

Planejamento Integrado de Recursos e a Resiliência Urbana: Nexo Água e Energia

Mauro Donizeti Berni
NIPE - UNICAMP – Brasil
mberni@unicamp.br

Paulo Cesar Manduca
NIPE – UNICAMP - Brasil
manduca@unicamp.br

Ivo Leandro Dorileo
NIEPE - UFMT – Brasil
ivo.leandrod@gmail.com

Sérgio Valdir Bajay
NIPE – UNICAMP - Brasil
bajay@fem.unicamp.br

ABSTRACT

The economic development, the population growth and the urbanization will increase water and energy world demand. As a consequence, the conflict between water resources and energy production will be intensified and the environment will be impacted by this competition. In addition to the direct influence of human activities, climate changes and extreme climate events have affected the water availability and, as consequence, the energy production. This article aims to discuss urban resilience in the context of the water and energy nexus, as well as to suggest a methodological alternative with a systemic approach. To do so, we present the integrated planning of resources (IRP) and the technique of scenarios as tools to help optimize the use of natural resources in the cities. As a result of the application of this methodology we have information for the public power to propose policies that lead to the equation of the complex relations and interdependencies of sustainability, which demand rapid and transversal answers for the different economic sectors present in the cities. The great advantage of this methodological framework (IRP and Scenarios) is the simultaneous treatment of vulnerabilities and the risks associated with the supply and demand of resources vis-a-vis the resilience of cities, as well as the connection between water and energy. The desire to have a more sustainable future, with lower emissions of carbon to the atmosphere, a more appropriate reuse and valorization of natural resources, and less dependency on oil have motivated society to develop methodologies where water and energy are used as news criteria focusing on urban cities and sustainability.

Keywords: *Integrated resource planning; Public policies; Environment, Nexus, Urban planning.*

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios do século 21 é fazer com que as cidades sejam resilientes e estejam preparadas para a crescente gama de adversidades, como enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas, pressões por crescentes populações migrantes e consequências de infraestruturas inadequadas. A resiliência é o que ajuda as cidades a se adaptarem e se transformarem diante desses desafios, possibilitando respostas tanto para o esperado quanto para o inesperado.

Atualmente, mais da metade da população mundial, cerca de 3,6 bilhões vivem em cidades. Em 2050, é esperado que a população urbana cresça de 5,6 para 7,1 bilhões. Em termos globais, só a produção dos materiais necessários para suportar esse crescimento urbano resultará, até meados do século, na metade das emissões permitidas de dióxido de carbono (CO₂), ou seja, cerca de 10 bilhões de toneladas, caso se pretenda atender à meta de limite máximo de aumento de temperatura média do

planeta de 2°C em 2100 (PBMC, 2016). O crescimento da população mundial e o aumento da urbanização, tendem a aumentar a demanda mundial por água e energia, intensificando os conflitos entre os setores hídrico e energético, produzindo impactos negativos sobre o meio ambiente. Este quadro, fica agravado com a interferência direta dos seres humanos sobre esses recursos, afetando a disponibilidade de água e, conseqüentemente, no caso brasileiro a oferta de eletricidade por possuir um sistema energético, predominante hídrico.

Este artigo, tem por principal objetivo discutir a resiliência urbana no contexto do nexo água e energia, bem como sugerir uma possível alternativa metodológica sistêmica com vistas a buscar alternativas sustentadas para o planejamento urbano. Neste sentido, apresenta-se o planejamento integrado de recursos (PIR) e a técnica de cenários como possíveis ferramentas a auxiliar a otimização de uso dos recursos naturais no âmbito das cidades. Com os resultados da aplicação destas ferramentas o agente decisor público, poderá dispor de informações essenciais para a proposição de políticas públicas, visando ao equacionamento das complexas relações e interdependências de sustentabilidade, que demandam repostas rápidas e transversais para os distintos setores econômicos presentes nas cidades. A grande vantagem deste arcabouço metodológico (PIR e Técnica de Cenários) é o tratamento simultâneo das vulnerabilidades e os riscos associados com a oferta e demanda de recursos vis-a-vis a resiliência das cidades, quanto o nexo água e energia.

2. RESILIÊNCIA URBANA

Os problemas que as cidades enfrentam podem ser vencidos, permitindo seguir prosperando e crescendo, e ao mesmo tempo aproveitando melhor os recursos disponíveis. O futuro das cidades deve incluir oportunidades com acesso a serviços básicos, água e energia, a sua população. O enfoque multidimensional que a resiliência propõe, forma alguns dos pilares fundamentais para a consecução dos objetivos traçados no Objetivos de Sustentabilidade, particularmente, aqueles que formam o nexo água e energia: o Objetivo 6 (disponibilidade de água), o Objetivo 7 (disponibilidade de energia) e o Objetivo 11 (tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros e sustentáveis) (ONU, 2018; MERCOCIUDADES, 2018).

A supressão de ecossistemas, desencadeada pelo crescimento urbano desenfreado, é um dos principais fatores de redução da capacidade de resiliência das cidades, deixando-as mais vulneráveis aos problemas atuais e futuros, que poderão ser acentuados pelas mudanças climáticas, como o aumento das ilhas de calor, poluição do ar e inundações (PBMC, 2016). As modificações nos regimes das chuvas poderão influenciar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis para o abastecimento das cidades. Em relação à energia, as cidades podem ser afetadas pela falta de oferta de eletricidade, ligado ao aumento de consumo e indisponibilidade hídrica para geração de energia.

O PBMC (2016), apresenta uma contextualização sobre os possíveis impactos a que as cidades brasileiras estarão expostas frente às mudanças climáticas, bem como as principais vulnerabilidades dos ambientes urbanos, com destaque da oferta e demanda de água e energia vis-à-vis a capacidade de resiliência destes dois recursos.

A seguir, apresenta-se, dados compilados e apresentados no Relatório de Mudanças Climáticas e Cidades, elaborado no âmbito do PBMC (2016) a alternativas de adaptação e mitigação de forma a potencializar a resiliência de cidades brasileiras. A cidade resiliente pode ser vista como sendo a que é

capaz de gerar, nos seus sistemas, competências para lidar com ameaças à sua sobrevivência e recursos para se auto-sustentar. Da noção de fluxo metabólico, extrai-se uma parte das relações que os sistemas urbanos desenvolvem (GONÇALVES, 2017). Assim, sob a ótica do planejamento integrado de recursos (PIR), devem ser equacionadas a demanda, a matriz de consumos associada às cadeias de produção geradas pelos ecossistemas, assim como as cadeias que estão presentes na logística de distribuição dos recursos e adequação da oferta.

O uso da metodologia do PIR e a técnica de cenários em estudos sobre a resiliência urbana envolvendo água e energia, surge como uma ferramenta a auxiliar o planejamento urbano, tendo em vista uma nova maneira de pensar a sustentabilidade no longo prazo, frente à disponibilidade da oferta e demanda dos recursos naturais.

3. PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS (PIR)

O planejamento urbano sustentado não difere de forma substancial do planejamento tradicional das cidades. As mudanças climáticas não permitem mais planejar o futuro das cidades, baseando-se em séries históricas. Reproduzir para o futuro, o passado. As mudanças climáticas obrigam a repensar completamente o que é planejamento.

Com foco na construção de comunidades urbanas sustentáveis no longo prazo, faz-se necessário o estabelecimento de novos padrões ambientais e metas ambiciosas para o desenvolvimento urbano. O Planejamento Integrado de Recursos (PIR) foi difundido como uma forma de gerenciar de maneira integral um recurso pelos lados da oferta e demanda, e pode ser considerado uma opção viável e complementar ao modelo tradicional de planejamento urbano, na medida em que internaliza variáveis de contorno que alavanca de forma positiva o potencial de resiliência das cidades. A forma de utilização de recursos naturais até fins do século XX registrou um conceito de desenvolvimento baseado na assertiva de que o domínio dos interesses de hoje prevalece sobre os do futuro. Nem o modelo econômico vigente – em que a natureza generosamente fornece recursos, cujo valor é medido pelo mercado e recebe os rejeitos indefinidamente – nem o modelo convencional – em que os recursos estão à disposição no meio natural e os rejeitos são devolvidos a ele num ciclo contínuo – são mais desejáveis; o que se busca hoje é uma síntese social, econômica e ambiental, que incorpore a preocupação com a alocação e a distribuição de recursos e com os desdobramentos sobre o sistema biofísico (DORILEO et al, 2014).

Orientado pelo planejamento tradicional, esse desenvolvimento não seria possível sem a utilização de recursos – energia e água – e conduziu a subprodutos indesejáveis e a três grandes ordens de impactos que hoje vivenciamos – sem quantificá-los e atribuir-lhes valor: na saúde das pessoas, nos ecossistemas e no aquecimento global, “aumentando exponencialmente as preocupações da humanidade com o meio ambiente” e as mudanças climáticas (BAJAY, 2004).

Em meados da década de 1980, os órgãos reguladores de alguns países como a Dinamarca, os Estados Unidos e o Canadá passaram a exigir um tratamento adequado para o lado da demanda. Esses países adotaram, para o setor de serviços de energia elétrica e de gás canalizado, o planejamento da expansão da oferta a custo mínimo (*“least-cost planning”*), que significa, de acordo com JANNUZZI e SWISHER (1997), “integrar uma gama mais ampla de opções tecnológicas, incluindo tecnologias para eficiência energética e a gestão dos recursos no ‘lado da demanda’, assim como fontes de geração

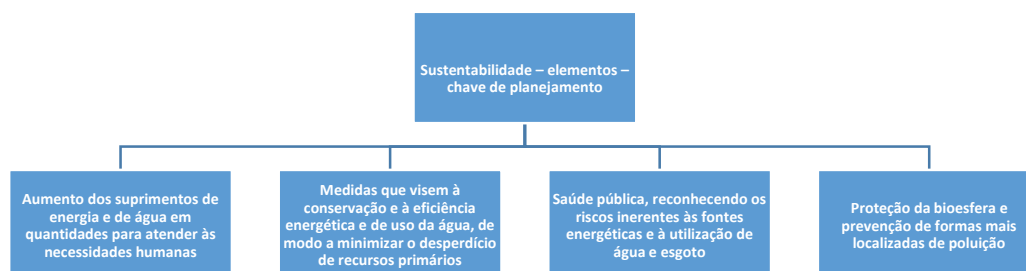
descentralizadas e produtores independentes”, ou seja, o planejamento que “considera novos programas de eficiência energética em pé de igualdade com as alternativas disponíveis de expansão da oferta” (BAJAY et al., 1996). Esse modo de planejamento em que as iniciativas de eficiência energética são implementadas mais efetivamente, o suprimento das necessidades de energia é feito de modo mais barato e com menor impacto ambiental, com a incorporação de fontes renováveis, é o Planejamento Integrado de Recursos – PIR.

O PIR, constitui-se em uma ferramenta de avaliação estratégica do provimento de recursos, auxiliando a tomada de decisão, verticalmente integradas, na determinação do *mix* ótimo de recursos para atendimento de uma cidade, com maior flexibilidade e diversidade para lidar com elevados graus de incerteza e atenção com o meio ambiente. O PIR considera as questões ambientais como um objetivo primário e incorpora metas complexas como a contabilização de custos sociais e ambientais. Nessas condições, o PIR permite um aperfeiçoamento do planejamento urbano tradicional, com o gerenciamento tanto pelo lado da oferta quanto demanda dos recursos naturais – água e energia – atendendo requisitos sociais, econômicos e ambientais.

Falar em meio ambiente e sustentabilidade de cidades é também falar em necessidades de energia e de água para as atividades humanas – recursos que mantêm entre si uma relação de causa e efeito. Nesse contexto, em que se busca a sustentabilidade, as questões de energia e da água demandam uma abordagem global e um planejamento integrado, uma vez que comprometem as necessidades desses recursos para o crescimento econômico e as causas da proteção ambiental e conservação, além de compreenderem cadeias que geram emprego, desenvolvimento e efeitos ambientais. Sob esse ponto de vista, existem, portanto, elementos-chave de planejamento que devem ser conciliados para que possam ser atingidas as metas de sustentabilidade no domínio de um PIR (Figura 1).

A sustentabilidade, entendida como “uma relação não predatória com a natureza e a manutenção ao longo do tempo de uma determinada maneira de utilizar os recursos com o intuito do bem-estar [...] como um todo”, encontra no PIR, por consequência, além do “planejamento a custo mínimo”, o envolvimento dos objetivos sociais, ambientais e dos elementos do planejamento estratégico, constituindo-se num referencial tanto em relação ao melhor emprego dos recursos disponíveis e sua gestão racional e equitativa, como nos esforços para otimizar técnicas e tecnologias englobando processos de reengenharia, qualidade total, análise de ciclo de vida, etc. (DORILEO, 2009).

Figura 1. Elementos-chave para se atingir as metas de sustentabilidade no domínio do PIR.



Fonte. DORILEO, 2009.

O PIR, portanto, como instrumento para o desenvolvimento sustentável, distingue-se, com muitas vantagens, do planejamento energético tradicional, cujas diferenças conceituais separam a aplicação desses tipos de planejamento que apresentam rotas diferentes para atingir os objetivos relacionados à sustentabilidade, como está sintetizado na Tabela 1.

Tabela 1. PIR frente às necessidades do desenvolvimento sustentável.

Planejamento tradicional	PIR
Corporativo e limitado, pouco flexível para adequação a uma abordagem mais ampla, de caráter holístico. As questões socioeconômicas, não ignoradas, são tratadas em âmbitos decisórios isolados, extremamente centralizadores, que detêm o controle do plano.	Proporciona uma tríade de benefícios: 1) desenvolvimento das regiões/cidades atrasadas (aplicação de recursos e promoção de iniciativas renováveis com benefícios de redução de pobreza); provê serviços de energia às pessoas sem acesso, em áreas geograficamente dispersas); 2) instituição de um modelo de integração regional e social; 3) ajustamento da sociedade industrial aos limites dos recursos do planeta.
A orientação estratégica de expansão e segurança da oferta a custos mínimos baliza as ações ao longo do processo, de forma determinativa, gerando subprodutos indesejáveis como estimativas muito elevadas de crescimento da economia, grandes projetos em capacidade instalada, pressão social e ambiental sobre os projetos.	Incorpora aspectos globais e particulares (convencionais e não), enfatizam alternativas energéticas não tradicionais e permite, através de uma constituição orgânica regulamentada, a real participação dos interessados-envolvidos, proprietários e não proprietários dos recursos, dos organismos envolvidos no plano de recursos, e nos critérios de seleção das alternativas (recursos energéticos, hídricos e aqueles que possibilitam a condução dos setores energético e de água no tempo e no espaço) com decisões tomadas em “livre arbítrio”. Por consequência, apresenta-se flexível frente às forças de pressão exógenas e às participações na discussão dos projetos de interesse comum e permite antever a sustentabilidade com facilidade. Pode ser o âmbito da instituição da graduação da importância que a sociedade deseja para a limitação dos efeitos ambientais da produção e uso da energia e da água.
Neste modelo, o mercado de energia é vulnerável a conflitos macroeconômicos como metas de inflação, déficit público, interesses regionais ou subsídios a determinados setores.	Permite encontrar a realização continuada do ótimo, ao longo do tempo, no curto e no longo prazo, com análise equilibrada dos fatores socioeconômicos.
O desenvolvimento do plano, sem a participação da sociedade, é pouco flexível, quando considerada a aplicação dos investimentos, os quais conduzem ao aumento da participação de certa fonte de energia de custos mais elevados (por motivos políticos, técnicos, ambientais ou macroeconômicos), com a obrigatoriedade de torná-la viável dentro da dinâmica de mercado e com possível concessão de subsídios financeiros (maximizar a confiabilidade e minimizar custos) – barreira para a entrada de novos ofertantes de energia renovável.	Considera a premissa de que todos os envolvidos (dimensões política, econômica e social, cultural e ambiental) devem ter um ganho específico, respectivamente, liberdade, renda e emprego, educação e saúde e conservação do meio físico e biótico
Os cenários de projeção da demanda são preponderantemente macroeconômicos para todas as variáveis e fatores cuja evolução está ligada a escolhas e decisões políticas e não necessariamente ao setor energético: PIB, taxa de crescimento da população, número de habitantes e de domicílios etc.	Os cenários de planejamento são dinâmicos e levam em conta, além dos fatores socioeconômicos, os hábitos de uso, a preservação ambiental, os custos sociais, os custos completos, a eficiência energética e a conservação dos recursos.
A seleção dos recursos é baseada numa escolha de uma opção específica, com a diversidade pouco encorajada.	Este modelo é indicativo e descentralizado, e convive com as várias formas de geração de energia (com custos e riscos díspares), contemplando os objetivos do governo e sociedade quanto à composição da matriz energética e da distribuição regional da população.

Fonte. DORILEO, 2009.

No âmbito das cidades, a gestão integrada, como meta do PIR, intervém nos modelos de consumo graças a diferentes estratégias, de forma contínua, mudando hábitos, processos, estilos de vida, otimizando técnicas e ações para alcançar eficiência no comportamento e no desempenho energético e de uso da água das tecnologias de uso final. Essa gestão, nos complexos núcleos de cada setor da economia, deve ser entendida como parte de uma política global de natureza social, política e ambiental, assumindo as questões energética e da água como intrínsecas à procura da sustentabilidade.

3.1 Bases Conceituais e Características do PIR

A quebra do paradigma de modelos ultrapassados de planejamento conduz ao PIR, que, por sua vez, incorpora, além das opções relativas à oferta e à demanda e ao meio ambiente, a análise dos aspectos sociais e econômicos, considerando os objetivos dos diferentes grupos e entidades interessadas.

Uma vez que o PIR considera a conservação e a eficiência no uso dos recursos nos mesmos níveis que as opções de oferta, avaliar os riscos de escassez de recursos e quantificar a margem apropriada de segurança a ser mantida entre demanda e oferta, torna-se um desafio. Constituem também uma análise de risco a busca do equilíbrio entre estes níveis e a determinação do ponto de intercepto oferta-demanda e do instante em que a demanda excederá a oferta.

Dadas estas características, o PIR, constitui-se num processo de planejamento sob condições de incerteza, e requer que se empreguem práticas de análise e gerenciamento estratégico que considerem e monitorem elementos como (DORILEO e BERNI, 2016): i) demanda futura dos bens e serviços; ii) preços vigentes na economia; iii) regulamentação e desregulamentação da economia; iv) pressões ecológicas crescentes; v) obsolescência e recapitalização dos sistemas; vi) dimensão social-política-econômica do país; vii) disponibilidade futura de pessoal técnico qualificado; viii) nível de conhecimento científico referente aos limites sustentáveis de emissões e lançamentos de poluentes; ix) grau de confiabilidade dos prognósticos do tempo e clima; e dados climatológicos.

Sob estes aspectos, várias formas de se tratar incertezas em modelos de planejamento podem ser utilizadas (BAJAY, 2004): i) análise de sensibilidade; ii) análise paramétrica; iii) métodos de otimização empregando álgebra nebulosa ou lógica Fuzzy; iv) emprego de distribuição de probabilidades em modelos de otimização ou de simulação; v) emprego de modelos estocásticos de otimização ou de simulação; vi) construção de cenários alternativos de desenvolvimento; viii) pesquisas de opinião Delphi; uso de técnicas de inteligência artificial; e emprego da teoria de jogos e leilões.

As técnicas de cenários procuram responder à questão: como repercute se medidas M1, M2, M3,...Mn forem implementadas, por exemplo, para o crescimento da economia, ou para se testar novas políticas públicas nas áreas econômica, tecnológica, energética, meio ambiente e mudanças climáticas, quais serão os resultados?. Nesta simulação as medidas (M1 ... Mn), constituem as bases para um cenário, considerando os objetivos e estratégias desejadas para onexo água e energia, no âmbito urbano. Com isto pode-se estabelecer políticas públicas consistentes para elevar a resiliência urbano frente as mudanças climáticas, bem como otimizar a oferta e demanda de recursos materiais e naturais das cidades no longo prazo.

A construção de cenários de demanda para o PIR deve ser focada no desenvolvimento (reduzir a pobreza e a desigualdade, meio ambiente são e seguro), orientada no uso final e dirigida e tratada em

termos dos serviços de energia e de abastecimento de água. Para o lado da oferta deve-se considerar a conservação, a geração distribuída e a geração centralizada para obtenção de um mix de oferta ao menor custo. A pesquisa Delphi procura formar um consenso, através de técnicas estatísticas, sobre projeções, previsões de acontecimentos ou evolução futura de variáveis de interesse (estudos exploratórios) ou ainda sobre a fixação de objetivos (estudos normativos), utilizando uma série de questionários encaminhados a especialistas. A utilização das teorias de jogos e de leilões tem permitido tratar as incertezas relativas às parcelas de mercado e da oferta global de empresas concorrentes de energia, água e saneamento, e “se simular estratégias para diminuí-las, seja do ponto de vista do governo, em termos de formulação de políticas e práticas regulatórias adequadas, seja do ponto de vista das estratégias a serem assumidas pelos agentes setoriais (DORILEO e BERNI, 2016).

No PIR, a análise detalhada da ambiência também se constitui num tratamento de incertezas, ao rastrear as externalidades, mudanças comportamentais e de ações no ambiente externo, nos valores e necessidades, quer no âmbito dos agentes, quer na sociedade, na política, na economia ou na evolução tecnológica. A previsão da demanda contém muitos parâmetros variáveis, como a evolução da taxa de crescimento da economia e a distribuição da renda gerada.

Neste caso, o mapeamento dos impactos, benefícios e riscos das alternativas energéticas e de fornecimento de água, e das consequências financeiras, permitirá uma avaliação mais clara de riscos e oportunidades no curto, médio e longo prazo e a tomada de decisão através de uma sociedade participativa.

3.2 Oferta e Demanda de Recursos

3.2.1 Água

A conservação de água compreende as práticas, técnicas e tecnologias que aperfeiçoam a eficiência do uso da água, podendo ainda ser definida como qualquer ação que: i) reduz a quantidade de água extraída das fontes de suprimento; ii) reduz o consumo de água; iii) reduz o desperdício de água; iv) reduz as perdas de água; v) aumenta a eficiência do uso da água (melhoria do rendimento dos equipamentos); vi) aumenta a reciclagem e o reuso da água; e vii) evita a poluição da água.

A redução das perdas permite diminuir os custos de produção de água, mediante redução do consumo de energia e de produtos químicos, além de evitar a expansão do sistema produtor para aumentar a oferta. Entre as medidas de conservação de água e redução de desperdícios, a redução do consumo predial – tanto residencial quanto comercial – tem sido visada, buscando-se um emprego cada vez maior de aparelhos poupadores de água. Ação peculiar, essa redução na demanda permite a disponibilização dos volumes poupados às áreas com demanda reprimida, representando um resultado econômico financeiro positivo e um substancial benefício sócioambiental e à saúde pública (DORILEO, 2009).

O uso racional de água, sua utilização eficiente e a redução de desperdícios constituem a ação principal junto aos grandes sistemas ambientais e bacias hidrográficas (nível “macro”), aos sistemas públicos e tecnologias de abastecimento de água (captação, estações de tratamento, redes, reservação, adutoras e distribuidoras, ramais prediais e equipamentos – com ações concomitantes a sua efficientização elétrica), e junto às edificações e usos finais (nível “micro”).

3.2.2 Energia

A demanda por energia é derivada da necessidade de realizar atividades produtivas ou de lazer na sociedade, e as fontes de energia são essenciais para a obtenção de calor, frio, luz e movimento, através das tecnologias de uso final. Essas formas mais básicas de energia, efetivamente utilizadas em cada setor da economia, são denominadas “usos finais”. Nas cidades tem-se no setor industrial, “força motriz”, “aquecimento direto”, “calor de processo”, “processos eletroquímicos” e “iluminação” são os principais usos finais da energia. No setor residencial e comércio, “iluminação”, “refrigeração”, “cocção” e “

A conservação de energia busca reduzir essas perdas “evitáveis” sem afetar as necessidades de energia útil para as atividades produtivas, de conforto ou de lazer, e o aumento da eficiência de conversão no uso final. Conservar ou usar mais eficientemente todas as formas de energia e outros recursos é também uma estratégia para reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) sem prejudicar o desenvolvimento econômico, e cujos benefícios sociais e econômicos mantêm-se atrativos sob quaisquer circunstâncias. Dessa forma, o uso racional de energia, sua utilização eficiente e a redução de desperdícios são o eixo principal de ação junto aos processos de transformação de energia primária e em suas diversas formas de utilização final pelo consumidor.

4. CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E ENERGIA

A utilização eficiente de recursos – energia e água – deve ser, sempre, um dos componentes mais importantes da política energética e de recursos hídricos de qualquer país. Entre as principais ações do PIR está o estabelecimento de “programas de eficiência energética e de conservação de água” e o gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) e das reduções de perdas, objetivando mudanças nos padrões de uso final energético e de uso final da água. Programas de GLD são ações concebidas, implementadas e fundamentadas no contexto de companhias de eletricidade e de distribuição de água e saneamento. Constitui-se em um programa, o conjunto de ações organizadas, orientadas por um plano estratégico que promove as mudanças requeridas e a implementação efetiva das medidas destinadas ao cumprimento das metas de introdução de novas tecnologias, de uso eficiente e de redução de desperdícios.

Uma das vantagens dos programas de GLD é a de que podem ser levados a efeito para atingirem um melhor impacto num determinado período estabelecido e podem ser alterados nesse intervalo (Demanda), enquanto que investimentos e projetos de infra-estrutura devem ser feitos com antecedência e difíceis de serem alterados para se adaptarem às mudanças (Oferta). De uma forma sintética, as ações voltadas para ganhos de eficiência energética e de conservação de água podem ser divididas em duas grandes categorias: as de cunho tecnológico e as de caráter comportamental. As ações podem ser classificadas, ainda, em cinco categorias: substituição de equipamentos, reformas (“retrofitting”) de instalações e/ou equipamentos, substituição de fonte de energia, gestão da carga e otimização de processos, e mudança de hábitos e padrões de utilização.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças de temperatura e balanço de radiação na atmosfera interferem diretamente no ciclo hidrológico (PBMC, 2016). Com a projeção de aquecimento da superfície terrestre ao longo do século XXI, prevista sob todos os cenários de emissões, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) declara que é muito provável que eventos extremos de precipitação ocorram com maior frequência e intensidade, além de que, ondas de calor sejam mais prolongadas (IPCC, 2014). Os impactos

relacionados à falta de água tendem a ser mais críticos para as cidades. Entre os usos consultivos da água, ou seja, aqueles que reduzem sua disponibilidade, a quantidade destinada para o abastecimento urbano representa 22% do total da vazão retirada no Brasil (PBMC, 2016).

A demanda por energia nas cidades tende a crescer ainda mais devido ao aumento da concentração populacional localizada nos grandes centros urbanos. As projeções apontam que a concentração populacional nas cidades brasileiras deve aumentar nas próximas décadas, chegando a 91% até 2050 (PBMC, 2016). Além do aumento populacional, outro fator que altera diretamente a demanda por energia nas cidades é o aquecimento global. O aumento da temperatura do ar intensifica o consumo de eletricidade na medida em que eleva a necessidade de condicionamento do ar. Nas cidades, a sensação térmica é ainda agravada pelo fenômeno de ilhas de calor, no qual a temperatura média nas regiões urbanas fica acima da temperatura observada nos municípios vizinhos, menos urbanizados. As ilhas de calor ocorrem, principalmente, devido à elevada quantidade de asfalto e concreto, materiais que concentram calor, em contraposição à quantidade de árvores e áreas verdes, que amenizam a temperatura (EPA, 2018).

Opções para elevar a resiliência urbana estão disponíveis em todos os principais setores econômicos nas cidades. A velocidade com que deve ocorrer a mitigação direcionada para sustentabilidade de longo prazo, está diretamente relacionada ao uso de uma abordagem integrada que combine medidas para reduzir a demanda por água e energia, postergando a ampliação da oferta e da emissão de GEE. Devido a importância do papel das cidades na redução das emissões de GEE, vários municípios criaram planos de mudanças climáticas, e, em alguns casos, definiram metas de redução de emissão de GEE, como foi o caso de Campinas, Estado de São Paulo, através do Plano de Resiliência: Campinas 2017 – 2020. A estratégia geral do Plano de Resiliência Urbana consiste na criação de programas derivado de políticas públicas, alicerçada em um planejamento de longo prazo, por exemplo o PIR, visando evitar ou minorar situações adversas, combatendo a situação de miséria, promovendo a saúde pública e o transporte coletivo, impedindo a ocupação humana em áreas de risco e a demanda e oferta de água e energia na medida certa para garantir o desenvolvimento sustentado das cidades. O nexos água e energia surge em um momento em que o crescimento da população mundial, as mudanças de padrão de consumo e as mudanças climáticas estão impondo condições de pressão sobre os recursos naturais. Assim, o PIR pode auxiliar este nexos considerando no planejamento soluções para aumentar a sinergia entre a gestão da energia e da água e a redução de impactos causados um sobre o outro. O mote deve ser encontrar soluções diferentes das convencionais e sustentáveis para as gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

Ao FAEPEX-UNICAMP e EDUCORP-UNICAMP pelo financiamento da viagem e diárias para participação no congresso, ao NIPE pela estrutura e suporte de seus profissionais da área administrativa.

REFERÊNCIAS

BAJAY, S. V., **Planejamento da expansão de sistemas energéticos: tipos de modelos, suas vantagens relativas e a atual competência para desenvolvê-los no Brasil.** Relatório do Projeto BRA/01/039- Apoio à Reestruturação do Setor Energético, Contrato 2003/000971, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Brasília, 2004.

DORILEO, I. L., **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos e Hídricos em Bacias Hidrográficas: Proposta Metodológica e Aplicação à Bacia do Rio Cuiabá - MT**", Tese de doutorado, FEM-UNICAMP, 2009.

DORILEO, I.L., BAJAY, S.V., BERNI, M.D., A Inevitável Integração no Planejamento do Setor Elétrico Brasileiro, Anais IX Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (CBPE), Tema: Políticas energéticas para sustentabilidade, segurança no suprimento e eficiência, Florianópolis, SC, 2014, 10 p.

DORILEO, I.L., BERNI, M.D., Gestão integrada de recursos energéticos e água e oportunidades de inovação tecnológica em plantas industriais produtoras de bioetanol, Anais X Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Tema: Oferta e Demanda de Energia – o papel da tecnologia da informação na integração dos recursos, Gramado, RS, 2016, 12 p.

EPA, Heat Island Impacts. US Environmental Protection Agency (EPA). Disponível em: <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-impacts>, acessado em junho de 2018.

GONÇALVES, C., Regiões, cidades e comunidades resilientes: novos princípios de desenvolvimento, **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, maio/ago., 9(2), 2017, 371-385 p.

IPCC, **Synthesis Report**, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Pachauri, R.K. and Meyer, L.A., editors], Switzerland, 2014, 151 pp.

JANNUZZI, G. de M. e SWISHER, J. N. P. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos**. Campinas, SP: Autores Associados, 1997. 246 p.

MERCOCIUDADES, Resiliência Conceito, disponível em http://www2.mercociudades.org/sursur/sites/default/files/Resiliencia_conceito_PORT.pdf, acessado em junho de 2018.

PBMC, Programa Brasileiro de Mudanças Climáticas, **Mudanças Climáticas e Cidades**. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, ISBN: 978-85-285-0344-9, 2016, 116 p.

ONU, United Nations Organization, **Sustainable Development Goals: 2015**, disponível em url: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>, acessado em junho de 2018.