

XII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS

METABOLISMO URBANO COMO FERRAMENTA DE CONTRIBUIÇÃO À SEGURANÇA HÍDRICA

Simone Danielle Acirole Moraes Marinho¹; Francine Modesto dos Santos¹; Carlos de Oliveira Galvão¹ & Livia Izabel Bezerra de Miranda¹

RESUMO – A gestão da água no ambiente construído apresenta uma complexidade relacionada, dentre outros fatores, à dinâmica decorrente das diversas e rápidas transformações do urbano. Os sistemas urbanos dependem e impactam o uso da água além de seus limites jurisdicionais, o que requer mudanças nos padrões de gerenciamento da água urbana, havendo a necessidade de uma visão holística sobre o uso da água nas cidades. Este artigo apresenta uma discussão sobre como o metabolismo urbano, enquanto ferramenta de análise, pode contribuir para a segurança hídrica nas cidades. Como exemplo ilustrativo, é apresentada Campina Grande - Paraíba, representativa cidade de médio porte do semiárido brasileiro, que vivenciou recorrentes períodos críticos em relação ao seu abastecimento de água. São apontados como condicionantes do metabolismo urbano os aspectos hidrológicos e físico-ambientais, socioeconômicos, políticos e culturais, e de infraestrutura hídrica, e destaca-se como a interação entre estes condicionantes pode contribuir para a melhoria do metabolismo urbano e, conseqüentemente, da segurança hídrica.

ABSTRACT – Water management in the urban environment presents a complexity related, among others factors, to the dynamics caused by various and quick transformations in the cities. Urban systems depend on and impact on water use beyond its jurisdictional boundaries which requires changes in urban water management standards, and there is a need of a holistic view of water use in the cities. This article presents a discussion about how urban metabolism as an analysis tool can contribute to the water security in cities. As an illustrative example, Campina Grande – Paraíba, a representative medium-sized city of the Brazilian semi-arid region, which experienced recurrent critical periods related to its water supply. Hydrological and physical-environmental, socioeconomic, political and cultural and water infrastructure aspects are pointed as determinants of the urban metabolism and, it is highlighted how the interaction between these constrains can contribute to the improvement of the urban metabolism and, consequently of water security.

Palavras-Chave – Gestão integrada de recursos hídricos; semiárido; gestão de águas urbanas

¹ Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Av. Aprígio Veloso, 882, Campina Grande-PB - 58.429-900, Fone: (83) 2101-1461. acirole.simone@gmail.com; fran_modesto@yahoo.com.br; carlos.galvao@ufcg.edu.br; libmiranda@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A gestão das águas na escala municipal é uma necessidade cada vez mais urgente, tendo em vista o crescimento da demanda de água para o exercício das mais diversas atividades, e o consequente comprometimento de sua qualidade, decorrente do aumento do lançamento de efluentes nos corpos hídricos, além de sua comum dependência de uma única fonte de abastecimento de água.

Assim como em muitos países do mundo, no Brasil, a gestão de recursos hídricos, a gestão de saneamento e o planejamento do uso do solo constituem-se em diferentes arranjos institucionais. A ausência e/ou dificuldade de articulação entre estes três setores acarretam consequências para os ambientes natural e urbano e sua população. Historicamente, existe uma desigualdade no acesso à água e aos serviços de saneamento. Tais desigualdades não são, necessariamente, resultado da escassez de água ou da ausência de soluções tecnológicas e de conhecimento científico. As dificuldades das infraestruturas urbanas em atenderem as demandas por recursos como água são pautadas nas deficiências das estruturas de gestão (MOSS, 2001).

No Brasil, apesar da existência de um sólido arcabouço legal que contempla, dentre outras, as políticas de recursos hídricos, de saneamento e urbana, existe uma evidente fragilidade no que diz respeito à implementação de seus instrumentos. Isto acarreta em assimetrias e desequilíbrios não apenas na disponibilidade hídrica, como também no acesso aos benefícios do uso da água. Tal situação compromete a garantia de segurança hídrica, o que se contrapõe aos princípios fundamentais e objetivos das políticas de Saneamento e de Recursos Hídricos.

As dificuldades relacionadas ao gerenciamento da água urbana pautam-se, ainda, na complexidade de controle sobre o construído. O crescimento das cidades esteve relacionado à busca por água para o desenvolvimento das mais diversas atividades, sendo a expansão da oferta o principal foco de suprimento das demandas urbanas sempre crescentes. Campina Grande, município localizado no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, é um exemplo ilustrativo desta situação. A urgência por fornecimento hídrico associada à aceleração do crescimento e consolidação do seu espaço urbano acarretou em vulnerabilidades ao desabastecimento de água que até hoje são vivenciadas por parte de sua população.

Neste sentido, fundamenta-se esta discussão em dois pilares conceituais: a segurança hídrica e o metabolismo urbano, sendo este último compreendido como uma ferramenta de análise para a contribuição da primeira. Este artigo propõe-se a realizar uma discussão inicial sobre os diferentes processos que incidem sobre o metabolismo da água na cidade e como eles podem ser gerenciados de forma integrada para buscar a sua segurança hídrica.

2. SEGURANÇA HÍDRICA

Nos últimos anos, o conceito de segurança hídrica tem sido cada vez mais disseminado no Brasil devido às secas severas que têm atingido diversas regiões do país, como a seca na Amazônia em 2005 e 2010, no Nordeste no período de 2010-2017 e no Sudeste, na Região Metropolitana de São Paulo entre 2013 e 2015 (MAGALHÃES, 2016; SOUZA FILHO *et al.*, 2018). Esses eventos de secas intensas têm colocado a questão da segurança hídrica na pauta das discussões sobre a gestão de recursos hídricos, principalmente a gestão no ambiente urbano, que apresenta diversos elementos que devem ser considerados, como por exemplo, a produção do espaço urbano, a densidade e a distribuição populacional no território e o aproveitamento das potencialidades hídricas.

A segurança hídrica refere-se primordialmente ao gerenciamento dos recursos hídricos que estão disponíveis, sejam águas superficiais ou subterrâneas (VAN BEEK & ARRIENS, 2014; SINGH, 2018; GWP, 2000); ela também requer a gestão do abastecimento, do uso da água e a sua demanda (SINGH, 2018) para proporcionar uma melhor qualidade de vida para a população, especialmente a população da área urbana.

De acordo com van Beek & Arriens (2014), a segurança hídrica tem três dimensões – econômica, social e ambiental – e estas dimensões vão depender da situação e dos objetivos específicos dos *stakeholders* e tomadores de decisão. Ademais, essas três dimensões interagem em um processo dinâmico e complexo que faz com que as cidades enfrentem uma série de pressões que devem afetar a segurança hídrica. A urbanização, por exemplo, é um fator socioeconômico que pressiona a demanda por água em cidades onde ocorrem o crescimento populacional e o aumento do consumo per capita.

Perigos relacionados à água, como as enchentes nas áreas urbanas, são fatores ambientais que também afetam a segurança hídrica. Também a dependência de recursos hídricos externos que demanda a transferência para abastecimento de água no ambiente urbano é uma preocupação inerente da segurança hídrica.

Hoekstra *et al.* (2018, p.9) discutem cinco soluções alternativas e parcialmente sobrepostas à gestão dos recursos hídricos em áreas urbanas, que os autores chamam de *soluções emergentes para desafios da água no ambiente urbano*. É possível discutir tais soluções por intermédio de algumas ferramentas de análise. Dentre as possibilidades, destaca-se aqui o diagnóstico das condições de melhor aproveitamento da água urbana por meio do Metabolismo Urbano.

3. METABOLISMO URBANO

A busca por novas metodologias que forneçam informações sobre uso e dependência de sistemas urbanos, pautados na promoção de sustentabilidade hídrica, apresenta-se como uma necessidade premente. Esta sustentabilidade, em seu mais amplo sentido, contempla os aspectos ambientais, econômicos, sociais e institucionais, com a finalidade de promoção de segurança hídrica. O conceito de Metabolismo Urbano (MU) é integrador e aplicável a esta análise, compreendendo a cidade como um sistema com fluxos de energia e materiais entre ela e o ambiente (RENOULF *et al.*, 2017).

A aplicação do MU envolve o balanço de água na área urbana, através do qual são avaliados e propostos sistemas integrados de água, em que são fornecidas informações como: eficiência metabólica, resiliência do sistema, segurança no fornecimento de água e sustentabilidade econômica (RENOULF & KENWAY, 2016). No contexto internacional, várias são as aplicações do conceito de MU com vistas à orientação do planejamento de cidade sensível à água, que pode ser definida como aquela que importa minimamente água potável e exporta também o mínimo de águas residuárias, fazendo uso ótimo da água no ambiente urbano (WONG & BROWN, 2009).

O conceito de “cidade sensível à água” torna possível análises atuais e futuras de crises que são apresentadas nos centros urbanos, oferecendo subsídios para a otimização do uso da água e resiliência de cidades. O planejamento destas cidades envolve o suprimento das demandas hídricas urbanas em sua multiplicidade de usos por meio de uma gestão integrada, garantindo segurança hídrica e proporcionando uma eficiência no uso dos recursos.

Dentro desta perspectiva, as abordagens de MU contemplam a quantificação de fluxos de materiais dentro e fora de áreas urbanas, sejam esses materiais energia, água, nutrientes, carbono e resíduos (KENNEDY *et al.*, 2011; KENWAY *et al.*, 2011; CHRYSOULAKIS *et al.*, 2013; KENNEDY *et al.*, 2015). Há evidências de melhoria da eficiência metabólica das cidades por meio da adoção de fontes alternativas de água em diferentes escalas no ambiente urbano, a partir da consideração dos fluxos hidrológicos naturais e antrópicos (FAROOQUI *et al.*, 2016). Além disso, uma metodologia que vem sendo aplicada para a avaliação da capacidade metabólica de cidades é o desenvolvimento de indicadores de desempenho hidrológico e de eficiência dos recursos, que caracterizam indicadores quantitativos da gestão da água urbana (KENWAY *et al.*, 2011; KENNEDY *et al.*, 2015; FAROOQUI *et al.*, 2016; RENOULF *et al.*, 2017; MARINHO, 2018).

Percebe-se que a aplicação do conceito de MU se mostra como uma ferramenta guia para a quantificação de fluxos em ambientes urbanos, permitindo uma avaliação mais abrangente e integrada dos padrões e processos dos sistemas urbanos de água. No entanto, ainda é notória a

existência de lacunas de conhecimento relacionadas às potencialidades de aplicação do conceito. A melhoria do desempenho metabólico das cidades, incluindo a adoção de fontes hídricas alternativas, apresenta-se como uma possibilidade para uma distribuição mais equitativa da água para todas as pessoas.

Tendo em vista que o ambiente urbano é um espaço onde ocorrem interações de diferentes agentes, o seu metabolismo será condicionado por estas ações sob as mais diferentes condições, sejam elas físicas, ambientais, sociais, econômicas, políticas, além das condições comumente consideradas, a exemplo das hidrológicas e hidráulicas. Considera-se aqui que o ambiente urbano é formatado pelos diferentes interesses dos agentes produtores do espaço, o que pode condicioná-lo a maior proximidade ou distanciamento de um metabolismo mais eficiente e, conseqüentemente, a maior ou menor condição de segurança hídrica. A análise se propõe, portanto, a fornecer uma visão hídrica urbana mais holística, não se limitando a levantar os fluxos de água da cidade, buscando também compreender os processos que a condicionam a aproveitar com maior ou menor intensidade suas potencialidades hídricas.

4. ANÁLISE DO METABOLISMO URBANO DE CAMPINA GRANDE PARA CONTRIBUIÇÃO À SEGURANÇA HÍDRICA

Campina Grande, cidade de médio porte do semiárido brasileiro, foi objeto do estudo de Marinho (2018), que desenvolveu indicadores de desempenho hídrico urbano. A autora destacou ainda que o processo de produção do espaço é fator determinante no metabolismo da cidade, sendo esta produção pautada em diferentes interesses e ações de grupos hegemônicos que, por sua vez, não fundamentam suas decisões relacionadas à ocupação territorial ao melhor aproveitamento das potencialidades hídricas urbanas.

O distanciamento de Campina Grande de uma sensibilidade aos recursos hídricos está relacionado, sobretudo, a sua carência de condicionar o seu desenvolvimento a uma adaptação à disponibilidade hídrica da sua bacia hidrográfica. Neste contexto, a Figura 1 apresenta uma aproximação do metabolismo da cidade junto aos seus condicionantes físico-ambientais, hidráulicos, socioeconômicos, políticos e culturais.

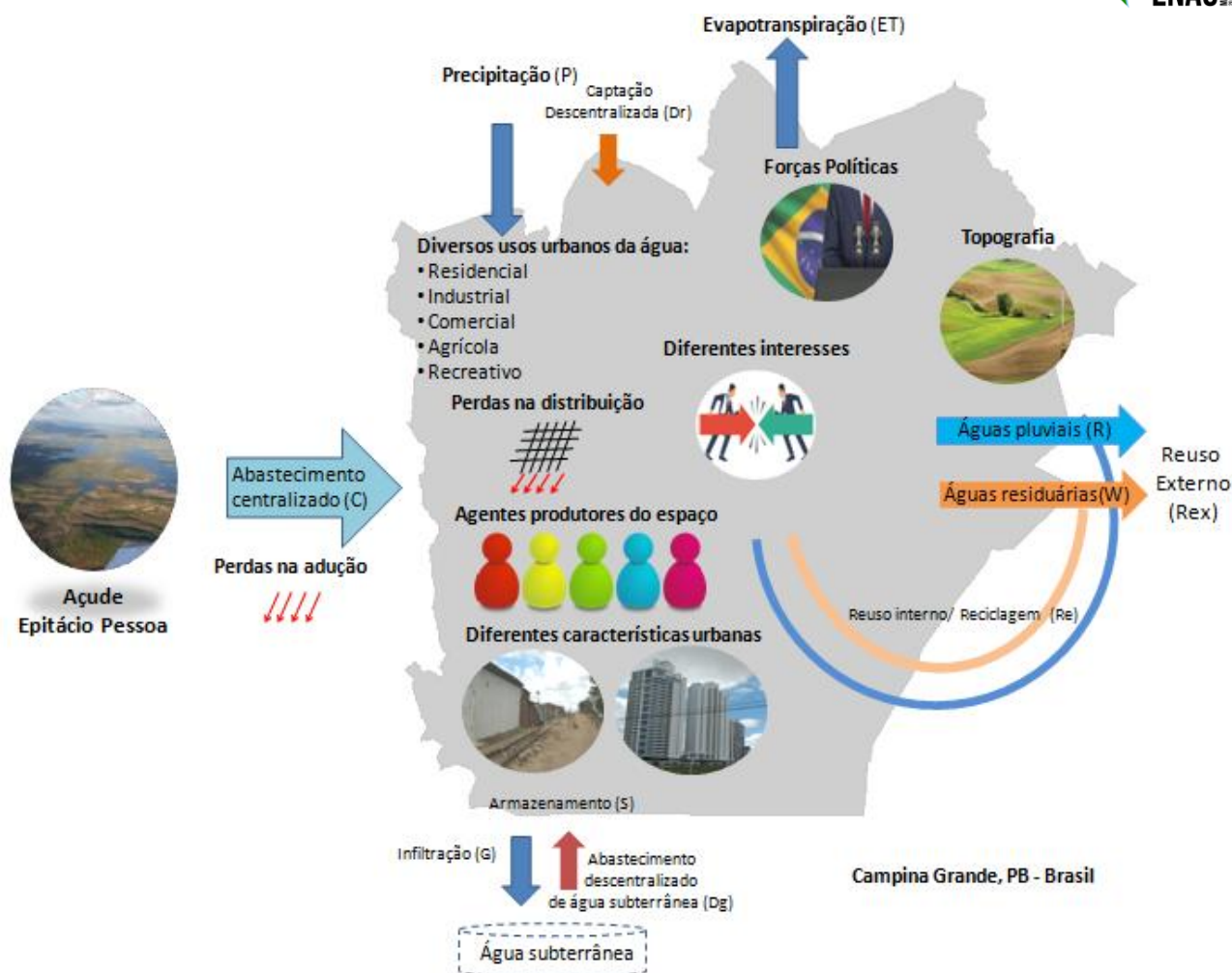


Figura 1: Metabolismo urbano da cidade de Campina Grande e seus condicionantes. Fonte: Adaptado de Marinho (2018)

De acordo com a Figura 1, compreende-se o metabolismo urbano não apenas como uma quantificação de fluxos hídricos naturais e antrópicos. A sua eficiência metabólica e sua capacidade de promoção de segurança hídrica estão pautadas também no conjunto de ações de diferentes agentes que, somadas às condições naturais, direcionam a cidade a uma maior ou menor eficiência, a depender do seu nível de interação. A relação entre os diferentes condicionantes pode ser melhor compreendida observando a Figura 2, que descreve os processos que incidem sobre o metabolismo.

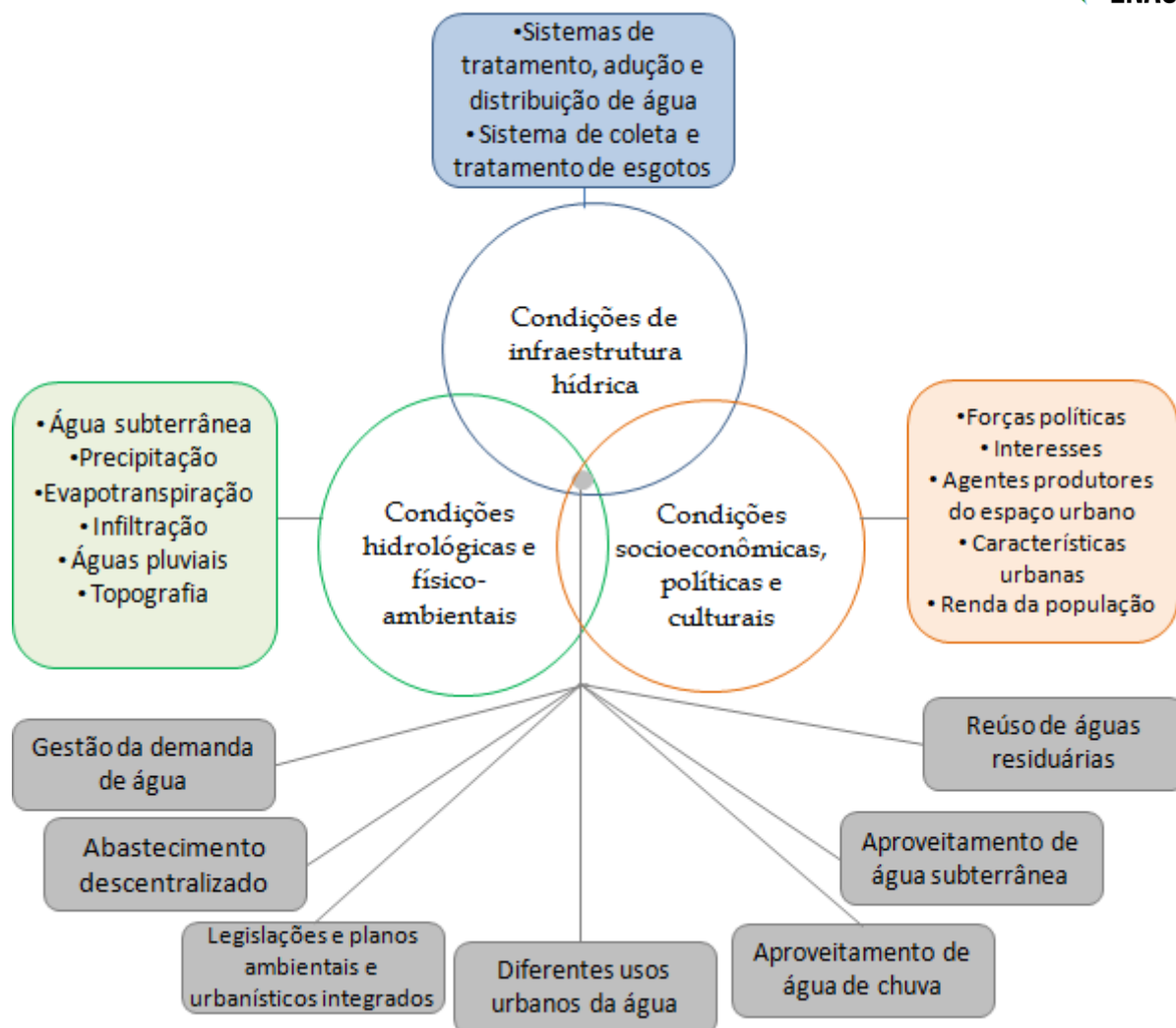


Figura 2: Interação entre os condicionantes do metabolismo urbano para melhoria da segurança hídrica. Fonte: Os autores

A interação entre os diferentes condicionantes do metabolismo urbano incide sobre o seu equilíbrio, onde, quanto maior for a interação, maior será a eficiência metabólica. Processos pensados e executados de forma isolada, como comumente acontecem nas cidades, comprometem a condição de equilíbrio do sistema e, conseqüentemente, o seu metabolismo e a segurança hídrica.

No caso de Campina Grande, os condicionantes apresentados na Figura 2 apresentam baixa interação. Além de problemas relacionados à saúde da população, os desvios e perdas ao longo da rede de coleta de esgotos destacados por Gomes (2013) comprometem o potencial de aproveitamento das águas residuárias como recurso de reúso na cidade. Há uma forte desarticulação entre a legislação urbanística e o planejamento ambiental, conforme destacado por Barros *et al.* (2016). Grande *et al.* (2016) destacam a vulnerabilidade ao desabastecimento de água a qual está submetida parte da população da cidade: existe uma distribuição desigual do recurso, onde aqueles com menor renda são os mais vulneráveis.

Assim como a maioria das cidades brasileiras, Campina Grande tem o seu abastecimento de água centralizado em uma única fonte hídrica. O açude Epitácio Pessoa enfrentou períodos críticos em relação à segurança hídrica, condição esta que somente foi normalizada após a chegada das águas da transposição do Rio São Francisco (RÊGO *et al.*, 2017). Apesar do histórico apontamento da transposição como solução única à garantia de segurança hídrica para a região, é necessário promover uma gestão eficiente dos recursos, de modo que soluções sustentáveis possam ser incorporadas ao processo.

Para o caso específico de Campina Grande, é possível destacar algumas das potencialidades que poderiam contribuir para a melhoria de seu metabolismo e, conseqüentemente, de sua segurança hídrica. O aproveitamento de água de chuva em unidades residenciais unifamiliares foi explorado por Souza (2015), que identificou uma possibilidade de redução de até 11,31% da captação do sistema centralizado de abastecimento. Ações relacionadas à gestão da demanda de água poderiam contribuir com uma redução de até 33,64% do consumo de água na cidade (GUEDES *et al.*, 2014). Em relação ao consumo de água em edifícios verticais, esta redução representaria 83,26%, de acordo com Barros *et al.* (2016). Cenários envolvendo o reúso de águas residuárias como contribuição à melhoria do desempenho metabólico da cidade foram apontados por Marinho (2018), que representariam uma economia de 21,70% das águas do manancial abastecedor por meio do aproveitamento de apenas 20% dos efluentes gerados na área urbana, em combinação com outras condições, a exemplo do aproveitamento de água de chuva.

5. CONCLUSÕES

O ambiente construído possui uma ampla complexidade de gerenciamento que é diretamente refletida sobre a água. considerando as dimensões social, ambiental e econômica contempladas na abordagem referente à segurança hídrica, é vital que os processos e políticas urbanas estejam reunidos em consonância com a gestão integrada dos recursos hídricos, com foco em cada um dos condicionantes do metabolismo urbano.

Apesar de se tratar de uma discussão inicial, é importante destacar que o metabolismo urbano se apresenta como ferramenta capaz de fornecer informações a respeito das potencialidades de melhoria de desempenho hídrico da cidade, através do diagnóstico de suas condições de uso da água, contribuindo, desta forma, para a segurança hídrica por meio de uma visão holística sobre a cidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à CAPES, à FINEP, à ANA, aos INCTs Mudanças Climáticas e Observatório das Metrópoles, e aos projetos BRAMAR e Secas e Cheias.

6. REFERÊNCIAS

- BARROS, M.B., RUFINO, I.A.A., MIRANDA, L.I.B. “*Mecanismos poupadores de água como suporte ao planejamento urbano*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol 21, nº 1. 251-262. 2016.
- CHRYSOULAKIS, N., LOPES, M., SAN JOSÉ, R., GRIMMOND, C. S. B., JONES, M. B., MAGLIULO, V. “*Sustainable urban metabolism as a link between bio-physical sciences and urban planning: The BRIDGE project*”. Landscape and Urban Planning, 112, 100–117. 2013.
- FAROOQUI, T. A., RENOULF, M., KENWAY, S. “*A metabolism perspective on alternative urban water servicing options using water mass balance*”. Water Research, 106, 415-428. 2016.
- GOMES, E.F. *Perdas de vazão e seus efeitos na operação do sistema de esgotamento sanitário de Campina Grande-PB*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2013.
- GRANDE, M.H., GALVÃO, C.O., MIRANDA, L.I.B, GUERRA SOBRINHO, L.D. “*A percepção de usuários sobre os impactos do racionamento de água em suas rotinas domiciliares*”. Ambiente e Sociedade, XIX, 1, 165-184. 2016.
- GUEDES, M.J.F., RIBEIRO, M.M.R., VIEIRA, Z.M.C.L. “*Alternativas de Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de uma Cidade*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V 19, nº 3. 51-62. 2014.
- HOEKSTRA, A.Y., BUURMAN, J., & van GINKEL, K. C. H. “*Urban water security: A review*”. Environmental Research Letters. V 13, 2018.
- KENNEDY, C., PINCETL, S., & BUNJE, P. “*The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design*”. Environmental Pollution, 159, 1965–1973. 2011.
- KENNEDY, C. A., STEWART, I., FACCHINI, A., CERSOSIMO, I., MELE, R., CHEN, B., SAHIN, A. D. “*Energy and material flows of megacities*”. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112, 5985–5990. 2015.
- KENWAY, S., GREGORY, A., MCMAHON, J. “*Urban water mass balance analysis*”. Journal of Industrial Ecology, 15, 693–706. 2011.
- MAGALHÃES, A. R. “*Vida e seca no Brasil*”. In: DE NYS, E.; ENGLE, N.L.; MAGALHÃES, A.R. Secas no Brasil: política e gestão proativas. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p.
- MARINHO, S.D.A.M. “*Planejamento urbano sensível aos recursos hídricos: análise a partir do metabolismo urbano e da produção do espaço em Campina Grande – PB*”. Dissertação (Mestrado

em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2018.

MOSS, T. “*Flow management in urban regions: introducing a concept*”. In: MOSS, T, MARVIN, S. GUY, S. *Urban Infrastructure in Transition: Networks, Buildings and Plans*. Earthscan, 2001.

RÊGO, J.C.; GALVÃO, C.O.; ALBUQUERQUE, J.P.T.; RIBEIRO, M.M.R.; NUNES, T.H.C. “*A gestão de recursos hídricos e a transposição das águas do rio São Francisco para o açude Epitácio Pessoa – Boqueirão*”. In: *Anais XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Florianópolis, ABRH, 2017.

RENOULF, M., KENWAY, S. “*Evaluation Approaches for Advancing Urban Water Goals*”. *Journal of Industrial Ecology*. 2016.

RENOULF, M. A., SERRAO-NEUMANN, S., KENWAY, S. J., MORGAN, E. A., LOW CHOY, D. “*Urban water metabolism indicators derived from a water mass balance - Bridging the gap between visions and performance assessment of urban water resource management*”. *Water Research*, 122, 669-677. 2017.

SINGH, V. P. “*Challenges in meeting water security and resilience*”. *Water International*, 42:4, 349-359. 2017.

SOUZA FILHO, F. A.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; STUDART, T. M. de C.; ABICALIL, M. T. “*From Drought to Water Security: Brazilian Experiences and Challenges*”. World Water Council (ed.), *Global Water Security, Water Resources Development and Management*. 2018.

SOUZA, T. J. “*Potencial de aproveitamento de água de chuva no meio urbano: o caso de Campina Grande – PB*”. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2015.

WONG, T.H.F.; BROWN, R.R. “*The water sensitive city: principles for practice*”. *Water Science and Technology*, 60(3), 673-682, 2009.