

VI-057 – VULNERABILIDADES DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO FRENTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: O CASO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Isaac Volschan Junior

D.Sc., Professor Associado do Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - Escola Politécnica/UFRJ

Endereço⁽¹⁾: Av. Athos da Silveira Ramos, nº 149, Centro de Tecnologia – Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Bloco D, sala 202 - Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21941-909 - Brasil - Tel: +55 (21) 2562-7982 - e-mail: volschan@poli.ufrj.br.

RESUMO

As mudanças climáticas poderão impor riscos sobre a estrutura física dos sistemas de águas urbanas e a prestação dos serviços de saneamento. Mananciais de águas superficiais e subterrâneas que atendem aos sistemas públicos de abastecimento, assim como os corpos hídricos que servem ao destino final de sistemas de esgotamento sanitário, poderão estar sujeitos aos efeitos decorrentes de: modificação da intensidade e da frequência de chuvas, da elevação do nível do mar, do aumento da temperatura, a da ocorrência de eventos extremos. O estado do conhecimento acerca do tema estabelece um eixo unânime de discussão centrado nos seguintes quesitos: como marco referencial, as indicações do IPCC em relação às mudanças climáticas e os recursos hídricos; hipóteses quanto aos impactos sobre a estrutura física dos sistemas de águas urbanas e a prestação dos serviços de saneamento; e estratégias para adaptação e mitigação dos efeitos conseqüentes destes impactos. O presente trabalho tem como objetivo aplicar a discussão das hipóteses de impactos sobre a estrutura física dos sistemas de águas urbanas e a prestação dos serviços de saneamento para o contexto da cidade do Rio de Janeiro, as quais já apresentam-se atualmente quali-quantitativamente deficitárias.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças climáticas, abastecimento de água, esgotamento sanitário.

INTRODUÇÃO

A discussão do tema que envolve as mudanças climáticas globais e o setor de saneamento ambiental urbano vem sendo induzida e estruturada por meio de fóruns e painéis internacionais de especialistas, dentre os quais se destacam: Resilient Cities – Local Governments for Sustainability (ICLEI); World Water Congress – International Water Association (IWA); World Water Forum – World Water Council (WWC); e World Water Week - Stockholm International Water Institute (SIWI).

Como projetado por estas organizações, o estado do conhecimento acerca do tema estabelece um eixo unânime de discussão centrado nos seguintes quesitos: como marco referencial, as indicações do IPCC em relação às mudanças climáticas e os recursos hídricos; hipóteses quanto aos impactos sobre a estrutura física dos sistemas de águas urbanas e a prestação dos serviços de saneamento; e estratégias para adaptação e mitigação dos efeitos conseqüentes destes impactos.

Complementam o eixo de discussão, dois outros aspectos particulares: as incertezas que cercam a questão em função da grande diferença entre as escalas dos modelos climáticos globais e a das bacias hidrográficas dos sistemas de águas urbanas; e a inserção de novas demandas e valores advindos dos cenários de adaptação em um setor cuja prestação de serviços já é atualmente deficitária em termos quantitativos e qualitativos.

Mananciais de águas superficiais e subterrâneas que atendem aos sistemas públicos de abastecimento, assim como os corpos hídricos que servem ao destino final de sistemas de esgotamento sanitário, poderão estar sujeitos aos efeitos decorrentes de: modificação da intensidade e da frequência de chuvas, da elevação do nível do mar, do aumento da temperatura, a da ocorrência de eventos extremos.

Por sua vez, conseqüentemente, a vulnerabilidade dos recursos hídricos frente às mudanças climáticas tende a impor riscos sobre a estrutura física dos sistemas de águas urbanas e de prestação dos serviços de saneamento, dentre os quais podem ser prontamente destacados os seguintes (Potsdam Institute for Climate Impact Research, 2007; Ashley e Cashman, 2006):

- as modificações na sazonalidade, na distribuição espacial e nos regimes das chuvas influenciarão a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e, conseqüentemente, conflitos de uso da água poderão ocorrer nos mananciais dos sistemas de abastecimento de água;
- elevadas intensidades de chuvas, particularmente após longos períodos de estiagem – nos quais é reduzida a permeabilidade do solo – induzirão o incremento do runoff e à ineficiência da recarga de aquíferos subterrâneos;
- a previsão do incremento da intensidade e da frequência de chuvas extremas terá repercussão sobre a hidráulica dos elementos componentes dos sistemas de esgotamento sanitário; a capacidade hidráulica será mais recorrentemente excedida e extravasamentos decorrerão em comprometimento da qualidade da água dos corpos hídricos receptores;
- a elevação do nível do mar poderá impor o reassentamento humano, assim como requerer novos mananciais de abastecimento e novas infraestruturas físicas de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- em áreas costeiras, cursos d'água superficiais ou subterrâneos estarão sujeitos à intrusão salina em função da elevação do nível do mar e/ou da elevada extração e conseqüente rebaixamento do nível d'água freático; a tecnologia de membranas para dessalinização da água ainda demanda elevado consumo de energia elétrica e apresenta elevados custos de aquisição;
- a elevação da temperatura encontrará direta e imediata correlação com o consumo per capita de água, o que demandará a extração de maiores quantidades de água de mananciais superficiais e subterrâneos;
- a qualidade da água dos corpos d'água poluídos estará sujeita aos efeitos que a temperatura mais elevada exercerá sobre a velocidade das reações de decomposição de poluentes e de solubilidade de gases.

O presente trabalho procura discutir os riscos que as mudanças climáticas podem exercer, da forma como anteriormente apontados, sobre os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário da cidade do Rio de Janeiro.

DISCUSSÃO

Abastecimento de Água

O abastecimento de água da RMRJ é majoritariamente realizado através de dois sistemas públicos distintos: os sistemas Guandú, Ribeirão das Lajes e Acari que atendem ao município do Rio de Janeiro, municípios da Baixada Fluminense, estendendo-se até Itaguaí, contemplando a porção oeste da bacia da Baía de Guanabara e a bacia de Sepetiba; e o sistema Imunana-Laranjal, que atende aos municípios de Itaboraí, São Gonçalo, e Niterói e a ilha de Paqueta.

O sistema Guandú responde pela grande maior parte da água que demanda a RMRJ, apresentando capacidade de produção de água tratada da ordem de 40 m³/s. De acordo com o sistema de aproveitamento hidrelétrico da Light, cerca de 80% da vazão regularizada do rio Guandú é oriunda de transposição de águas do rio Paraíba do Sul, sendo os outros 20% providos pelos reservatórios de Lajes e de Tocos. Já o sistema Imunana-Laranjal conta com as águas captadas no canal Imunana, provenientes das bacias dos rios Macacu/Guapi-Açu e com a ETA Laranjal, com capacidade de tratamento da ordem de 5,5 m³/s.

Três diferentes bases de dados consolidam informações e indicadores do setor de saneamento no país: a Pesquisa Nacional de Amostragem Domiciliar – PNAD (IBGE), a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (IBGE) e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SNIS (Ministério das Cidades). Considerando os resultados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE), a Tabela 1 seguinte consolida informações quanto ao grau de cobertura dos sistemas de abastecimento de água e índices de atendimento aos municípios da RMRJ. Já a Tabela 2, destaca indicadores operacionais relevantes para a sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água e que constam da última base publicada do SNIS, correspondente ao ano de 2008.

Os resultados municipais obtidos a partir da conjugação entre dados primários da PNSB de 2008 e do censo IBGE 2010 (considerada a taxa de ocupação de 3,5 habitantes por domicílio) mostram-se ligeiramente discrepantes daqueles que informa o SNIS 2008. Contudo, por ambas as bases é possível verificar que vários

dos municípios que compõem a RMRJ ainda apresentam índices de atendimento muito limitados em relação à prestação de serviços públicos e coletivos de abastecimento de água. Excetuando os municípios do Rio de Janeiro e Niterói nota-se que, independente das bases de dados utilizadas, todos os outros municípios da RMRJ ainda requererão importantes investimentos no sentido da ampliação do grau de cobertura e de atendimento de suas populações.

Por outro lado, uma vez que os municípios do Rio de Janeiro e Niterói concentram 6,8 milhões de habitantes, equivalentes a 62% da população da RMRJ, o índice de atendimento global da RMRJ pela prestação de serviços de abastecimento de água alcança valor superior a 85%, condizente ao índice de 90,7% que informa a Pesquisa Nacional de Amostragem Domiciliar de 2009.

Na Tabela 2 constam indicadores operacionais relevantes para a caracterização da sustentabilidade de sistemas de abastecimento de água. Excetuando aqueles indicadores cujos valores indicados são reconhecidamente inconsistentes (valores negativos ou considerados incompatíveis com a realidade), pode-se perceber que os sistemas que servem a grande maioria dos municípios da RMRJ apresentam deficiências que já os levam a um grau de insustentabilidade operacional e financeira.

Em grande parte dos municípios, o volume específico de água (por economia) disponibilizado pelo sistema de abastecimento de água alcança valores três vezes superiores aos que efetivamente consomem aquelas economias que nos mesmos municípios têm o seu consumo micromedido. Esta indicação vai ao encontro do elevado índice de perdas de água que os mesmos municípios da RMRJ apresentam e que alcançam valores superiores até 60% de água não contabilizada. O limitado índice de hidrometração da maioria destes municípios expõe outra importante deficiência e que compromete o exercício de um dos principais mecanismos previstos para o gerenciamento da demanda de água frente aos cenários das mudanças climáticas.

Assim, medidas para ampliação dos índices de atendimento por sistemas públicos e coletivos de abastecimento de água, como também para melhoria e maior eficiência das atuais condições de prestação destes serviços, deverão ser continuamente implementadas. Essas medidas serão concomitantes a outras que venham responder a demandas exclusivamente justificadas em função de adaptações aos cenários das mudanças climáticas. Neste contexto, vale resgatar as seguintes hipóteses de impacto sobre os sistemas de abastecimento de água da cidade do Rio de Janeiro já apontadas por Volschan Jr. (2008):

- é sabida a correlação entre clima e consumo de água, de forma que para a nossa realidade tropical, o consumo diário de água nos meses mais quentes do ano pode resultar em aumento de até 20% em relação à média de consumo diário ao longo do ano. Assim, considerando a eventual elevação da temperatura, é também previsível o aumento da demanda (de água) a ser exercida sobre os sistemas públicos de abastecimento;
- sistemas de abastecimento perdem fisicamente água, sendo a evaporação em reservatórios uma dessas formas de perda. A elevação da temperatura pode incrementar o mecanismo da evaporação e desequilibrar a relação entre a oferta e a demanda de água de setores de distribuição de água;
- sob o ponto de vista quantitativo, períodos prolongados de estiagem tenderão a comprometer a disponibilidade de água para o exercício dos diferentes usos dos recursos hídricos. É sabido que a maior parte da RMRJ depende dos macro-sistemas de produção e distribuição de água do Guandú, Ribeirão das Lajes, Acari e ainda de outros micro-sistemas que utilizam mananciais locais superficiais. Em todos os casos, a indisponibilidade hídrica dos mananciais afetará a operacionalidade dos sistemas de abastecimento de água;
- observa-se que o macro-sistema do Guandú, responsável pelo atendimento da maior parcela da população da RMRJ, depende da transposição de águas do Rio Paraíba do Sul, e conseqüentemente da gestão integrada e consorciada desta bacia hidrográfica. Assim, no caso da RMRJ, a maior preocupação frente à possibilidade de maior frequência e duração de períodos de estiagem também extrapola as bacias hidrográficas dos mananciais de captação dos sistemas de abastecimento de água;

Tabela 1: Grau de cobertura e índices de atendimento quanto ao abastecimento de água da RMRJ

Municípios	População Censo 2010	PNSB (2008) – Abastecimento de Água			SNIS (2008)	PNAD (2009) – RMRJ 5		
		Economias abastecidas (un)	População abastecida (hab.) 1	Índice de Atendimento (%)	Índice de Atendimento (%)	Domicílios existentes	Ligados à “rede geral”	Índice de Atendimento (%)
Belford Roxo	469.261	53.355	186.743	39,8	65,8	3.946.000	3.582.000	90,7
Duque de Caxias	855.046	73.205	256.218	30,0	68,9			
Guapimirim	51.487	6.647	23.265	45,2	62,1			
Itaboraí	218.090	20.067	70.235	32,2	27,2	Observações: 1 adotada a taxa de ocupação de 3,5 habitantes por economia 2 inconsistência nos resultados em função da taxa de ocupação adotada; melhor entender como 100% de atendimento 3 ND: informação não disponível 4 exclui a população de Nova Iguaçu, em função da indisponibilidade de dados na PNSB (2008) 5 dados referentes somente ao conjunto da RMRJ (2008)		
Itaguaí	109.163	23.655	82.793	75,8	78,0			
Japeri	95.391	8.260	28.910	30,3	19,3			
Magé	228.150	18.530	64.855	28,4	23,5			
Maricá	127.519	9.252	32.382	25,4	25,0			
Mesquita	168.403	38.818	135.863	80,7	N.D			
Nilópolis	157.483	32.306	113.071	71,8	97,3			
Niterói	487.327	180.355	631.243	129,5 2	100,0			
Nova Iguaçu	795.212	N.D 3	-	-	76,7			
Paracambi	47.074	6.871	24.049	51,1	52,4			
Queimados	137.938	17.786	62.251	45,1	81,9			
Rio de Janeiro	6.323.037	1.894.440	6.630.540	104,9 2	99,4			
São Gonçalo	999.901	197.970	692.895	69,3	77,0			
São João de Meriti	459.356	111.244	389.354	84,8	90,9			
Seropédica	78.183	10.407	36.425	46,6	54,4			
Tanguá	30.731	1.211	4.239	13,8	14,8			
Total	11.043.540	2.704.379	9.465.327	85,7 4	-			

Tabela 2: Informações e indicadores operacionais do abastecimento de água da RMRJ

Municípios	Índice de perdas (%)	Volume disponibilizado (m³/mês/econ.)	Consumo micromedido (m³/mês/econ.)	Índice de hidrometração (%)
Belford Roxo	65,4	58,9	20,0	57,8
Duque de Caxias	70,9	66,2	17,8	60,7
Guapimirim	-	14,1	12,0	100,0
Itaboraí	55,7	42,0	14,3	43,2
Itaguaí	53,5	49,6	21,2	46,5
Japeri	12,5	56,2	5,0	52,1
Magé	31,9	32,5	20,8	8,9
Maricá	21,5	21,5	16,1	94,3
Mesquita	75,5	89,9	17,5	72,2
Nilópolis	31,2	26,7	16,9	85,2
Niterói	26,9	25,2	16,6	87,6
Nova Iguaçu	43,8	50,8	18,2	66,9
Paracambi	53,5	43,0	18,2	81,2
Queimados	69,2	53,2	16,4	47,4
Rio de Janeiro	57,7	47,9	20,2	64,9
São Gonçalo	-	37,1	17,9	53,8
São João de Meriti	50,5	39,7	17,3	76,6
Seropédica	61,3	55,4	19,5	51,1
Tanguá	64,1	61,4	17,9	28,5

- deve-se ainda salientar que os mesmos efeitos poderão ocorrer nos mananciais superficiais e subterrâneos que servem sistemas individuais e particulares de abastecimento de água (ilegais ou não) existentes na RMRJ em áreas sujeitas às deficiências da cobertura e do regime de abastecimento dos macro-sistemas públicos e coletivos;
- prolongadas e freqüentes estiagens também poderão comprometer a disponibilidade hídrica dos mananciais superficiais e subterrâneos sob o ponto de vista qualitativo, em função do menor efeito a ser obtido pela diluição de poluentes provenientes de esgotos sanitários e efluentes industriais não tratados;
- após chuvas intensas e demasiado incremento do escoamento superficial, as águas dos mananciais superficiais tendem a apresentar sobre-elevação da Turbidez, da contaminação fecal e de outros parâmetros físico-químicos correlatos, requerendo intenso trabalho nas ETA's para produção de água tratada que atenda ao padrão de potabilidade (aplicação maior de coagulantes químicos, maior freqüência de retrolavagem, etc...) o que tende a elevar os custos dos serviços e, conseqüentemente, as tarifas cobradas aos usuários dos sistemas;
- a segurança estrutural das barragens de nível que servem aos sistemas de abastecimento de água é também motivo de preocupação, principalmente em função dos efeitos de inundação devidos ao escoamento instantâneo do volume de água represado;
- em geral, em função do desnível geométrico, as captações nos mananciais superficiais dos sistemas de Ribeirão das Lajes e Acari, além dos sistemas locais que atendem ao abastecimento público da cidade do Rio de Janeiro, não estarão sujeitas à intrusão salina da água do mar. Nem mesmo a tomada d'água do sistema Guandú, no caso impedida pela barragem de controle de nível junto a tomada d'água;
- áreas da cidade do Rio de Janeiro estão hoje sujeitas ao abastecimento público intermitente e, portanto, contam com sistemas individuais e particulares de extração de água subterrânea. No caso da elevação do nível do mar, a intrusão salina poderá comprometer a qualidade da água subterrânea extraída em planícies costeiras. Da mesma forma, redes de distribuição constantemente despressurizadas poderão também estar sujeitas à infiltração da água subterrânea salinizada; e
- atenção deverá ser dedicada às manobras de descarga de fundo dos desarenadores a montante da ETA Guandú, que poderão estar sujeitas à influência de eventual salinidade do rio Guandú. Da mesma forma, poderão estar sujeitas as indústrias localizadas mais próximas à foz e que fazem uso de sistemas próprios e particulares de abastecimento de água por meio de captações diretas no rio.

Esgotamento sanitário

Esgotos sanitários são gerados em decorrência do uso urbano das águas de abastecimento. Os domicílios e as atividades comerciais, público-institucionais e industriais inseridas no meio urbano utilizam a água provida por sistemas públicos de abastecimento e a ela agregam matéria de diversificada composição física, química e biológica.

Sistemas de esgotamento sanitário públicos e coletivos são responsáveis pela coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final dos esgotos gerados nas cidades. Em regiões tropicais, como é o caso da RMRJ, chuvas intensas e não freqüentemente recorrentes justificam o uso de sistemas do tipo "separador absoluto", nos quais os esgotos sanitários são coletados separadamente das águas pluviais.

As soluções públicas e coletivas de esgotamento sanitário não cobrem toda a extensão do espaço territorial urbano da grande maioria das cidades brasileiras, incluindo a RMRJ, e soluções individualizadas, do tipo localizadas ou estáticas, distribuídas de forma difusa, perfazem o que se denomina "sistemas descentralizados" de esgotamento sanitário. Contam usualmente com um tanque séptico, ou com a combinação deste a um filtro anaeróbio, ou com uma estação compacta para o tratamento localizado dos esgotos. Soluções descentralizadas e muito difusas em áreas de elevada concentração populacional tendem a ser deficientes (Jordão e Volschan Jr., 2009).

Por outro lado, mediante o enorme déficit que o país apresenta em relação ao atendimento por sistemas públicos e coletivos de esgotamento sanitário – segundo dados do SNIS (2008) menos de 20% dos domicílios brasileiros contam com estes serviços - é também usual o uso das galerias de águas pluviais para o afastamento dos esgotos. Esta solução perfaz o que coloquialmente passou a se denominar como sistema misto, embora não

satisfaça ao arranjo sistêmico e aos critérios e parâmetros de dimensionamento de um sistema unitário convencional. Como solução de caráter temporário esta somente permite o afastamento dos esgotos, tendo-se o lançamento difuso dos mesmos nos corpos d'água superficiais que compõem os sistemas de meso e macro-drenagem urbana e, portanto, a poluição das águas.

Por outro lado, sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto tendem a apresentar deficiências estruturais e operacionais que acabam resultando na veiculação de esgotos pelo sistema de drenagem urbana, tais como: ligações “clandestinas”, extravasores da rede e elevatórias de esgotos, instalações prediais cruzadas, e contribuições de esgotos de loteamentos irregulares e favelas.

Para esta realidade específica, de deficiência inerente ao próprio sistema separador absoluto, é que se destaca o emprego das “captações em tempo seco”. Trata-se de dispositivos implantados no sistema de micro, meso e macro drenagem urbana e que visam durante os períodos de estiagem de chuva, a captação e a transferência das águas que neles se encontram - basicamente águas de escoamento subsuperficial associadas a esgotos sanitários “clandestinos” – para o sistema de esgotamento sanitário. A função destes dispositivos é a de incrementar a eficiência do sistema de esgotamento sanitário, auxiliando-o no controle da poluição por esgotos sanitários.

Por outro lado, áreas urbanas não dotadas de sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto, e que temporariamente utilizam as galerias de águas pluviais para a coleta e o transporte de esgotos sanitários, podem também ser beneficiadas com o emprego de estruturas similares; neste caso, entende-se que deva ser otimizada a concepção de uma solução que permita a captação, o transporte e o tratamento das vazões de tempo seco por meio de elementos e estruturas que venham futuramente exercer a mesma função, quando implantada a rede coletora de esgotos; no caso, pode-se entender que o sistema de esgotamento sanitário estaria sendo construído gradualmente e em etapas, que em um primeiro momento contaria com os elementos e estruturas de transporte e tratamento, para posteriormente contar com a rede coletora convencional do sistema separador absoluto.

Contrariamente, entende-se que em áreas urbanas desprovidas de sistemas de esgotamento sanitário, não seja tecnicamente coerente o emprego de soluções e a realização de investimentos em estruturas físicas que não configurem, desde um primeiro momento, a implantação, ainda que parcial, do futuro sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto.

Entende-se também que áreas urbanas cujos sistemas de esgotamento sanitário não estejam integralmente implantados (o que também inclui a execução das ligações domiciliares a rede coletora de esgotos, a reversão dos extravasores de esgotos eventualmente existentes, e a interceptação de esgotos de ocupações irregulares) devam ser primeiramente beneficiadas com investimentos que levem a integralização do sistema. Neste caso, não faz sentido realizar investimentos para captar vazões em tempo seco em detrimento de investimentos para interligações de domicílios e entre outros elementos de uma dada bacia de esgotamento sanitário.

Todas estas particularidades ocorrem no âmbito do planejamento e da infraestrutura existente para o esgotamento sanitário da RMRJ. A Tabela 3 indica a capacidade nominal instalada e o grau de tratamento das estações de tratamento que compõem os sistemas de esgotamento sanitário já implantados na RMRJ, bem como os respectivos municípios atendidos e prestador de serviço.

Tabela 3: Capacidade nominal e grau de tratamento dos sistemas de esgotamento sanitário

Sistema	Município(s)	Operador	ETE	
			Grau	Capacidade (L/s)
Icaraí	Niterói	Águas de Niterói	Primário Avançado	975
Toque-Toque			Secundário	400
Itaipu			Terciário	110
Camboinhas			Terciário	110
Jurujuba			Secundário	30
Barreto			Secundário	80
Mocanguê			Secundário	30
Barra da Tijuca	Rio de Janeiro	CEDAE	Primário 3	3.500
Zona Sul			Preliminar	12.000 6
Alegria			Secundário	5.000
Penha			Secundário	1.600
Acari Deodoro	Rio de Janeiro	PCRJ	Secundário 4	210
Realengo			Secundário 5	80
Pavuna-Meriti	Rio de Janeiro 1	CEDAE	Secundário	1.500
Gramacho	Rio de Janeiro 1		Secundário	N.D
Sarapuá	Rio de Janeiro 2		Secundário	1.500
São Gonçalo	São Gonçalo		Secundário	750

Observações:

1 e parte de Duque de Caxias

2 e parte de Duque de Caxias, S. J. de Meriti, Nilópolis, Mesquita, Belford Roxo e parte de Nova Iguaçu

3 precede o emissário submarino da Barra da Tijuca

4 parcialmente ativada

5 desativada

6 vazão atual estimada em 8.000 L/s

Não são disponíveis informações e indicadores mais adequados para a melhor caracterização dos sistemas de esgotamento sanitário da RMRJ, tais como a extensão de rede coletora, taxas média de infiltração, carga orgânica afluente às ETE's, cadastro de usuários, entre outros. Até mesmo informações elementares sobre ETE's de médio porte recentemente implantadas na Baixada Fluminense como, por exemplo, as ETEs Orquídea e Joinville, não são conhecidas. Por sensibilidade do autor, a realidade existente talvez aponte para a coleta e o tratamento dos esgotos de 50% dos domicílios da RMRJ, o que conseqüentemente ainda acarreta em severos problemas de poluição dos corpos d'água locais e confere condições insalubres a muitos núcleos urbanos.

Para que os investimentos necessários no sentido da universalização do esgotamento sanitário sejam rigorosamente planejados, para que as soluções concebidas sejam técnica e economicamente adequadas e as soluções precipitadas e inadequadas sejam de pronto descartadas, é sempre urgente a atualização dos planos diretores de esgotamento sanitário, de forma a ajustar o planejamento do sistema urbano em função de investimentos realizados no passado recente e em função do próprio desenvolvimento tecnológico do setor. Neste contexto, inserem-se nas recentes décadas passadas, por exemplo, os programas Reconstrução Rio, Ambiente Rio, Despoluição da Baía da Guanabara, Baixada Viva, Nova Baixada, entre outros, e se inserirão os investimentos que serão induzidos por força da Copa do Mundo de Futebol de 2014 e das Olimpíadas de 2016.

Da mesma forma, medidas para ampliação dos índices de atendimento e para melhoria das atuais condições de prestação dos serviços deverão ser continuamente implementadas, e eventualmente, ocorrerão conjuntamente com as medidas que se justificarão exclusivamente em função de adaptações aos cenários das mudanças climáticas, como já apontadas por Volschan Jr. (2008):

- dentre outros problemas operacionais inerentes ao sistema separador absoluto, destacam-se as contribuições indesejadas de águas pluviais provenientes de instalações prediais - ditas contribuições parasitárias. O aumento da intensidade e da frequência de chuvas tenderá a aumentar as vazões atribuíveis a estas contribuições indevidas. A eventual elevação do nível freático subterrâneo também induzirá a uma maior infiltração de águas subterrâneas para o interior da rede coletora de esgotos, a qual é tecnicamente admitida até o limite máximo de 1,0 L/s.km;

- em ambos os casos, com o incremento das respectivas contribuições, a capacidade hidráulica dos elementos componentes do sistema de esgotamento sanitário poderá ser comprometida e eventuais

extravasamentos para o sistema de drenagem urbana poderão ocorrer, levando a deterioração da qualidade da água dos corpos d'água receptores;

- mesmo que extravasamentos não ocorram, critérios de operação hidráulica-sanitária de todos os elementos que compõem os sistemas de esgotamento sanitário poderão ser violados, podendo ainda resultar: (i) o refluxo interno dos esgotos em instalações domiciliares, (ii) pressões internas elevadas nos coletores de esgotos, (iii) trabalho eletro-mecânico excessivo das estações elevatórias, (iv) sobrecarga hidráulica de unidades da ETE.

- a elevação do nível do mar poderá impedir o escoamento hidráulico em superfície livre que usualmente rege o lançamento de efluentes tratados de estações de tratamento de esgotos em corpos d'água receptores, assim como, conseqüentemente, o perfil hidráulico estabelecido em projeto e a performance de todo o processo de tratamento;

- sempre que ocorrerem inundações de áreas urbanas impostas também em função da elevação do nível do mar, as ETE's poderão ser fisicamente afetadas pelo fato de usualmente serem localizadas próximas aos corpos d'água receptores – neste caso, atenção deve ser dedicada ao caso da ETE Pavuna, cuja área de localização já for apontada como sujeita aos efeitos da elevação do nível do mar;

- o escoamento hidráulico do efluente de sistemas privados de tratamento de esgotos - do tipo fossa-filtro e/ou ETE's compactas - localizados em áreas urbanas desprovidas de sistemas públicos e coletivos de esgotamento sanitário (notadamente na Zona Oeste da Cidade do Rio de Janeiro), poderá ser comprometido pela ineficiência do escoamento hidráulico do sistema urbano de drenagem pluvial, causada tanto pela elevação da intensidade pluviométrica como pela elevação do nível do mar;

- o incremento da frequência e da intensidade de chuvas também tenderá a promover a elevação do lençol freático subterrâneo e a saturação do solo, o que conseqüentemente comprometerá o funcionamento de poços absorventes de esgotos tratados – do tipo “sumidouros”;

- áreas urbanas desprovidas de rede coletora de esgotos e de galerias de águas pluviais – notadamente em áreas mais carentes de municípios da Baixada Fluminense - e que hoje em dia ainda contam com valas negras para o escoamento conjunto de águas pluviais e esgotos sanitários, estarão em situação sanitária-ambiental ainda mais adversa no caso de chuvas mais intensas e freqüentes;

- no caso de emissários submarinos, a densidade da pluma de esgotos tem influência sobre os mecanismos de dispersão de poluentes e contaminantes no oceano, os quais poderão ser alterados em função da elevação da temperatura da água;

- o perfil hidráulico do escoamento nos emissários submarinos de esgotos depende da variação do nível do mar, de forma que a elevação deste decorrerá em elevação de todo o seu nível piezométrico, influenciando a operação das estruturas complementares de equilíbrio hidráulico;

CONCLUSÕES

Em consonância com as grandes orientações do IPCC, o presente texto aponta hipóteses de eventuais impactos das mudanças climáticas sobre a infraestrutura de saneamento da RMRJ, cujas medidas de enfrentamento se conjugarão àquelas outras necessárias no sentido da universalização e da melhoria da eficiência da prestação dos serviços de saneamento.

De fato, a RMRJ é claramente um caso exemplar onde as medidas de adaptação impostas pelos cenários das mudanças climáticas terão de ser definidas e implementadas em um contexto que já requer vultosos investimentos no sentido de satisfazer a demanda por água potável e o controle da poluição por esgotos sanitários. Neste sentido, devem os governos (sobretudo estadual e municipais) que atuam no âmbito da RMRJ pensar sobre a aplicação de conceitos e ferramentas já consolidadas sobre o tema, dentre os quais se destaca a avaliação sistêmica das vulnerabilidades do setor de saneamento da RMRJ.

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 (notadamente a Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), o Grupo Águas do Brasil – Águas de Niterói e a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro – Rio Águas), dos entes reguladores do setor (com destaque para a Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro – AGENERSA), dos organismos municipais responsáveis pela gestão ambiental urbana dos seus respectivos territórios e, principalmente, do Instituto Estadual do Ambiente – INEA.

É também fundamental que os governos locais sejam criteriosos e tecnicamente aptos para a condução do processo decisório de adaptação, e principalmente isentos de interferências externas que atendam a outros interesses políticos ou econômicos não previstos na avaliação prévia de vulnerabilidades. Neste contexto, atenção deve também ser dedicada para que o processo de adaptação seja conduzido de forma transparente, mediante comunicação competente e envolvimento social.

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.

Por fim, destaca-se como questão essencial a necessidade de implantação e operação de bases de monitoramento de variáveis ambientais das bacias hidrográficas. Somente mediante rotinas com consistência e continuidade operacional permitirão 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ashley, R.; Cashman, A. (2006). Infrastructure to 2030: Telecom, Land Transport, Water and Electricity. OECD.
2. Batchelor, C. et al. (2009). Climate change and WASH services delivery – Is improved WASH governance the key to effective mitigation and adaptation? Perspectives on water and climate change adaptation. International Reference Centre – IRC. Disponível online, <http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>.
3. Berkhout, F., Hertin, J. & Gann, D. (2006) Learning to adapt: organisational adaptation to climate change impacts. Climatic Change 78, 135-156.
4. Britto, A.L.N.P. e Formiga-Johnsson, R.M. Water governance and climate change in Rio de Janeiro Metropolitan Area: discussing the reduction of urban water supply vulnerability. City Futures '09: An International Conference on Globalism and Urban Change, Madrid, 4-6 June 2009.
5. CCSG/IWA (2009). Climate change and the water industry – practical responses and actions. Perspectives on water and climate change adaptation. International Water Association – IWA. Disponível online, <http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>.
6. IBRB (2010). Climate change and urban water utilities: challenges and opportunities. Water Working Notes. World Bank. Disponível on line, <http://www.worldbank.org/water>
7. IPCC (2008). IPCC's Sixth Technical Report on Climate Change and Water.
8. Jordão, E.P e Volschan Jr. I. (2009). Tratamento de esgotos sanitários em empreendimentos habitacionais. Brasília: CAIXA, 2009
9. Levina, E. (2006). Domestic Policy Frameworks for Adaptation to Climate Change in the Water Sector - Part II: Non-Annex I Countries. OECD.
10. Levina, E.; Adams, H. (2006). Domestic Policy Frameworks for Adaptation to Climate Change in the Water Sector - Part I: Annex I Countries. OECD.
11. Major, D.C et al. (2006). Managing Risk by Adapting to Climate Change: Planning for New York City's Water Supply, Sewer and Wastewater Treatment Systems. AWRA 2006 Annual Water Resources Conference. Baltimore
12. Pageler, M. (2009). Local government perspective on adapting water management to climate change. Perspectives on water and climate change adaptation. Local Government for Sustainability – ICLEI. Disponível online, <http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>.
13. PMSS (2008). Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SNIS/2008. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Ministério das Cidades. 2009.
14. Potsdam Institute for Climate Impact Research (2007). Water Supply and Sanitation Discussion Paper. Conference “Time to Adapt - Climate Change and the European Water Dimension: Vulnerability - Impacts – Adaptation”. Berlin.

15. Sadoff, C.W and Muller, M. (2009). Better water resources management - Greater resilience today, more effective adaptation tomorrow. Perspectives on water and climate change adaptation. Global Water Partnership –
16. GWP. Disponível online, <http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>.
17. Stakhiv, E.Z. and Pietrowsky, R.A. (2009). Adapting to climate change in water resources and water services. Perspectives on water and climate change adaptation. Institute for Water Resources – IWR. Disponívelonline, <http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>.
18. USGCRP (2003). US National Assessment of the Potential Consequences of Climate Variability and Change – Draft Summary of the Water Sector Workshop
19. Volschan Jr, I. Sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário. In: Gusmão, P.P., Carmo, P.S.e Vianna, S.B (Orgs). Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 2008