

VIII-045 – PARADIGMAS TECNOLÓGICOS DO SANEAMENTO BÁSICO

Patrícia Campos Borja⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade de Arquitetura (FA)/UFBA. Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela FA/UFBA. Professora Adjunta e Pesquisadora do Departamento de Engenharia Ambiental e do Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento da Escola Politécnica da UFBA.

Luiz Roberto Santos Moraes

Engenheiro Civil (EP/UFBA) e Sanitarista (FSP/USP); M.Sc. em Engenharia Sanitária (IHE/Delft University of Technology); PhD em Saúde Ambiental (LSHTM/University of London); Realizou Estágio Pós-Doutoral em Gestão de Saneamento Básico (Universidade do Minho/PT); Professor Titular em Saneamento e Participante Especial do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica e do Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento da Escola Politécnica da Bahia da Universidade Federal da Bahia.

Endereço⁽¹⁾: Rua Aristides Novis, 2 - Federação - Salvador - BA - CEP: 40.210-030 - Brasil - Tel: (71) 3283-9783 - e-mail: borja@ufba.br.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo contribuir com algumas questões relevantes sobre os paradigmas tecnológicos do saneamento básico no Brasil, iniciando com uma rápida discussão epistemológica, ou seja, uma discussão sobre a própria forma de produzir conhecimento.

A metodologia utilizada para sua elaboração se pautou na construção do conceito de tecnologias apropriadas e de paradigmas tecnológicos, os quais nortearam uma reflexão realizada a partir da revisão crítica da bibliografia e do conhecimento dos autores sobre o tema.

No campo do saneamento básico pouco esforço tem sido feito para refletir sobre a produção do conhecimento e os paradigmas tecnológicos vigentes, embora a realidade tenha, por si, só exigido inflexões urgentes, principalmente, no que diz respeito ao uso intensivo de matéria e energia e ao caráter social de suas ações.

Os novos paradigmas envolvem a adoção de tecnologias apropriadas à realidade local, indutoras de novos comportamentos, mais sustentáveis, em face dos padrões atuais de consumo de água e geração de resíduos líquidos e sólidos; ou seja, tecnologias que busquem privilegiar o uso eficiente, o reuso e manejo das águas e a não geração, minimização, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, com a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos, incluindo os biossólidos gerados no tratamento da água e dos esgotos. No campo social as tecnologias devem ser apropriadas à realidade sociocultural, privilegiando a promoção de justiça social, onde a participação é elemento chave para seleção de alternativas.

O trabalho mostra a tendência em adotar tecnologias que busquem privilegiar a prevenção e o controle da geração de resíduos, a minimização, o reuso e a reciclagem das águas e dos resíduos sólidos. O ecosaneamento, o *ecodesign*, a Análise do Ciclo de Vida (ACV) e os ensinamentos da permacultura devem passar a ser incorporados nos projetos da área de Engenharia Sanitária e Ambiental no País.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento Básico, Paradigmas Tecnológicos, Tecnologias Apropriadas, Brasil.

INTRODUÇÃO

A sociedade pós-industrial, forjada no século XII com a visão mecanicista do mundo formulada pelo método analítico de raciocínio de Descartes e fundada no início do século XIX com o modo de produção capitalista, faz emergir uma nova sociedade onde a tecnologia, sustentada pelo discurso científico, assume um papel preponderante e pretensamente neutro e independente dos interesses dos agentes que as criam e as fazem ser utilizadas.

Os avanços do último século no campo das ciências, da filosofia e da tecnologia colocaram em evidência as contradições das promessas da modernidade, principalmente, pelo fato dos avanços não terem conduzido a uma sociedade mais justa. Existe um reconhecimento na comunidade científica quanto à necessidade da revisão dos grandes paradigmas conceituais e metodológicos que nortearam a produção do conhecimento.

Assim, nesse terceiro milênio, cientistas e pensadores se deparam com o grande desafio de rever conceitos e métodos para redefinir o papel social do conhecimento e da tecnologia com vistas a promover um desenvolvimento humano pautado na promoção de justiça e liberdade.

Na área da Engenharia Sanitária e Ambiental pouco esforço tem sido feito no sentido de refletir os paradigmas tecnológicos que têm norteado a concepção e implementação dos projetos. No entanto, a problemática ambiental e social, os déficits dos serviços públicos de saneamento básico e os desafios da universalização têm exigido um pensar sobre a forma de fazer a Engenharia Sanitária e Ambiental no Brasil. O presente trabalho tem como objetivo contribuir nesse esforço, pontuando algumas questões relevantes sobre os paradigmas tecnológicos do saneamento básico no Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para elaboração do trabalho se pautou na construção do conceito de tecnologias apropriadas e de paradigmas tecnológicos, os quais nortearam uma reflexão crítica realizada a partir da revisão de literatura e do conhecimento dos autores sobre o tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para iniciar a discussão sobre paradigmas tecnológicos faz-se necessário realizar uma rápida discussão epistemológica, ou seja, uma discussão sobre a própria forma de produzir conhecimento.

Na atualidade já existe um reconhecimento de que os conceitos e as teorias são limitados e aproximados, construídos pelo homem a partir de uma cultura, e que a produção do conhecimento não se dá de forma neutra, estando inserida no contexto político e social onde está se processando (BORJA, 1997). Nesse ponto, Foucault (1992) esclarece que todo o pensamento se estrutura a partir de um espaço de ordem que se vincula à cultura: cultura que permite a proximidade das coisas, que estabelece o quadro de seus parentescos e a ordem segundo a qual é preciso percorrê-la; que reflete as similaridades ou equivalências que fundam e justificam as palavras, as classificações e as trocas (FOUCAULT, 1992).

Einstein, refletindo sobre os “esquemas mentais” do pensamento, contribui nesse debate ao considerar que os conceitos são criações do homem:

Os conceitos físicos são livres criações do intelecto humano. Não são, como se poderia pensar, determinados exclusivamente pelo mundo exterior. No esforço de entendermos a realidade, muito nos parecemos com o indivíduo que tenta compreender o mecanismo de um relógio fechado [...]. Se for engenhoso, poderá formar uma imagem do mecanismo que poderia ser responsável por tudo quanto observa, mas jamais poderá estar totalmente certo de que tal imagem é a única capaz de explicar suas observações. Jamais poderá confrontar sua imagem com o mecanismo real (Ciência Hoje, incompleta).

Assim, na atualidade os pesquisadores se deparam com a difícil tarefa de se inserir nessa discussão na busca de seus referenciais metodológicos. À sua disposição existem diversas linhas de pensamento, a exemplo do empirismo, positivismo, funcionalismo, sistemismo, estruturalismo, pós-estruturalismo, niilismo, pós-modernismo, dentre outras. Um ponto, no entanto, pode ser destacado como tendência atual: o questionamento das ciências parcelares, da fragmentação analítica. Em seu lugar surge, a partir dos anos 60, a tentativa de uma abordagem integrada, um esforço em entender e tratar a realidade na sua complexidade, considerando as diversas leituras que as diferentes disciplinas podem oferecer.

No campo do meio ambiente, percebe-se que o paradigma cartesiano promoveu a dicotomização entre as ciências da natureza e as ciências humanas. Gonçalves (1989) considera que se, por um lado, a ecologia se envolve na análise dos complexos fluxos de matéria e energia, por outro, desconsidera – ou vê de forma reducionista – as relações sociais que interferem nesses fluxos. A economia, por sua vez, despreza as questões ecológicas. Para o autor, “(...) a complexidade da questão ambiental não pode ser resolvida com base no paradigma filosófico, teórico e metodológico herdado” (GONÇALVES, 1989, p. 305), sendo necessário reconhecer que nenhum especialista por si só tem competência para decidir sobre a questão ambiental.

No mundo contemporâneo as tecnologias e inovações tecnológicas chamam a atenção por sua criatividade, por seu ritmo acelerado e, principalmente, pelas questões que suscitam acerca de suas implicações. O desenvolvimento e a adoção das tecnologias, por sua vez, guardam uma estreita relação com as concepções de desenvolvimento de cada país, seus estilos e estratégias, seus propósitos, metas e objetivos. Se essas questões mostram-se válidas para as tecnologias em geral, muito mais os são para as denominadas “tecnologias apropriadas”. Embora a origem conceitual das tecnologias apropriadas seja mais recente, estas são antigas e surgem como uma reação às estratégias de desenvolvimento baseadas na introdução indiscriminada, em países em desenvolvimento, de tecnologias procedentes de países desenvolvidos (MOTTA, 1996).

O termo tecnologia apropriada (TA) sugere a possibilidade de adaptação da tecnologia ao meio no qual se adota em termos físico, ambientais, culturais e sociais e que proporcione o desenvolvimento da auto-determinação das populações. Sugere ainda uma busca do respeito e confiança dos membros da comunidade na qual se instala, no seu potencial e capacidade de ação e participação que são pré-condições para uma melhoria de sua qualidade de vida (KLIGERMAN, 1995).

O conceito de TA que surge no início dos anos 70, de acordo com Motta (1996, estava inserido num movimento social que se desenvolveu em nível internacional motivado por preocupações voltadas principalmente para duas questões: a primeira referia-se à crise ambiental, representada pelo esgotamento crescente das riquezas naturais e a segunda relacionava-se ao fracasso de parte das propostas desenvolvimentistas adotadas pelos países ditos em desenvolvimento, baseadas, entre outras, na adoção de tecnologias procedentes de países desenvolvidos. Por isso, para esse autor, as TA começaram a operar num primeiro momento sob a denominação de “tecnologias para o desenvolvimento” cujo foco era o de adaptação de ferramentas, métodos e programas que respondessem às necessidades, recursos e condições locais, procurando apoiar esforços para um desenvolvimento próprio de cada país.

No campo do saneamento básico pouco esforço tem sido feito em nosso País para refletir sobre a produção do conhecimento e os paradigmas tecnológicos vigentes, embora a realidade tenha, por si, só exigido inflexões urgentes, principalmente, no que diz respeito ao uso intensivo de matéria e energia e ao caráter social de suas ações. O maior esforço conceitual empreendido na área se deu nos anos 80, em torno da discussão sobre as tecnologias apropriadas (ENNES, 1989; AZEVEDO NETTO, 1992).

A tecnologia apropriada (TA)

[...] é aquela que permite atender às comunidades com serviços de saneamento em condições sanitárias seguras e eficientes, que seja aceita pelas comunidades e que contemple aspectos construtivos, operacionais e de custos compatíveis com as características socioeconômicas, ambientais e culturais das respectivas comunidades (ENNES, 1989, p. 14).

Pode-se observar que as TA exigem para sua adoção a necessidade de abordagens mais amplas, de forma a alcançar uma compreensão maior das interfaces técnicas, políticas, institucionais, econômicas e sociais presentes. Por isso, faz-se necessário a constituição de equipes multidisciplinares para sua implementação. Acredita-se, no entanto, que seja mais que isso: as TA exigem uma compreensão inter, trans e multidisciplinar.

Para uma tecnologia ser considerada apropriada alguns critérios devem ser atendidos, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Critérios de tecnologias apropriadas

| Critérios | Conceitos |
|-------------------------------|--|
| Integração com o ecossistema | Dever exercer o menor impacto ambiental e favorecer a integração com o ecossistema. |
| Autonomia local | A tecnologia utiliza matérias primas e energias locais, favorecendo a autonomia local das regiões e dos países. |
| Baixo custo | Necessita de pouco capital. |
| Absorvedora de mão de obra | Dever se utilizar dos recursos mais abundantes e no caso dos países desenvolvidos, um dos recursos mais abundante é a mão-de-obra. |
| Capacitação acessível | Não requer níveis muito específicos de especialização da mão-de-obra. |
| Menos burocracia | A tecnologia é de domínio público não havendo preocupações com pagamento de patentes ou <i>royalties</i> . |
| Adaptabilidade e simplicidade | Dever ser de fácil entendimento e absorção, sendo assimilada culturalmente com rapidez. |

Fonte: VIEZZER; OVALES, 1994.

Segundo Alva (1984) “a definição de tecnologias apropriadas tem sentido prático só enquanto relacionada a um conjunto de circunstâncias específicas de tempo, lugar e culturas”, sendo que tais circunstâncias são essencialmente locais. Uma tecnologia, neste contexto, pode ser ideal para uma sociedade, mas imprópria para outra. Contudo, observa-se uma adaptação ou variação de uma mesma tecnologia de uma cultura para outra. Muitas vezes uma tecnologia é a solução para uma realidade, mas a falta de critérios técnicos compromete o resultado final esperado.

A tecnologia apropriada nasce, desenvolve-se e se reproduz numa sociedade caso o ambiente favoreça. Assim, a escolha de uma tecnologia não depende exclusivamente dos técnicos, mas sim é produto de processos sociais que supõem a intervenção de um grande número de agentes. Os diferentes grupos socioculturais terão tecnologias apropriadas somente se existir uma vontade política neste sentido (ALVA, 1984).

Assim, na atualidade, a seleção de uma tecnologia envolve uma série de decisões que estão para além da questão tecnológica em seu sentido restrito. A complexidade da realidade contemporânea exige um profissional com perfil capaz de atuar a partir de uma abordagem interdisciplinar, pois, cada vez mais, a análise da realidade e a identificação de alternativas tecnológicas exigem um olhar que contemple diversas dimensões: social, cultural, institucional, política, ambiental, etc.

No campo da tecnologia, os novos paradigmas envolvem a adoção de tecnologias apropriadas à realidade local, como nos anos 80, e, ainda, indutoras de novos comportamentos, mais sustentáveis, em face dos padrões atuais de consumo de água e geração de resíduos líquidos e sólidos; ou seja, tecnologias que busquem privilegiar o uso eficiente, o reuso e manejo das águas e a não geração, minimização, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, com a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos, incluindo os biossólidos gerados no tratamento da água e dos esgotos. Com essa abordagem, certamente, será necessário imprimir modificações profundas em termos de concepção de projeto.

A Lei nº 11.445/2007, em seu art. 2º, estabelece **a necessidade da adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais**, bem como, **a utilização de tecnologias apropriadas**, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas (BRASIL, 2007). Assim, na atualidade, a adoção de novos paradigmas tecnológicos torna-se uma necessidade.

Com os avanços da degradação ambiental e a constatação da escassez das riquezas naturais, principalmente de água segura, novas concepções passam a ser incorporadas, como por exemplo, a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem dos resíduos líquidos e sólidos, além do tratamento e o disposição final adequada do que não se conseguiu reintegrar no ambiente. Preocupações com os impactos ambientais das tecnologias implantadas, com a eficiência energética dos projetos, com a capacidade institucional dos gestores em implantar, operar e manter os sistemas projetados, dentre outros, passam a compor o elenco de variáveis para a adoção de tecnologias apropriadas às realidades locais. Por outro lado, o processo de democratização e a

ampliação da participação cidadã têm impulsionado a participação social na seleção das tecnologias, pois será a população quem fará uso das mesmas. Nessa perspectiva, a adoção de tecnologias apropriadas assume papel estratégico para a garantia da efetividade, eficiência e a eficácia das ações implementadas.

No entanto, o maior desafio nesse campo envolve a resistência de alguns setores da sociedade, incluindo o setor produtivo, da comunidade técnica e dos gestores em realizar alterações nos padrões tecnológicos vigentes. A atuação tradicional têm tido um caráter conservador e apoiado em projetos que se distanciam das realidades locais. Algumas características da atuação atual podem ser relacionadas:

- Abordagem tecnicista. Acredita-se na supremacia da tecnologia e não se compreende seus limites e as externalidades geradas, tendo-se como exemplo extremo o aquecimento global e a perpetuação das desigualdades e injustiças sociais.

- Dissociação entre técnica e política. Não se compreende que a técnica não é neutra, que as tecnologias têm forte relação com interesses econômicos e políticos, tendo-se como exemplo: o uso do automóvel, o uso de CFC, a serra elétrica na Amazônia, o uso do amianto no Brasil, o uso de sistemas de saneamento centralizados com forte consumo de materiais e energia.

- Resistência ao diálogo entre a teoria e a prática. Há um entorpecimento pela prática, não havendo uma reflexão sobre a prática, sobre a eficácia, efetividade e eficiência das ações. Existe uma resistência em enxergar os problemas.

- Atuação reducionista. Não se busca compreender a realidade na sua complexidade, como, por exemplo, a favela, a aldeia indígena, etc. Atua-se com a mesma matriz tecnológica em realidades distintas.

- Consideração do saber técnico como superior. Há uma arrogância na prática da engenharia. Existe um pensamento de que a técnica é o único e legítimo espaço de saber, principalmente, quando se adentra nas periferias das cidades, nos assentamentos rurais, nas comunidades quilombolas, nas comunidades extrativistas, nas aldeias indígenas, etc. A obra da favela, a dinâmica social dos excluídos, se desconhece. Na aldeia indígena, se desconhece a lógica da relação dos índios com o espaço e com a água, por exemplo.

- Desconsideração das técnicas locais adaptativas utilizadas há décadas (como no Semi-Árido), baseada na cultura, e se impõe uma nova técnica, a “nossa técnica”, que muitas vezes não é apropriada pela população.

- Incapacidade de dialogar. Não se promove o diálogo do saber técnico como o do saber popular. Não se compreende que a solução de engenharia passa pelo reconhecimento das realidades, que só podem ser descritas por quem as vivencia. Não se busca compreender o modo de vida para projetar. No caso do saneamento básico essa abordagem é grave, pois essa ação envolve mudanças de práticas e a incorporação de novas práticas (usar o vaso sanitário, lavar as mãos, colocar o lixo na porta no horário da coleta, segregar o lixo, manter os ramais de esgotos sanitários).

- Crença na supremacia da técnica da engenharia em relação à técnica da participação social. Essa última é vista como acessória, que vem a reboque. Não se tem tempo para a participação. A obra física tem supremacia em relação à obra social de fazer saneamento básico.

- Supremacia de projetos com concepções convencionais. Imprime-se uma ditadura tecnológica, o pensamento único: fazer rede coletora de esgotamento sanitário, fazer aterro sanitário, etc.

- Foco na viabilidade econômica, visão incompatível com a área de saneamento básico. Não são considerados nos projetos as variáveis social, cultural, política, institucional, ambiental, etc.

Em última instância, abdica-se de fazer engenharia, ou seja, de estudar alternativas tecnológicas, fazendo estudos de viabilidade social, cultural, ambiental, política, legal, institucional, financeira, etc., para selecionar a solução mais eficiente, eficaz e efetiva capaz de promover justiça social e ambiental.

Práticas encontradas que necessitam ser modificadas e tendências no saneamento básico¹

A prática no abastecimento de água segue a lógica de fornecer água tratada, usá-la e descartá-la como esgoto (99,9% de água e 0,1% sólidos), com padrões de consumo elevados (*per capita* de projeto; descarga de vaso sanitário de 5 a 20 litros; máquina de lavar; tempo excessivo de uso do chuveiro) e utilizando a água de forma perdulária.

¹ A partir de Moraes (2013)

Os sistemas convencionais de abastecimento de água, em geral, apresentam alto consumo de energia e elevadas perdas físicas de água. O padrão de qualidade da água é único para todos os usos. Os mananciais utilizados são superficiais e subterrâneos e a água meteórica, ou seja, a água de chuva, principalmente nas cidades é tratada como esgoto pluvial e as águas utilizadas são descartadas.

Porém, as tendências de mudanças indicam para: a minimização dos padrões de consumo de água; a revisão da lógica de veiculação hídrica para o descarte da matéria sólida; a medição de consumo de água individualizada; o uso de água de chuva como manancial (nas áreas rurais e urbanas); o reuso-ciclo fechado de matéria e energia; e diversas medidas relacionadas à conservação da água.

No que diz respeito a essas medidas, pode-se citar: a adoção de programa de controle de perdas e de energia que deve envolver a ampliação da macromedição e micromedição; o controle de vazamentos e de pressões na rede de distribuição de água, aferição e/ou substituição de hidrômetros, setorização, monitorização, dentre outros; a revisão da estrutura tarifária visando garantir o consumo adequado para a saúde e desestimular altos consumos e desperdícios; o estímulo ao uso de aparelhos e peças hidrossanitárias de baixo consumo, o que envolve o desenvolvimento de tecnologias que venham baratear tais equipamentos e a implementação de normas técnicas e de programas de educação sanitária e ambiental; o estímulo às práticas de conservação em domicílios, com o conserto de vazamentos, desestímulo ao desperdício, uso de vaso sanitário de descarga reduzida, dentre outros; a adoção da medição individualizada em prédios e apartamentos, com a definição de exigências legais e normas técnicas; a adoção de práticas de reuso de água; a promoção de programas de educação sanitária e ambiental para uma nova cultura de manejo da água, envolvendo o ensino formal, a população em geral e aquela que é beneficiada por projetos de saneamento básico; a disseminação da prática de captação de água de chuva para usos menos nobres, inclusive em áreas urbanas e em espaços públicos e privados (estacionamentos, casas, condomínios, apartamentos), com definição de exigências legais e normas técnicas.

Em relação ao esgotamento sanitário a prática tem sido a utilização de sistemas coletivos e o descrédito das soluções individuais e a seco; o uso de sistemas centralizados de alto consumo de energia em detrimento dos descentralizados; o descarte de águas e nutrientes (N, P, K), gerando desperdício e poluição.

As tendências de mudanças indicam para o manejo dos excretas humanos (urina e fezes), que tem propriedades muito diferentes, são produzidos em quantidades variáveis e requerem cuidados e processamento específicos. Estudos indicam que um ser humano adulto produz por dia mais de 1 litro de urina e pouco menos de 200g de fezes - incluindo a sua umidade -, variando com fatores tais como o tipo de dieta, idade, atividade, localização e condições de saúde (DEL PORTO; STEINFELD, 1999).

O chamado ecosaneamento ao prever a separação da urina, pode contribuir para reduzir a poluição e melhorar o gerenciamento das águas, dos solos e dos nutrientes. São tecnologias operadas no nível da família ou da comunidade, mais viáveis financeira e ecologicamente que as tecnologias convencionais. Têm como princípios básicos: a conservação da água; a proteção do ambiente da contaminação dos excretas; o reconhecimento de que a urina e as fezes são recursos que, geridos de forma adequada, podem contribuir para a produção de alimentos/segurança alimentar e para o desenvolvimento (ESREY; ANDERSSON, 2001).

São exemplos dessas tecnologias: o vaso sanitário separador de urina; as soluções *on site*; o reuso de nutrientes da urina e das fezes; a separação das correntes líquidas em edificações e seu encaminhamento para o devido tratamento e reuso; a utilização de filtros à base de pedras, areia e plantas aquáticas, utilização de sistemas condominiais de coleta de esgotos descentralizados, ligados a estações de tratamento dotadas de reatores anaeróbios de fluxo ascendente, *wetlands* (leitos filtrantes, áreas úmidas ou banhados) e lagoas de estabilização aeróbias ou anaeróbias.

No que tange às águas pluviais urbanas, também tratadas como “esgotos pluviais”, a abordagem tradicional, representada no País pela busca do sistema hidráulicamente mais eficiente, resulta na concepção de que “sanear é drenar o ambiente”. As águas urbanas são consideradas indesejáveis em função do seu alto grau de degradação e, assim, os corpos d’água são levados a receber obras de retificação, canalização e, até mesmo, de recobrimento, como vem acontecendo equivocadamente em muitas cidades brasileiras.

A drenagem de águas pluviais tem sido entendida como o ato de criar estruturas de drenagem (micro e macro) para conduzir a água para pontos o mais distante possível, sendo os sistemas de drenagem associados a obras de canalização e, mais recentemente, combinados com estruturas de armazenamento para amortecimento de vazões (SOUZA; MORAES; BORJA, 2012).

A situação é ainda mais agravada, uma vez que os municípios apresentam capacidade institucional limitada para enfrentar problemas tão complexos e interdisciplinares, pois, em geral, a disponibilidade de pessoal técnico capacitado é inversamente proporcional às atribuições da instituição responsável pela drenagem (PÔMPEO, 2000).

No entanto, as tendências de mudanças indicam que o sistema de drenagem de águas pluviais deve ser visto como um dos componentes do espaço urbano, uma vez que é impossível dissociá-lo da infraestrutura das cidades. Esse sistema compõe a paisagem urbana, promovendo sua valorização (quando bem integrada ao urbanismo) ou sua degradação (quando também está degradado).

Nesse sentido, seu conceito deve ser ampliado, não sendo representado, apenas, pelos elementos de infraestrutura. Em uma abordagem que privilegia a sustentabilidade, o conceito de drenagem urbana pode ser entendido como:

conjunto de medidas que têm como finalidade a minimização dos riscos aos quais a sociedade está sujeita e a diminuição dos prejuízos causados pelas inundações, possibilitando o desenvolvimento urbano da forma mais harmônica possível, articulado com as outras atividades urbanas (POMPEO, 2000, p.17).

Essa nova visão de que os problemas estão relacionados entre si, com destaque para a degradação do ambiente, e de que as políticas públicas também deveriam estar integradas e, de certa forma, é encontrada na Lei nº 11.445/2010, a Lei Nacional de Saneamento Básico, uma vez que a **drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas** são considerados como componentes do saneamento básico, assim definidos:

o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e destinação final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (BRASIL, 2007, p. 3).

O termo “manejo” aparece pela primeira vez associado à drenagem, quebrando o paradigma de que “drenar é necessário”. Assim, busca-se visualizar os processos naturais, em particular o ciclo hidrológico e os impactos que a cidade causou sobre eles (SOUZA; MORAES; BORJA, 2012).

Além disso, a gestão deve ser baseada em uma combinação de medidas estruturais (obras) e estruturantes (capacitação de pessoas, fiscalização para o cumprimento da legislação urbano-ambiental, dentre outras), que permita à população minimizar as suas perdas e manter uma convivência harmônica com os corpos d’água, incluindo, além das medidas de engenharia, as de cunho social, econômico, legal e gerencial.

Em relação aos sistemas de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, cabe aqui uma discussão que antecede a abordagem em si da prática atual e das tendências de mudanças: torna-se necessário realizar uma abordagem sucinta acerca do sistema capitalista de produção.

Tem sido constatado que esse sistema considera a natureza como um subsistema, destinando ao mercado a solução para os problemas sociais, e que tem crescido pela reprodução e ampliação do capital, baseada no processo de produção e consumo de forma permanente e ilimitada, aumentando a geração e a diversificação de resíduos sólidos, não faltando evidências que indicam ser esse modelo indesejável ao contexto socioambiental da Terra.

Assim, em relação aos resíduos sólidos, têm sido notados, na prática atual, desde as décadas de 1930 e 1940, mas intensificado nas últimas décadas, um fenômeno industrial e mercadológico conhecido como “descartalização” e uma estratégia que visa a garantir um consumo permanente por meio da insatisfação do consumidor, de forma que os produtos que satisfazem as necessidades daqueles que os compram parem de

funcionar ou tornem-se obsoletos em um curto espaço de tempo, tendo que ser obrigatoriamente substituídos por outros mais modernos.

Essa insatisfação, que resulta em maior consumo e descarte de produtos/materiais, gerando maior quantidade e diversidade de resíduos sólidos, é produzida por meio da chamada obsolescência. São três as modalidades sob as quais a obsolescência se apresenta: a planejada ou programada; a perceptiva ou percebida; a funcional ou técnica.

Segundo a estratégia de obsolescência planejada ou programada a indústria passa propositalmente a desenvolver, fabricar e distribuir um produto para consumo de forma que sua vida útil seja curta, forçando o consumidor a comprar a nova versão do produto já disponibilizada no mercado.

A estratégia de obsolescência perceptiva ou percebida induz o consumidor a efetuar a substituição de um produto/mercadoria, como celulares, microcomputadores, televisores, carros, peças do vestuário, por exemplo, mesmo que ainda esteja em perfeitas condições de uso, apenas para adquirir a nova versão lançada no mercado, com aparência inovadora e mais atraente, ou aquilo que está na moda.

Por outro lado, a estratégia de obsolescência funcional ou técnica se dá quando: um produto perde a sua utilidade devido a outro mais funcional ter sido desenvolvido para substituí-lo; torna-se mais dispendioso consertar o produto em uso do que adquirir um novo; não faz mais sentido para a indústria continuar a fabricação de um produto devido à evolução funcional dos novos produtos.

As tendências de mudanças, submetidas a um sistema capitalista, indicam para: o consumo sustentável, a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Torna-se também importante considerar nas cidades as inter-relações entre as diferentes medidas de saneamento básico, pois o abastecimento de água é realizado a partir de mananciais que podem ter sua qualidade alterada pelo lançamento de esgotos e/ou de resíduos sólidos, a solução da drenagem urbana depende da existência de rede coletora de esgotos sanitários, a limpeza das ruas e logradouros públicos, a coleta, o transporte e a disposição dos resíduos sólidos interferem na quantidade e na qualidade da água pluvial, o que mostra a importância da integralidade das medidas e da intrasetorialidade.

Assim, torna-se necessário criar condições para a formação e capacitação de pessoas, a partir de novos paradigmas tecnológicos e também de gestão pública, com vistas a tornar a ação pública mais efetiva e articulada com os pressupostos do nosso tempo.

Na atualidade, formar e capacitar pessoas e profissionais no campo do saneamento básico envolve uma série de conteúdos que estão para além da questão tecnológica em seu sentido restrito. A complexidade da realidade contemporânea exige um número maior de pessoas que a compreendam e de profissionais no campo do saneamento básico com perfil capaz de atuar a partir de uma abordagem interdisciplinar, uma vez que cada vez mais a análise da realidade e a identificação de alternativas tecnológicas exigem um olhar que contemple as dimensões sociais, culturais, política, ambiental, institucional, dentre outras.

CONCLUSÕES

O trabalho mostra a necessidade de empreender uma revisão do fazer Engenharia Sanitária e Ambiental no Brasil, pautada em novos paradigmas. Os novos paradigmas envolvem a adoção de tecnologias apropriadas à realidade local, como nos anos 80, e, ainda, indutoras de inclusão social e novos comportamentos em face dos padrões atuais de consumo de água e de geração de resíduos líquidos e sólidos. A tendência também é adotar tecnologias que busquem privilegiar a prevenção e o controle da geração de resíduos, a minimização, o reuso e a reciclagem das águas e dos resíduos sólidos. O ecosaneamento, o *ecodesign*, a Análise do Ciclo de Vida (ACV), os ensinamentos da permacultura devem passar a ser incorporados nos projetos. Por outro lado, o paradigma tecnológico deverá ser capaz de promover o diálogo de saberes, a equidade e a justiça social e ambiental. Essa abordagem implicará em modificações profundas na prática da Engenharia, tendo como o desafio maior o de enfrentar as nossas resistências às mudanças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVA, Eduardo Neira. Tecnologias apropriadas à produção de bens e serviços. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Brasília, v.5, n.1, p. 14-19, jan./fev. 1984.
2. AZEVEDO NETTO, José M. **Tecnologias inovadoras y de bajo costo utilizados em los sistemas de alcantarillado**. Washigton, D.C.: [s.n.], jul.1992. p. 41-51.
3. BORJA, Patrícia Campos. **Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana - Uma Contribuição Metodológica**. 1997. 283f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1997.
4. BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Brasília: D.O.U., de 08/01/2007.
5. CIÊNCIA HOJE. **Esquemas Mentais do Pensamento segundo Einstein**. Incompleta.
6. DEL PORTO, David; STEINFELD, Carol. **The Composting Toilet System Book**. Concord, Massachussets: Center for Ecological Pollution Prevention, 1999.
7. ENNES. Ysnard Machado. O saneamento no Brasil, repassado à luz da tecnologia apropriada. **Revista Mineira de Engenharia**, v.3, n. 6, p. 13-16, 1989.
8. ESREY, Steven A.; ANDERSSON, Ingvar. Saneamento ecológico: fechando o ciclo. **Revista de Agricultura Urbana**, n.3, p.1-7, mar. 2001. Disponível em: <http://www.agriculturaurbana.org.br/RAU/AU3/AU3saneamentoecologico.html>. Acesso em: 16 jan. 2013.
9. FOUCAULT, Michel. **As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas**. 6.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1992.
10. GONÇALVES, C. W. P. Elementos para uma crítica à visão gestorial do meio ambiente: notas de um debate. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 2., 1989, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: UFSC, 1989.
11. KLIGERMAN, Débora Cynamon. **Esgotamento Sanitário: de Alternativa Tecnológica a Tecnologias Apropriadas – Uma Análise Técnica, Econômica e Social**. 1995. 154f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.
12. MORAES, L.R.S. Propondo um saneamento orientado para a promoção da saúde e a sustentabilidade ambiental. In: **Saneamento como Promoção da Saúde**. FREITAS, C.M; SOUZA, C.M.N.; COSTA, A.M.; MORAES, L.R.S. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2013 (no prelo).
13. MOTTA, R.D. **Epistemologia de la Tecnonologia**: uma aproximacion a la definicion de tecnologia y a las nociones de tecnologias adecuadas y/o apropiadas. Buenos Aires: Universidade Del Salvador, 1996.
14. POMPÊO, César Augusto. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000.
15. SOUZA, Vladimir Caramori B.; MORAES, Luiz Roberto S.; BORJA, Patrícia C. Contribuição para a definição de déficit em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO DA ASSEMAE, XVI., 2012, Maringá. **Anais...** Brasília: ASSEMAE, 2012. pendrive.
16. VIEZZER, M., OVALLES, O. (org.). **Manual Latino-Americano de Educ-Ação Ambiental**. Editora Gaia, São Paulo, 1994.