do ar em combinação com a sua temperatura e conclui pela necessidade de seu movimento como condição necessária e essencial para a sensação de conforto ambiental nos trópicos.” (COUTINHO, 1930, apud SILVA, 2005, p.80). Os projetos obviamente são chamados a considerar soluções externas não só de relação para com os equipamentos urbanos construídos, externos às edificações, como para com a disposição do arvoredo existente e projetado, de forma a que sejam adequadas a insolação e o direcionamento externo dos ventos, tal como já considera o próprio Bezerra Coutinho, em defender disposição adequada ao arvoredo circundante de forma a direcionar os ventos para as portas e janelas. A atenção ao interior se estende ao exterior no que toca ao aumento da importância da absorção de energia térmica e sua dissipação. Musgos e instâncias vegetais formando jardins verticais, por seu turno, podem ser considerados para reduzir o aquecimento de paredes não ensombradas por árvores, não só contribuindo para o conforto interno, como reduzindo a energia refletida, para benefício térmico das áreas circundantes, como também reduzindo o calor dissipado por contato das superfícies externas das edificações com o ar, beneficiando a própria cidade pela menor contribuição ao efeito ilha de calor.

Mas, algo muito mais estrutural do que cobertura vegetal de elementos externos deve ser levado em conta. Particularmente chamam consideração especial as edificações de múltiplos pisos ou andares. Claro está que toda a fração das fachadas acima das copas dos arvoredos representa componentes de fornos solares. Uma edificação de vinte andares, há décadas tão valorada para abrigar habitações de classe média alta, tem os quinze superiores operando como fornos solares, contribuindo, pela reflexão, pela irradiação e pela dissipação de calor via convexão para o aquecimento de áreas e edificações vizinhas. Este efeito de externalidade negativa sobre a vizinhança é acompanhado de custos energéticos mais altos na própria edificação, em termos per capita, do que soluções de menor número de andares. Concentre-se a atenção num custo energético não usualmente considerado na eleição entre tipos de construção de edificações: veja-se o consumo de energia elétrica dedicado ao suprimento de água interno à edificação. Cada residente consome cerca de duzentos litros por dia (O PORTAL, 2007), o que confere a um apartamento tipo, com cinco habitantes, uma tonelada de água consumida diariamente. É água elevada ao extremo superior do prédio qualquer seja o andar onde venha a ser consumida. Num edifício de três andares sobre pilotis, por cada apartamento de cinco moradores, realiza-se um trabalho de 1 ton x 5 alturas de 1

andar por cada apartamento tipo para elevar a água. Num de vinte andares sobre pilotis o trabalho por cada apartamento tipo é 1 ton x 22 alturas de um andar, sendo quatrocentos e quarenta por cento maior o gasto de energia elétrica para suprir a água por apartamento típico do que num edifício de três andares sobre pilotis. Num edifício de quarenta andares sobre pilotis, o trabalho diário médio de elevação de água por apartamento passa a ser 1 ton x 42 alturas de um andar, oitocentos e quarenta por cento maior do que para um edifício de três andares sobre pilotis. Ou seja, gasta, em média, um edifício de quarenta andares, oitocentos e quarenta por cento mais energia elétrica só para prover água para um apartamento típico do que um edifício de três andares sobre pilotis.

O custo de construção menor por apartamento tipo, valor do terreno incluído, que fascina o construtor, o qual decide o que será ofertado ao mercado imobiliário, não necessariamente se traduz em menor custo de utilização para os futuros usuários. Neste aspecto, há profunda assimetria entre o milimétrico cálculo de custo que perfaz o construtor competente e a, em geral, inocência de custos de manutenção e uso em relação a alternativas em que está imerso o consumidor, adquirente e, seguidamente, usuário de um imóvel. Por outro lado, como atrás considerado, a externalidade térmica das edificações representa imposições sobre a vizinhança, o que limita o direito que possa ser invocado para livre escolha de conformação das edificações. Uma opção de maior consumo energético para satisfação da necessidade de habitação, por seu turno, significa aumento efetivo (ou potencial quando a energia elétrica for de fonte hídrica, mas o potencial hidráulico estiver exaurido, ou em vias disto) da emissão de dióxido de carbono quando unidades adicionais de energia elétrica são produzidas com combustíveis fósseis. A imposição de custos legais para a construção de edificações e correspondentes condições de uso, correlacionado às externalidades negativas que produzam para a vizinhança e externalidades negativas para o resto do mundo, aí incluídas as futuras gerações, é um ato de adaptação que traz forte componente de mitigação.¹¹

Em cidades onde haja racionamento de água ou em que a evolução da disponibilidade de água, dada a evolução do processo de aquecimento, aponte à necessidade de seu racionamento dentro do horizonte perscrutável, a reutilização da água nas edificações é outro recurso para adaptação. Permite que uma comunidade, com menor gasto de água per capita, continue a gozar do mesmo padrão de conforto em relação a este insumo que pode ser tornar mais raro. Em meio à reutilização de água de vários usos e para vários fins (MIERZWA, 2004; Centro Internacional de Referência em Reúso da Água, 2007), o tratamento para reutilização da água de uso doméstico se destaca por reduzir em cerca de um terço o consumo de água

¹¹ Certamente a formulação da política urbana a ser traçada, da qual os custos legais incidentes sobre as externalidades negativas tratadas no texto sejam um componente, deve levar em consideração os custos dos terrenos e suas implicações sobre o custo final das moradias, a possibilidade de construção em áreas mais distantes e as suas repercussões sobre o sistema de transportes, com emissão de poluentes, assim como a toda a complexa malha de considerações do planejamento urbano de hoje, de que é exemplo a diversidade de temas tratados em (LOFVENHAFTA, K.; BJORN, C.; IHSE, 2002; BREUSTE, J. H., 2004; BARCELLOS; BARCELLOS, 2004), passíveis de tratamentos quantitativos, como pela aplicação do modelo proposto em DEÁK (1975), já aproveitando a facilidade de cálculo trazida pela então novidade da informática, ou pelos novos resultados dos estudos de modelagem.

potável (NOGUEIRA, 2007), produzindo economia de um terço no consumo de energia elétrica do sistema de suprimento de água potável.

Um componente urbano, complemento das edificações, são os estacionamentos de veículos. Mais das vezes pavimentados e não arborizados, são, nestas condições áreas de alta absorção de energia térmica e de contribuição adicional ao desconforto térmico pela substituição havida do recobrimento natural, arenítico ou argiloso, onde a humidade edáfica, pela sua contínua evaporação, contribuía para o rebaixamento da temperatura. Nada impede que sejam arborizados os estacionamentos, contribuindo não só para o conforto térmico das suas adjacências, como para o conforto térmico e a durabilidade das peças de plástico e couro dos interiores dos veículos a que se destinam abrigar, como para a redução do consumo de combustível dos veículos estacionados em horas de insolação e que, ao sair destes estacionamentos quando ainda tendo seus interiores aquecidos, tenham seus aparelhos de ar condicionados trabalhando, para retirar o calor que não deviam ter absorvido, indiretamente alimentados que são pelo combustível usado pelo veículos. Estacionamentos adequadamente arborizados são instâncias de adaptação ao aquecimento global que, por meio da captação de dióxido de carbono por parte do arvoredo e pela poupança de combustível e contribuição à maior durabilidade de elementos dos interiores dos veículos, constituem-se em instâncias de mitigação.¹²

De forma análoga ao aumento de cuidado com as condições de nível térmico, humidade e aeração para conforto, higiene e salubridade, nos projetos de construção, que se deve fazer corresponder, como medidas de adaptação ao processo de aquecimento global, o planejamento da organização espacial das cidades deve aumentar o cuidado com o efeito ilha de calor para evitar degradação das condições oferecidas aos seus habitantes, principalmente os humanos. Coletado calor durante o dia pelas edificações e pavimentações e reduzida a ventilação pelas edificações, principalmente pelas que assomam acima dos arvoredos, falta

¹² É importante notar o valor de uso atribuído à sombra nos estacionamentos nas regiões tropicais. Nas três maiores universidades do Recife, cidade brasileira ensolarada pelos seus 8 graus de latitude sul, há amplos estacionamentos com parca parcial arborização (em geral, árvores seculares que resistiram). Nota-se, num ritmo que se repete em cada um dos dois expedientes diurnos dos dias ensolarados, uma rotina de ordenação de preferências pelas vagas, segundo seus ensombramentos, por parte dos usuários. Primeiro são ocupadas as que garantem sombra da hora da chegada à da saída, fornecendo o máximo benefício proporcionado pela sombra. Depois são ocupadas as que garantem sombra na hora da saída, permitindo um veículo com interior menos desconfortável pela dissipação de parte do calor absorvido. Em seguida são majoritariamente ocupadas as que apresentam sombra na hora da chegada e horas imediatamente seguintes, mas não na hora da saída, permitindo o benefício de menor agressão à pintura e aos elementos interiores sensíveis aos ultravioletas e ao calor (diz-se majoritariamente ocupados, pois neste caso parte dos usuários se dirige alternativamente para vagas não ensombradas, mas que lhes oferecem a vantagem de reduzir o percurso a pé dentro do estacionamento). Por fim, a leva seguinte de usuários ocupa as vagas permanente ensolaradas durante o dia. Note-se, todavia, a observação do gerente de um destes estacionamentos, pago, da indisposição dos usuários de conceder algum valor de troca ao benefício da sombra. Apesar de as preferirem, segundo comprovação diuturna, não se dispõem a pagar nem um centavo a mais para terem uma vaga na sombra, conforme demonstraram com suas ineludíveis reações contrárias quando de seu experimento de estabelecer preços discriminados entre vagas permanentemente ensombradas e vagas não permanentemente ensombradas. Não há, portanto, incentivo para o gestor privado arborizar. É o caso, portanto, de obtenção da arborização via regulação que a obrigue ou a incentive.

condição de dissipação de calor à noite que permita o amanhecer com a temperatura igual, para efeitos práticos, à do ambiente regional externo à cidade. No dia seguinte retoma-se o ciclo a partir da temperatura inicial mais alta em relação à área rural adjacente, o que caracteriza uma ilha de calor, produzindo ambientes muito frequentemente mais do que três graus centígrados acima da temperatura no ambiente externo à ilha de calor, um efeito dos agregados urbanos que os romanos já tinham identificado (CPTEC, 2007). O diferencial positivo de temperatura tende a castigar crescentemente os ocupantes das urbes com o avanço do processo de aquecimento global. Além do efeito direto sobre as condições de vida nas cidades, o efeito ilha de calor aumenta o gasto energético dos sistemas de condicionamento de ar que, em termos líquidos aquecem o ambiente ao seu redor, pois emitem mais calor neles do que retiram dos específicos ambientes que estão condicionando, pondo acréscimo às condições desfavoráveis à qualidade de vida dos que não contribuem com o aquecimento global por não os usar.

Numa primeira vista pode-se identificar como vilões da formação de ilhas de calor as edificações cujas fachadas têm frações acima dos arvoredos, tão mais grave produtora desta externalidade negativa sendo uma edificação quanto maior a fração

que está acima da copa das árvores. Seguramente edifícios de três andares, mesmo sobre pilotis, cercados por um arvoredo convenientemente alto, recebem sol no

telhado durante apenas uma parte do ciclo diário de insolação, e recebem uma fração ainda significativamente menor em suas fachadas, capturam, em termos por apartamento tipo, muito menos energia do que um edifício de vinte andares, dos quais quatorze se põem como coletores solares funcionando ao longo de todo o ciclo diário de insolação.

O planejamento urbano congregando os devidos conhecimentos arquitetônicos, físicos, meteorológicos, climatológicos e agrônômicos pode ser associado à regulação que produza desenvolvimento de urbes com desejável amenização do efeito ilha de calor. Nas cidades tropicais esta amenização se faz mais importante. Ilhas de calor não contribuem diretamente de forma significativa com o aquecimento global (WANG; OPPENHEIMER, 2005), mas o fazem através do aumento do consumo de energia que induzem (principalmente através do CO2 emitido pelos requeridos sistemas de suprimento de energia elétrica).¹³ Importa considerá-las num rol de itens passíveis de ações de adaptação por terem efeitos negativos significantes sobre os humanos a elas expostos, sempre que não protegidos por ambientes internos com ar condicionado, efeitos estes que podem ser atenuados com a menor temperatura alcançada pela “ilha de calor” e que podem ser evitados se a “ilha de calor” não se formar.

¹³ Pode-se invocar que a energia elétrica no Brasil é, praticamente toda, de origem hidroelétrica. Mas no Nordeste brasileiro, por exemplo, acabou-se a disponibilidade de fontes hídricas para a produção de energia elétrica, os acréscimos, de hora em diante devendo repousar em energia produzida com combustíveis fósseis ou nucleares. A escassez de água no principal rio da região, o rio São Francisco, já provocou dois episódios de forte racionamento de energia elétrica, um em cada uma das duas últimas décadas do século passado.

A malha de cidades de uma região está diretamente relacionada à formação de malha de ilhas de calor. Os parâmetros que determinam a relação entre os tamanhos das cidades e outras características relacionadas à formação de ilhas de calor, em condições de minimização ou não deste efeito perverso ao Homem, devem ser considerados nos estudos de planejamento de malhas de cidades com mais razão quando o aquecimento global torna mais perverso o efeito das ilhas de calor. O Planejamento Regional tem assim mais um motivo para servir como instrumento de adaptação ao aquecimento global. Analogamente, deve tratar de procurar minimizar o número de seres humanos sob situação de riscos em catástrofes, levando-se em conta que diferentes áreas das cidades são diferentes nos riscos que apresentam.

Outro elemento fundamental a considerar está vinculado à necessidade de viagens que diariamente os cidadãos são obrigados a fazer. Para o trabalho ou em busca de produtos e serviços os cidadãos saem e depois retornam aos seus lares. Deslocam-se em vias, usando veículos ou a pé, quer inteiramente, quer completando a pé as viagens que contaram com veículos. Qualquer que seja a forma de deslocamento, entretanto, serão melhor servidos se contarem com percursos completamente ensombrados. Para os pedestres é óbvia a diferença de conforto e de saudabilidade entre caminhar à sombra e fazê-lo sob a direta incidência dos raios solares. Para os que estão em veículos sem ar condicionado também é grande a diferença de conforto, especialmente quando os veículos estão inseridos em algum engarrafamento de tráfego e deixam de contar com a ventilação proporcionada pela velocidade de deslocamento, que diminui a temperatura externa média das carrocerias. Os que estão em veículos com ar condicionado poderão, ao passar de áreas ensombradas para áreas ensolaradas, notar a imediata diferença causada pela radiação advinda da insolação nas superfícies externas dos veículos, podendo conferir a vantagem do ensombramento. Mas, mesmo mantida a temperatura do ar dentro dos veículos com ar condicionado, há que considerar a menor necessidade de remoção de calor do ambiente interno dos veículos, causada pelo ensombramento, a que corresponde menor consumo de combustível e, correlacionado com isto, menor poluição ambiental a que estão expostos todos os que respiram o ar da cidade. Esta externalidade negativa, a poluição local, fica diminuída pela menor emissão de poluente pelos veículos com ar condicionado quando percorrem caminhos ensombrados. Pode não interessar a seus ocupantes diminuírem, via arborização das vias, a poluição que estão causando, mas é no interesse de todos os cidadãos do local que ela seja diminuída. A arborização das vias é uma medida necessária às urbes dos trópicos, mormente quando o processo aquecimento global vai aumentando o componente de poluição emitida pelos veículos por conta da maior quantidade de trabalho desenvolvida pelos condicionadores de ar veiculares.

A menor poluição local pode também ser invocada como componente de adaptação local ao aquecimento global em intenções declaradas por governos de substituir parcialmente as viagens de automóveis particulares por viagens em transporte coletivo. Tais programas, muitas vezes anunciados como medidas de adaptação têm componente mais expressivo como medida de mitigação, pois a justificativa se dá através da redução da emissão de dióxido de carbono proporcionada pela substituição. É através de outros componentes da emissão de

veículos automotores, como a poluição local por ela causada que, então, pode-se encontrar justificativa para a classificação da medida como de adaptação, propiciando racionalidade para a ação pública local.

Um especial tipo de via merece atenção. São as ciclovias, anunciadas como contribuintes à redução da emissão de dióxido de carbono.¹⁴ Como os transportes coletivos são redutores de outras emissões, de efeito negativo local, as bicicletas o são, também, em relação aos veículos automotores movidos a combustível fóssil. Seu uso além de trazer redução da emissão de dióxido de carbono em relação ao próprio transporte público automotriz, representa adicionalmente desejada redução de poluição local, em relação, também, ao próprio transporte público automotriz, redução esta que é um bem público, pode-se dizer, no âmbito municipal. Mas, não para aí o seu benefício localmente apropriado. Pela contribuição à saúde de seus usuários, ameaçados de se tornarem mais sujeitos a doenças pelas condições trazidas pelo aquecimento global, as ciclovias representam mais esta faceta positiva como instrumento de adaptação local. Têm, portanto, o apelo de serem instrumentos simultaneamente de adaptação e de mitigação de mais amplo e relativamente intenso efeito no âmbito das soluções de transportes veiculares.

4.Reduções de efeitos nocivos de enchentes, deslizamentos e inundações

O processo de aquecimento global traz a perspectiva, para as regiões tropicais de aumento dos ventos e da irregularidade das precipitações atmosféricas, como duas variáveis relacionadas a desastres naturais atinentes a este processo. São variáveis relacionadas a aumento de risco e uma primeira ação de adaptação pode ser pensada com a re-engenharia da redução e redistribuição dos riscos, sob pena de expressivos sub investimentos tolherem o aparelho produtivo, com prejuízo para todos. Não é local o nível da regulação do trato ao risco, mas sendo local a expressão de sua ocorrência é desejável que as autoridades de instâncias “locais” dos estados nacionais, os estados e os municípios, comecem a cobrar das instâncias nacionais o aperfeiçoamento do sistema de redução e redistribuição dos riscos para fazer face aos ameaçadores possíveis desastres naturais de maior intensidade e frequência.

Em adição às variáveis relacionadas a risco há outro desastre, lento mas inexorável, qual seja a subida do nível dos mares. O conceito de risco, como atribuível uma probabilidade de sua ocorrência é inadequado, pois a subida do nível dos mares não é uma ocorrência a que se possa atribuir uma probabilidade de ocorrência. Não se sabe com exatidão a trajetória temporal da subida, sobre a qual existem tão diferentes projeções quanto modelos adotados para fazê-las. Um modelo desenvolvido na estadunidense Environmental Protection Agency, em

¹⁴ O uso de bicicletas para viagens urbanas pode ser considerado como dentro do conjunto de pequenas atitudes cotidianas de âmbito individual, como “reciclar lixo ou plantar algumas mudas de árvores são insuficientes, dada a gravidade do problema, mas nem por isso não devem ser tomadas” (MARIUZZO, 2007). A denúncia da insuficiência formulada por Mariuzzo caracteriza a ótica da mitigação, para a qual as atitudes individuais e locais são irremediavelmente insuficientes.

1983, traz previsão para 2100 de subida mínima de 55 centímetros, previsão média de 2 metros e 10 centímetros e previsão máxima de 3 metros e 10 centímetros (TITTUS e outros, 1991, p.176).

Há margens para a ação local no que respeita ao risco e à resposta à subida do nível dos mares. A regulação a nível municipal pode restringir construções em áreas de riscos de enchentes e em áreas de prevista invasão de águas marinhas. O código de obras pode induzir construções com menor exposição a prejuízos causados por desastres naturais, conforme avanços na arquitetura voltada para estes problemas.

O aperfeiçoamento de sistemas de respostas às emergências é outro aspecto inserido no âmbito dos governos locais. Como parte destes sistemas está a disseminação da informação e a manutenção da capacidade de comunicação em momentos de crise.¹⁵ São ações em que se comporta a participação plena das instâncias locais de governo.

Para as áreas costeiras impõe-se consideração ao problema da subida do nível das águas oceânicas. Sempre há duas soluções extremas, uma, deixar o mar levar o que ele quer e, outra, proteger tudo. Há soluções de proteger limitadamente. Cada uma das alternativas tem de ser vista sob os mais diversos ângulos. A alternativa a ser escolhida em cada caso deve sê-lo com a maior possível antecedência. Proteger uma cidade como o Recife, no Nordeste do Brasil, por exemplo, representa estender uma complexa malha de diques no ângulo dos bairros centrais e dos litorâneos. Ao longo do perímetro de cada uma das ilhas em que a cidade se converteria com a água do mar a um metro acima da maior maré já verificada, por exemplo, se teriam diques, que também deveriam ter altura para prever cheias aos longo dos braços de rios e canais. Tomado o custo de milhões de Reais por hectare,¹⁶ quem pagaria esta conta? Só o bairro de Boa Viagem, merecido cartão postal da cidade, a ter seus cinco quilômetros de dique à beira mar e outro tanto no lado do canal que corre atrás já faria tal investimento atingir uma inimaginável soma. Mas não só o investimento teria de ser considerado. Imagine a queda de valor do bairro ao ter a sua artéria pérola, a avenida à beira-mar, transformada num corredor onde os veículos circulam entre uma parede de edifícios e outra de um contínuo dique. Potentes bombas d'água sempre podem ser pensadas para carrear as águas pluviais de chuvas intensas para manter as vias sem acúmulo de água. Mas operá-las e mantê-las representam custos e o contínuo temor de que uma simples interrupção de energia causada por temporais, como vez ou outra acontece, cause um pandemônio nas ruas inundadas e se somem a outros fatores que terminam por baixar ainda mais o valor médio dos imóveis da área. São previsões que devem ser feitas com competência para evitar alimentar o processo decisório com informações enganosas. A cidade pode preferir continuar a erguer proteções de baixo custo em Boa Viagem para conter

¹⁵ Sabe-se que celulares não funcionam quando uma emergência envolve um número de pessoas que gere um número de chamadas superior à capacidade do sistema de telefonia celular, como aconteceu durante o episódio das Torres Gêmeas e durante outro mais recente, o da maior inundação da história em Bombaim, fruto de uma gigantesca tromba d'água caída num fim de tarde.

¹⁶ Apesar das previsões do IPCC 2007 de que a subida do nível médio do mar até ao fim deste século seria de um terço de um metro, há vozes discordantes de estudiosos do assunto, como o do Diretor da NASA, James Hansen, responsável pelos estudos climatológicos da instituição, segundo o qual a subida do nível médio do mar pode, até 2100, ser multimétrica (HANSEN, 2007).

as ondas na face leste do bairro, durante as próximas décadas e, adiante, ceder ao mar Boa Viagem e muitos outros bairros em vez de construir dispendiosos diques quando se tornar insustentável o uso dos equipamentos urbanos sistematicamente inundados. E estabelecer um planejamento para uma reforma do sistema viário e infraestrutural, de maneira geral, para manter funcionando da melhor forma o que lhe sobraria do avanço causado pela subida do nível do mar. É claro que tal sistema viário não teria de ser construído com desmesurada antecipação, mas a sua viabilidade em termos de custo pressupõe a mais ampla antecipação possível para a seu planejamento e implementação de medidas legais à disposição das autoridades municipais para estabelecer condições favoráveis à implementação do que tenha sido planejado.

Mas não se poderia deixar de mencionar o aspecto mais importante de todos, para um tratamento da resposta local ao aquecimento global, aspecto nunca mencionado nas análises desenvolvidas nos países centrais, onde este aspecto não é visto, por não se constituir em problema, ou melhor, por se constituir em problema de há muito resolvido. Um bom nível de educação, o ciclo médio bem feito é importante para a plena participação de todos os segmentos da população nos setores produtivos modernos. O aquecimento com a incerteza que traz, vem acrescentar mais um sério motivo para que se encete, em todos os locais, nos países periféricos, uma revolução da educação. Mais ainda no Nordeste, já abatido pela maior parte de sua área ser um polígono das secas, que se anuncia ampliar, em extensão e em aridez, enquanto às margens litorâneas se prometem mais enchentes. Se antevêm, então, necessidades de rápidas ações por parte dos cidadãos, para se adaptarem às circunstâncias que lhes forem surgindo, adotando novas tecnologias para produções locais, para o que precisam assimilá-las bem em treinamento, os que permanecem, deslocando-se outros para outras áreas, conforme melhor pareça a cada um. Para êxito ao assimilar nova informação tecnológica e para plena empregabilidade no mercado nacional, o bom nível de informação adequada pede, para sua eficientemente rápida aquisição, um bom nível de educação.

5. Conclusões

O aquecimento global traz como resposta medidas com externalidade globalmente apropriável e formadoras de bens públicos globalmente benéficos, para as quais demanda-se ação de governos nacionais associados em cooperação. Outras medidas há com externalidade apropriável localmente e formadoras de bens públicos com benefício efetivo local. Estas são próprias às autoridades locais incluí-las em suas atividades regulatórias e de execução sob sua responsabilidade. Quando atinam às cidades respondem a questões urbanas. Quando atinam aos trópicos respondem a questões urbanas tropicais. Nestas distingue-se a questão térmica como diferencialmente mais tocante às cidades tropicais. Enchentes e deslizamento, causados por precipitações atmosféricas e inundações resultantes da elevação do nível dos mares são problemas comuns às cidades temperadas.

A atenção às externalidades térmicas que incidem e são apropriáveis pelas áreas circundantes e no domínio territorial mais amplo, o domínio territorial da própria urbe, constitui uma diferença fundamental no ato de projetar, induzida pela necessidade de adaptação local, nos trópicos, ao aquecimento global, o que pode e deve ser forçado e reforçado pela regulação que aos municípios cabe estabelecer e impor.

O aumento de cuidados com as edificações toma forma mais demandante de pesquisa quando se trata dos grupamentos de edificações constituindo cidades capazes de produzir “ilhas de calor”. A complexidade das variáveis que abarcam elementos de agregação interativa dos balanços energéticos das edificações isoladas, das árvores e arvoredos, com as respectivas áreas por elas ensombradas e das áreas pavimentadas e não pavimentadas presentes em uma área urbana torna mais difícil modelagens com precisão semelhante às alcançadas nas modelagens energéticas de edificações individuais. A modelagem energética das cidades envolve as viagens com o uso de veículos motorizados com suas diferentes concepções e naturezas de motorizações. Políticas urbanas têm respostas dos agentes que variam de acordo com elementos culturais, o que inclui a distribuição de níveis de educação entre os seus habitantes, bem como a distribuição e nível médio da renda percapita, entre outras variáveis, levando a uma ainda maior complexidade no trato da questão do enfrentamento das ilhas de calor.

A arborização das vias garantindo ensombreamento aos transeuntes é uma medida que cabe às municipalidades. A utilização de árvores para reduzir o calor absorvidos pelas edificações, quer diretamente dos raios solares, quer refletido de outras construções, bem como dos estacionamentos é da alçada da regulação municipal. A elaboração de planos diretores para o desenvolvimento urbano e a sua correta implementação é da alçada do poder municipal. Nestes planos é aconselhável que sejam satisfatoriamente contempladas a questão das ilhas de calor, do sistema de apoio à população em casos de catástrofes e, quando for o caso de cidade costeira, da configuração da cidade e seu equipamento público urbano face à elevação do nível do mar. Enfim, a necessidade de medidas de adaptação com suas fortes externalidades, aconselhando para o bem comum encaminhamentos que não atendem aos interesses individuais, estabelece a necessidade uma nova postura de regulação adequada pelos poderes municipais.

Referências Bibliográficas

- Arens, E, Bosselmann, P. 1989, Wind, sun and temperature-predicting the thermal comfort of people in outdoor spaces. Em: *Building and Environment* 24(44):315-20.
- Arrhenius, S. 1896, On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. Em: *Philosophical Magazine*, 41:237-76. Disponível em: <http://www.globalwarmingart.com/images/1/18/Arrhenius.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2007.
- Barcellos, PFP, Luiz, PFP. 2004, Planejamento urbano sob perspectiva sistêmica: considerações sobre a função social da propriedade e a preocupação ambiental. Em: *Revista FAE, Curitiba*, 7(1):129-44, jan./jun.
- Bezerra Coutinho, A. 1930, "O problema da habitação higiênica nos países quentes em face da 'Arquitetura Viva'" Rio de Janeiro: Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro. [Tese doutoral].
- Bierbaum, R. et alli 2007, *Confronting Climate Change: Avoiding the unmanageable and managing the unavoidable. Executive Summary*. Nova Iorque: United Nations Foundation.
- Breuste, JH. 2004, Decision making, planning and design for the conservation of indigenous vegetation within urban development. Em: *Landscape and Urban Planning*, 68:439–52.
- CIRRA - Centro Internacional de Referência em Reúso de Água 2007, Reúso Urbano. Disponível em <http://www.usp.br/cirra>. Acesso em 08 abr.
- City of Portland; Multnomah County 2007, *Local Action Plan on GLOBAL ARMING*. Portland: 2001. Disponível em: <http://www.portlandonline.com/shared/cfm/image.cfm?id=112115>. Acesso em: 02 jul.
- Climas que ocorrem no Brasil. 2007. Disponível em: <http://www.brcactaceae.org/clima.html>. Acesso em 25 jun.
- Climate in Building Design. 2007. Disponível em: <http://www.arch.hku.hk/research/BEER/abcd.htm>. Acesso em 12 mai.
- CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos 2007, *Clima Urbano*. Disponível em: <http://www3.cptec.inpe.br>. Acesso em 03 abr.
- Cunha, E. da 2007, *Os Sertões*. Fundação Biblioteca Nacional. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/bn000153.pdf>. Acesso em: 05 abr.
- Environmental Defense at alli 2007, *Global Warming: Early Warning Signs*. Disponível em: <http://www.climatehotmap.org>. Acesso em: 25 abr.
- Deák, C. 1975, "Modelo de Simulação do Crescimento Urbano". Em: *Revista de Administração de Empresas*. Rio de Janeiro, 15(1):15-27.
- Fanger, PO. 1972, *Thermal Confort, analysis and applications in environmental engineering*. Nova Iorque: McGrall Hill Book.

- Hansen, JE. 2007, "Scientific Reticence and Sea Level Rise". Em: Environment Research Letters. Disponível em: http://www.iop.org/EJ/article/1748-9326/2/2/024002/erl7_2_024002.pdf?request-id=Hr6lK6tf3BG1_ibW2wi7Kg. Acesso em 18 dez.
- ICLEI - Local Governments for Sustainability 2008, Our Campaigns and Programs. Disponível em <http://www.iclei.org/index.php?id=global-programs>. Acesso em: 03.dez.
- JEA - Japan Environment Association 2008, Business Report FY2007. Disponível em: http://www.jeas.or.jp/english/files/business_2007.pdf . Acesso em 01.mai.
- Lofvenhafta, K, Bjornb, C, Ihse, M. 2002, Biotope patterns in urban areas: a conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning. Em: *Landscape and Urban Planning*, 58:223–240.
- Mariuzzo, P. 2007, Foco no indivíduo ou na estrutura?. Em: *Com Ciência. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico*. Disponível em: <http://comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=22&id=243>. Acesso em: 12 abr.
- Mierzwa, JC. 2004, O futuro das águas passadas. Em: *Kalungá*, 42(163):130-3, ago.
- Moons, E. et alli 2005, "Optimal location of new urban forests in a suburban area". Leuven: Katholieke Univesiteit Leuven. (Energy, Transport & Environment Working Papers Series 2005-02, Center for Economic Studies).
- Nedel, AS. et alli 2006, Comparative Analysis of Different Human Thermal Comfort Indexes in São Paulo City and Their Relationship with Respiratory Morbidity. Em: *Anais da VIII Conferência Internacional Sobre Meteorologia e Oceanografia no Hemisfério Sul*, Foz do Iguaçu, Brasil, Abril 24-28, 2006. Foz do Iguaçu: INPE, pp. 675-7.
- Nogueira, PF. 2007, Escassez de Água. Em: *Universidade da Água. Reuso da Água*. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=reuso.htm>. Acesso em: 10 abr.
- Nordhaus, WD. 2006, Paul Samuelson and Global Public Goods. Em: *Michael Szenberg et alli, Samuelsonian Economics*. Oxford: Oxford University Press.
- O Portal do Construtor 2007, Consumo Diário de Água. Disponível em: <http://www.sitengenharia.com.br/tabelaagua.htm>. Acesso em: 10 abr.
- Pillar, V de P. 2007, Clima e vegetação. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>. Acesso em: 28 mar.
- Queiroz, D, Andrade, CF, Fagundes, G. 2007, Aquecimento Global. Em: *Revista Ciências do Ambiente On-Line*. 2(2):89 – 91, ago., 2006. Disponível em: <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/> . Acesso em: 04 mai.
- Scudo, G. 2007, Thermal comfort. Milão: Politecnico di Milano, *Built Environment Sciences & Technology (BEST)*, 2002. Disponível em: <http://www.map21ltd.com/COSTC11/comfort2.htm>. Acesso em: 29 mar.
- Silva, GG. da 2005, Aluízio Bezerra Coutinho: Um cientista a serviço da arquitetura racionalista. Em: *Risco*. 2:79-82.

- Tittus, James G. et alli 1991, Greenhouse Effect and Sea Level Rise: The Cost of Holding Back the Sea. Em: Coastal Management, 19:171-204.
- University of Zurich/Swiss Banking Institute 2008, Introduction to Environmental Finance HS 2008/2009 Outline. Prof. Marc Chesnay and Luca Taschini. Zurich: University of Zurich 2008. (Prospecto informativo de curso). Disponível em: www.isb.uzh.ch/studium/courses08-09/pdf/0378_outline_en.pdf. Acesso em: 03.dez.
- Wang, J, Oppenheimer, M 2005, The Latest Myths and Facts on Global Warming. Nova Iorque: Environmental Defense.
- Xavier, AAP, Lamberts, R 1999, "Proposta de Zona de Conforto Térmico Obtida a Partir de Estudos de Campo em Florianópolis". Em: Anais do V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza: ENCAC.