



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

A TECNOLOGIA ADEQUADA: FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE

Juan José Mascaró (1); Nicole Pelisser (2); Marianna Vieira (3);

(1) Professor titular, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Passo Fundo, RS -
Brasil – e-mail: juan@upf.br

(2) Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Passo Fundo, RS - Brasil – e-
mail: nipelisser@yahoo.com.br

(3) Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Passo Fundo, RS - Brasil – e-
mail: marii_a_vieira@hotmail.com

RESUMO

O trabalho, de cunho teórico - prático, apresenta alguns critérios de projeto e soluções de uso da tecnologia adequada na infraestrutura urbana. A partir da experiência acumulada estuda-se uma estratégia na que exista a possibilidade de mediar mais uma instância de integração entre ambas as categorias tecnológicas. Exemplifica soluções de uso da tecnologia adequada, como é o caso do calçamento progressivo para uma área com recursos limitados ou de uma solução adequada para a rede de drenagem urbana (também por ser progressiva e integradora de diferentes níveis tecnológicos). Propõe a integração entre a tecnologia apropriada e a avançada, para criar uma estratégia complexa de pluralismo tecnológico que, junto com a diversificação das fontes energéticas, represente condição fundamental para reduzir a rigidez e a vulnerabilidade do sistema técnico contemporâneo. No material que se apresenta, o conceito de projeto urbano sustentável permite identificar alternativas para adaptar os processos de transformação construtiva e desenvolvimento urbano aos novos imperativos da sustentabilidade.

Palavras chaves: Tecnologia apropriada; Sustentabilidade urbana; Projeto urbano.

1. INTRODUÇÃO

Os bairros periféricos, assim como as zonas *rururbanas* e rurais, geralmente necessitam de serviços urbanos e das infraestruturas. Seu projeto e construção usando critérios e técnicas convencionais encarecem a execução, inviabilizando-a na maioria das vezes.

Entretanto, as infraestruturas são os principais domínios de intervenção do poder público no que diz respeito à urbanização. No Terceiro Mundo, a maior parte dos países não tem capacidade econômica para fornecer condições satisfatórias para o *habitat*, deixando a cargo da população sua construção, o que se traduz na ausência dos serviços. O custo das redes de infraestrutura urbana construídas com padrões e técnicas convencionais é alto, de modo que não é possível programar todas elas para uma grande parcela da população brasileira. O custo global do conjunto de infraestrutura por família é da ordem de US\$ 4.500 (MASCARÓ, 1989).

Na sua primeira formulação o conceito de tecnologia apropriada coincide com o de tecnologia alternativa, no momento que se critica a tecnologia existente e se propõe um novo modelo atento ao uso da energia renovável e ao processo produtivo compatível com o ciclo biológico. Apoiando a participação ativa dos usuários no processo de transformação, privilegiou a tecnologia pobre e de mão-de-obra não especializada. Uma tecnologia branda em contraposição a de duro impacto. Estendendo conceitualmente o espaço da intervenção à questão da energia renovável, da reciclagem e da auto-suficiência para a proposta do modelo menos invasor na produção e organização do território. A tecnologia alternativa abriu a reflexão sobre o conceito de reversibilidade contraposta à irreversibilidade dos modelos de desenvolvimento pesados.

No final da década de 1960 já tinha ficado claro que operar uma tecnologia apropriada significava introduzir certo grau de complexidade e não banalizar o aparato tecnológico. A pesquisa sobre a tecnologia intermediária e alternativa na edificação levou ao interesse pelas técnicas de reciclagem dos materiais e procedimentos tradicionais; em muitos casos a redescoberta da modalidade construtiva alternativa não significou a reformulação das técnicas antigas, perdendo a oportunidade de despertar o interesse por qualificar de maneira inovadora a contribuição tecnológica a disciplina arquitetônica. Se de fato parece claro que numa sociedade industrializada não tem sentido se referir ao apropriado porque está ligada a um conceito de tecnologia elementar, de segunda classe, inevitavelmente modesta e de baixo custo, não verdade é o contrário, ela está conjugada com um alto conteúdo de informação e de pesquisa, identificando-a com uma tecnologia avançada.

Alguns autores descrevem a tecnologia apropriada como enquadrada na característica de alta intensidade de trabalho, redução do consumo de recursos (energéticos e materiais), privilegiando aqueles renováveis, redução do custo global com a mesma qualidade, descentralizando a capacidade de integração da nova tecnologia com a mais tradicional, participação dos diversos usuários nas várias fases do processo produtivo (CANAVESIO, CERAGIOLI, 1978; GIROMELLA, 1983). Outros propõem atenção na idéia de apropriada implícita na congruência da tecnologia com tudo a realidade contextual na qual se insere (GANGEMI, 1985). Não existe tecnologia boa ou má e sim mais idônea num dado ambiente e um dado momento porque melhor corresponde à exigência de cuidar dos recursos disponíveis (LA CRETA, 1985). O uso da bibliografia clássica sobre o tema responde à situação de os conceitos teóricos estão somente; nela se apresentam da forma original e não apenas citada. Os trabalhos que estão sendo realizados atualmente pelo Intermediate Technology Development Group (2009) ou pelo Centre for Alternative Technology (2009), por exemplo, desenvolvem principalmente propostas de uso da tecnologia adequada e alternativa a partir dos princípios esboçados na década de 1960. HAZERLTINE (2001) é um dos autores que atualizaram o tema, mas também a partir dos conceitos clássicos. No Brasil os trabalhos mais atuais sobre a tecnologia adequada são de cunho histórico, como é o caso de Brandão, (2006).

A proposta é a integração entre a tecnologia apropriada e a avançada, para adotar uma estratégia complexa de pluralismo tecnológico que, juntamente com a diversificação das fontes energéticas, represente uma condição fundamental para reduzir a rigidez e a vulnerabilidade do sistema técnico contemporâneo. Se o velho modo de produzir e consumir não mudou, as pesquisas sobre a tecnologia apropriada ensinaram alguns caminhos, mas não houve uma produção significativa; é evidente seu forte signo ideológico, embora com escassa competitividade e condição fatível. É que ser quer mudar

no caso da infraestrutura urbana.

A participação dos usuários é especialmente importante nesses casos, tanto por razões culturais (para aproveitar seus aspectos positivos) como de capacitação da população em relação à tecnologia adequada. Outro aspecto importante é a execução progressiva das redes, sempre que possível, acompanhando as disponibilidades econômicas e a evolução das necessidades do habitat.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

A pesquisa está sendo realizada na cidade de Passo Fundo, RS, em bairros periféricos escolhidos após observação de características formais de interesse, assim como de presença das redes de infraestrutura urbana, da tecnologia usada na sua execução, do seu estado de conservação e as possibilidades de ampliação, quando necessária.

2.2 Métodos e técnicas utilizados

A pesquisa é descritiva e diagnóstica, de caráter exploratório e qualitativo. Os métodos utilizados na pesquisa são:

- Revisão bibliográfica: especialmente dedicada à tecnologia adequada, às modernas técnicas de desenho e execução da infraestrutura urbana e sua possível integração na busca por soluções sustentáveis.
- Observação e registro do entorno construído escolhido para sua análise, levando em consideração a infraestrutura urbana existente, assim como seu estado de conservação e possibilidades de ampliação ou melhora, segundo o caso.
- Aplicação de questionários para verificar o grau de satisfação dos usuários.

2.3 Levantamento de campo

A partir da definição do objeto de estudo e do levantamento de arquivo, foi iniciado o trabalho de campo, no qual já foram realizadas visitas técnicas para preenchimento das fichas de avaliação e para se fazer o registro fotográfico de cada local escolhido.

Através do levantamento de arquivo, será observada a compatibilidade dos projetos existentes, atualizando-se os arquivos.

As fichas de observação tratam de um levantamento físico dos dados relativos à infraestrutura existente (rede de água, viária e verde). Está sendo realizada a avaliação individual de cada rede, analisando-se dados técnicos (materiais, método construtivo, etc.) e os aspectos qualitativos (dados referentes ao estado de conservação) e as possibilidades de sua extensão.

No trabalho de campo, também é realizado o levantamento funcional, no qual através de questionários, pode-se analisar o nível de satisfação dos usuários das redes existentes.

2.3.1 Aspecto físico

O aspecto físico das redes de infraestrutura será estudado de maneira individual, respeitando as características de cada rede, e atualizando-se os mapas existentes, quando necessário. Serão analisados na rede viária: tipo de pavimentação da via para veículos, tipo de calçamento da via de pedestres, bocas de lobo da rede de drenagem pluvial, larguras e estado de conservação das ruas e calçadas, a rede verde implantada, tipo e aparência da vegetação.

2.3.2 Aspecto funcional

O aspecto funcional das redes de infraestrutura urbana será estudado através do nível de satisfação dos usuários, aplicando-se questionários. A construção do questionário a ser aplicado foi orientada pelas variáveis a serem investigadas, como uma avaliação da qualidade das redes de infraestrutura urbana existentes.

3. PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A análise dos dados até agora obtidos está sendo realizada a partir do registro das redes existentes e das análises físicas e funcionais nos locais de estudo escolhidos. A primeira parte da elaboração de critérios de projeto e uso de técnicas alternativas para, por exemplo, a execução de ruas em bairros periféricos, assim como de habitação de interesse social, é apresentada a seguir.

4. CRITÉRIOS DE PROJETO COM TECNOLOGIA ADEQUADA

A presença maciça de veículos automotores em geral faz com que hoje seja difícil conceber um sistema viário sem se pensar no transporte, particularmente nos automóveis. Existe uma forte correlação entre a renda *per capita* e a taxa de “motorização”, ou seja, quanto maior for a renda, maior será o número de veículos, e vice-versa.

Mas a situação ambiental urbana e econômica da maior parte da população impõe o uso racional dos poucos percursos disponíveis. Se o projeto e a execução das ruas não forem adequados às verdadeiras necessidades de seus usuários, estarão sendo desperdiçados recursos escassos e se oferecerá um produto do qual a população não precisa. Esse é o caso da construção de ruas cuja largura, perfil, declive e resistência correspondem a uma situação de trânsito intenso quando sua localização é em um bairro da periferia urbana.

É necessário ressaltar que a pavimentação e a drenagem das águas pluviais significam entre 55% e 60% do custo total das redes (água, esgoto, gás, eletricidade, iluminação, pavimentação e drenagem). Portanto, é fundamental para a economia de custos de infraestrutura projetar o espaço de forma a minimizar a área a ser pavimentada, a fim de que, em grande parte desse espaço, o pavimento possa ser projetado para um trânsito leve, como, por exemplo, nas vias locais sem saída. Ao se projetar um caminho ou uma rua, deve-se ter presente as funções que desempenha: permitir o trânsito de veículos e de pessoas e o escoamento das águas da chuva, como mostra a figura 1. Esses aspectos são sempre importantes, particularmente quando se trata de sistemas viários de baixo custo.

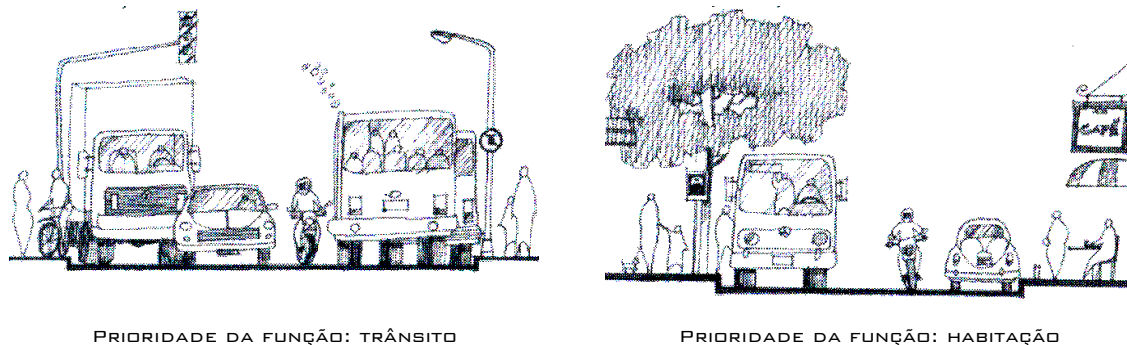


Figura 1 - Desenho de vias para atender a função prioritária

Fonte: MASCARÓ, 2002 p.20

É importante deixar claro que a largura da rua não deve ser minimizada; pelo contrário, ela deve ser dimensionada em relação às funções alternativas que as comunidades de diferentes níveis de renda podem lhe dar. Não se deve confundir o custo da pavimentação com a minimização indevida da largura da rua, pois não necessariamente toda a rua, em toda a sua largura, deve ser pavimentada. Podem-se criar áreas com melhoramentos de baixo custo para recreação, arborização, estacionamento, constituindo espaços públicos de usos múltiplos. Esse sobredimensionamento da largura da rua está longe de representar um custo adicional e permite não só uma vida melhor, mas também a obtenção de economias adicionais, pois deverão ser colocadas outras redes de infraestrutura fora das áreas pavimentadas, facilitando sua implantação e barateando sua manutenção. Muitas vezes, a melhor opção não é a mais cara, e esse é um bom exemplo disso.

4.1 Infraestrutura progressiva

A tecnologia tradicional da engenharia, e não os processos ecológicos é o que hoje determina o desenvolvimento, a forma e o manejo da infraestrutura urbana, sendo necessário reexaminar o marco convencional de projeto. A economia de meios pode ser chamada de “princípio de esforço mínimo”, que supõe partir da ideia de que com um mínimo de energia é possível obter um máximo de benefícios ambientais, econômicos e sociais, a um custo menor do que usando as tecnologias e os critérios tradicionais.

A infraestrutura deveria ser a primeira parte da obra a ser construída, de forma progressiva, antes das quatro paredes e do teto. O processo se inicia com a análise do sítio. Todo sítio tem, na sua topografia, uma de suas características principais. Também cada sítio possui seu ecossistema natural, que, em maior ou menor grau, é alterado quando sobre ele se faz uma área habitacional. A declividade deveria ser um dado de projeto (6% nas avenidas principais, 12% nas ruas secundárias e até 16% em áreas residenciais), mas nem nos loteamentos formais essa orientação é respeitada.

Um ensaio de modelo de desenho urbano imaginado para áreas em desnível prevê, por exemplo, uma circulação direta para pedestres por meio de escadarias e patamares e uma circulação para viaturas pesadas com ruas de no máximo 12% de inclinação (figura 2).

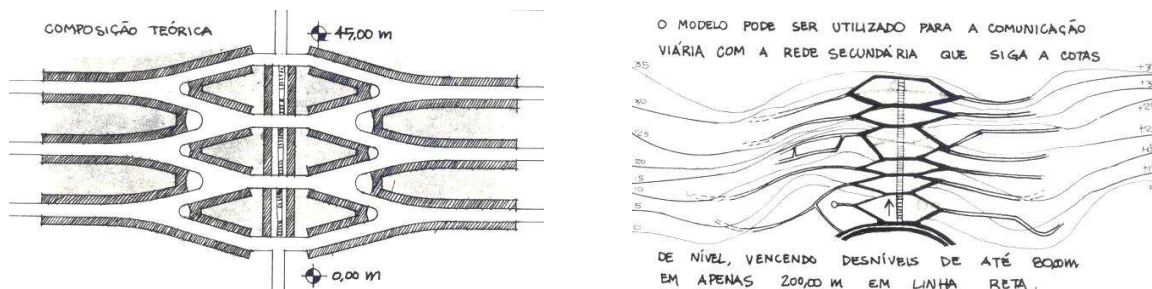


Figura 2 - Proposta de implantação de ruas em terreno em declive

Fonte: MASCARÓ, 2002, p. 33.

Já em relação às áreas públicas, o calçamento da rua pode ser feito por etapas, na medida da disponibilidade de recursos, oferecendo alternativas de uso para os vizinhos durante o período de transição (figura 3).

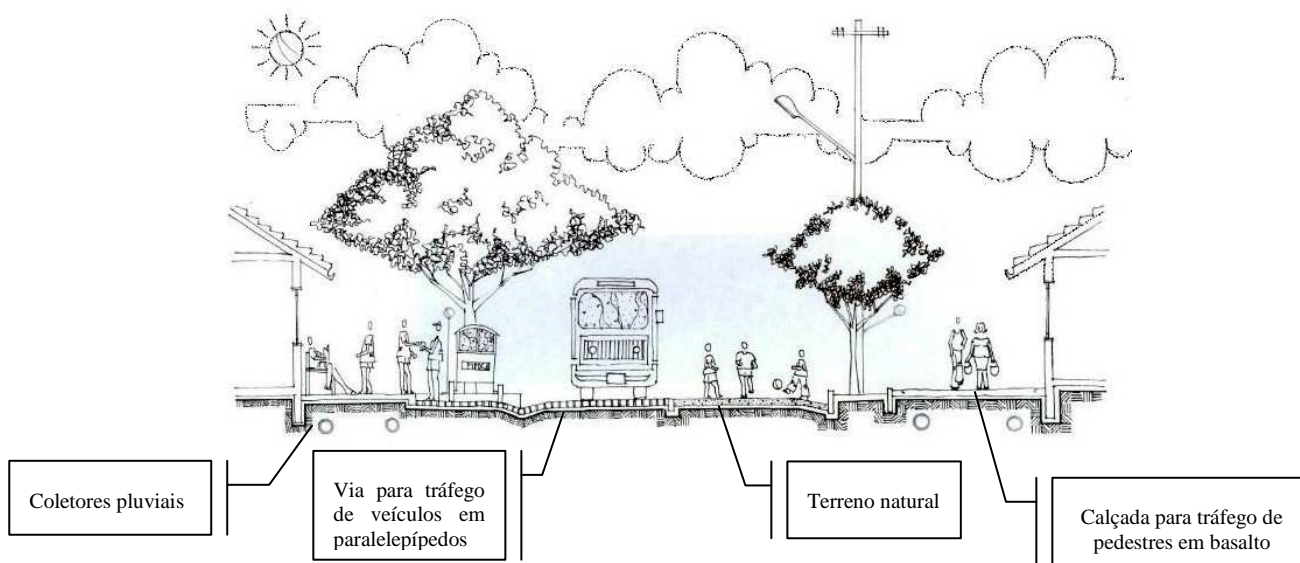


Figura 1 - Calçamento progressivo de uma rua

Fonte: MASCARÓ et al, 1991, p. 13

Mas esse calçamento inicial deveria atender aos requisitos da tecnologia formal vigente para sua execução, de forma a oferecer a possibilidade de servir de base para as futuras etapas de implantação da rua e de suas redes complementares, as quais também podem ser executadas de forma alternativa inicial (figura 4).

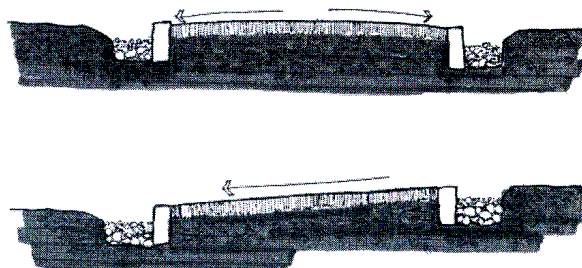


Figura 4 - Declividade transversal em vias para pedestres. O limite mínimo de declividade é para acabamentos lisos e o máximo para rugosos

Fonte: MASCARÓ, 2002, p.36

4.2 Superfícies de drenagem

Uma análise do sítio deverá informar os padrões da drenagem natural. Sua organização em relação a esses padrões não deveria alterá-los, e sim aproveitar as condições locais, reforçando os atributos positivos de cada aspecto natural. A própria utilização dos caminhos de drenagem existentes minimiza os custos e a necessidade de construir a clássica rede dessa infraestrutura, com seus trabalhos dispendiosos de instalação das correspondentes tubulações. A alteração dos caminhos de drenagem existentes pode, inclusive, aumentar a manutenção das propriedades adjacentes. Soluções para essas situações costumam ser caras e inúteis. A eliminação do excesso de água depois da chuva é possível através de um sistema fechado, não muito desejável. Os efeitos cumulativos dessas soluções foram a causa maior de enxurradas e inundações, diminuindo o fornecimento de água ao terreno e exigindo grandes trabalhos de engenharia para prevenir o perigo de enchentes.

A água que chega ao sítio deverá ser absorvida ou retirada nele depois da urbanização, de maneira que a água que deixa o terreno não seja significativamente diferente da que antes escoava nele. Outra solução simples e barata é curvar a superfície pavimentada e colocar nas laterais mais baixas a drenagem, ilustrada nas figuras 5, 6, 7 e 8, juntamente com outras soluções também econômicas.

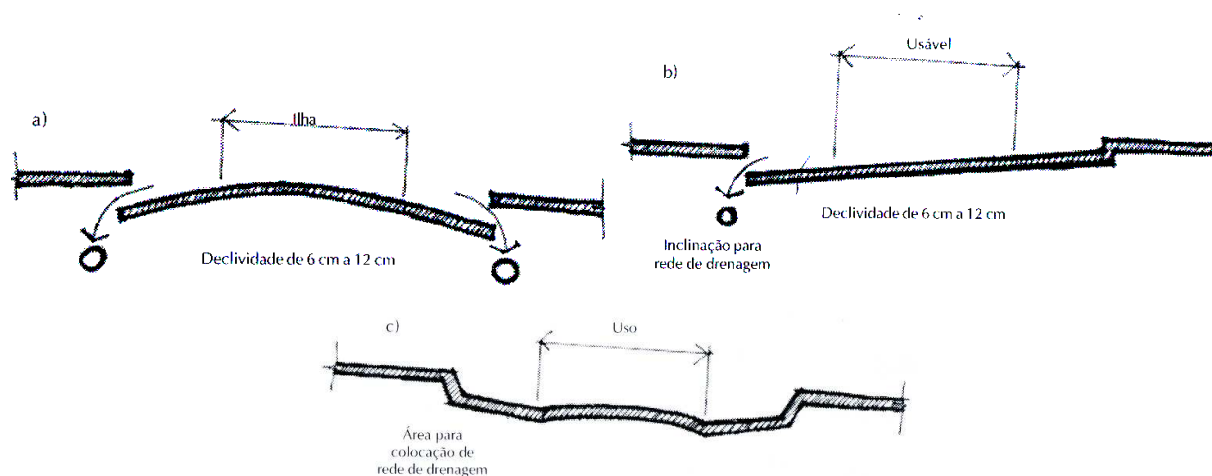


Figura 5 - Soluções alternativas de drenagem de superfícies impermeabilizadas

Fonte: MASCARÓ, 2002, p. 43



Figura 6 - Detalhe da solução alternativa para a rede de drenagem

Fonte: MASCARÓ, 2002, p.43

O critério mais importante é que o custo de instalação da rede de drenagem pode ser reduzido usando-se outros métodos alternativos de boa eficiência, os quais oferecem outros benefícios.

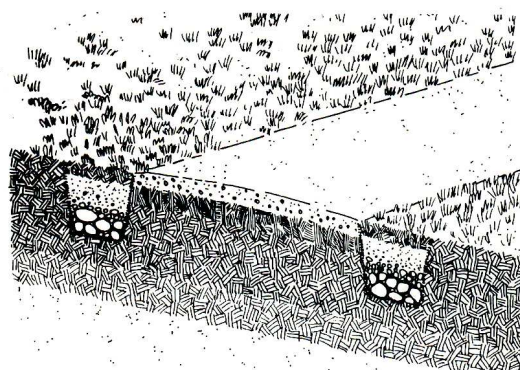


Figura 7 - Ruas com valas drenantes laterais de baixo custo

Fonte: MASCARÓ, 1991, p. 77

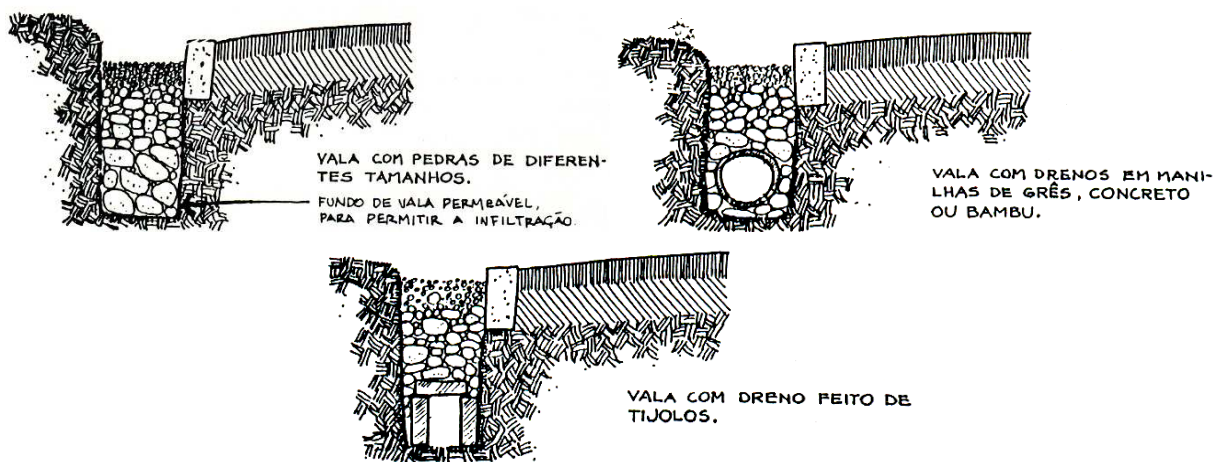


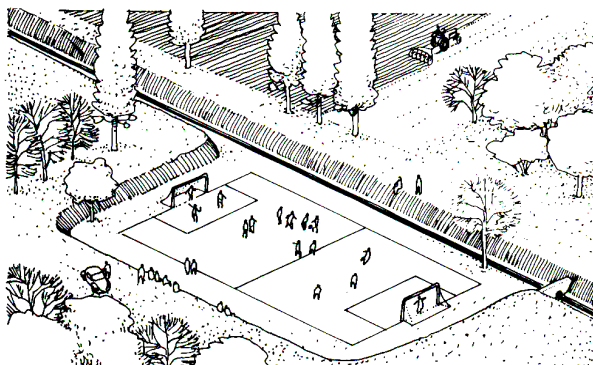
Figura 8 - Valas de infiltração usadas com tubulação precária de drenagem

Fonte: MASCARÓ, 1991, p. 77

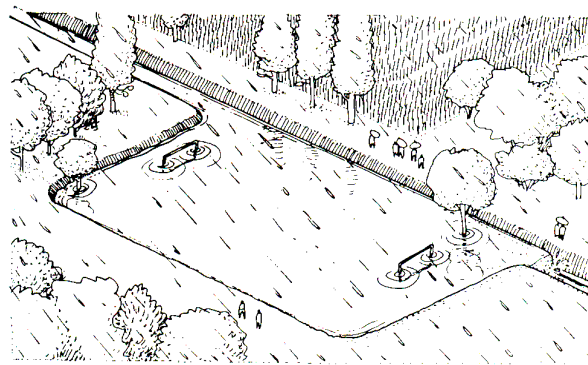
As bacias de estocagem são alargamentos dos canais ou tubulações de drenagem. A figura 9 ilustra esquemas possíveis de bacias de estocagem. Nas regiões de chuvas intensas, de curta duração e pouco frequentes, as bacias de estocagem permitem realizar economias importantes nos custos do sistema.

Para que não seja necessário dedicar uma área especial para essa finalidade (que, no caso, se converteria numa área poluída), é conveniente combinar essas bacias, as quais só ficarão inundadas, eventualmente, com áreas verdes que não poderão ser utilizadas nos períodos de chuva forte. Uma

vantagem adicional da inclusão dessas bacias nos sistemas de drenagem é sua contribuição para diminuir o perigo de alagamentos que os canais significam para a população.



EM TEMPO DE ESTIAGEM OU ESTAÇÃO SECA, AS BACIAS DE ESTOCAGEM PODEM SER UTILIZADAS COMO CAMPOS ESPORTIVOS, PARQUES OU ÁREAS DE LAZER, SERVINDO A COMUNIDADE LOCAL.



EM PERÍODOS DE MUITA CHUVA OU ESTAÇÃO CHUVOSA, AS BACIAS DE ESTOCAGEM IMPEDEM O TRANSBORDAMENTO DE CÓRREGOS E ARROIOS, IMPEDINDO A INUNDAÇÃO DE ÁREAS VIZINHAS. APÓS AS CHUVAS, ESSAS ÁREAS PODERÃO SER NOVAMENTE UTILIZADAS.

Figura 9 - Bacias de estocagem de águas pluviais

Fonte: MASCARÓ, 1991, p. 79

5. A PROPOSTA

As novas pesquisas sobre infraestrutura urbana oferecem a oportunidade de pensamento integrado das possíveis soluções. Com uma visão ampla, elas estudam a relação da infraestrutura com a sociedade, seu histórico, os acervos e os problemas. (HUDSON, R. W. *et al.*, 1997)

O inventário, que inclui dados históricos e ambientais, serve para a tomada de decisões e para o conhecimento dos processos e das técnicas anteriores usadas, do estado de conservação e da necessidade de substituição ou complementação das redes existentes. O estudo da magnitude da crise da infraestrutura (entendida como carências a serem resolvidas) é um aspecto fundamental nesse novo enfoque. O gerenciamento e a decisão sobre os sistemas de suporte incluem a análise e a modelagem das técnicas possíveis de serem usadas, objetivando-se a sustentabilidade do projeto a ser executado. A proposta de realização da análise do ciclo de vida do projeto e da construção oferece a oportunidade de incorporar as etapas nas quais a tecnologia adequada será usada, integrando a solução escolhida como um todo, e não apenas como uma situação transitória.

No nível geral, a solução está no uso consciente do ambiente, evitando-se o desperdício, particularmente da água, do solo e do ar, que são os mais contaminados pela utilização irracional dos recursos. Trabalhar dentro da lógica orientada para a obtenção dos máximos resultados com o investimento dos mínimos recursos e para a necessidade de resolver a demanda se traduz em ações de “acupuntura urbana”, através de programas de recuperação de setores ou espaços marginais degradados, usando-se tecnologia adequada. A consciência da *finitude* dos recursos e a necessidade de resolver as atuais carências sem comprometer a possibilidade de satisfazer as futuras solicitações requerem ações de olhar amplo no tempo, associadas à ideia de duração dos fenômenos históricos, convivendo, simultaneamente, com considerações sobre os de duração média e curta. É fundamental entender a interdisciplinaridade como um modo de trabalho, mas sem a perda da identidade de cada especialidade.

Hoje os problemas urbanos são outros, e os paradigmas também terão de mudar a partir de uma perspectiva de cidade sustentável, entendida como uma cidade com espaços livres, zonas verdes e equipamentos públicos adequados, onde também se faça uma correta gestão de energia, dos recursos naturais não renováveis e dos resíduos, controlando-se a contaminação ambiental e promovendo-se a reciclagem. Ou seja, deve-se ter em mente a ideia de sustentabilidade como um princípio contextualmente revitalizado, imaginando-se alternativas de produção, desenho e consumo mais sustentáveis do que as práticas habituais, concebendo-se a sustentabilidade como uma questão de medida antes do que como um paradigma.

Nossa contribuição é na área da tecnologia adequada, atualizando essa noção com base nas possibilidades que oferecem algumas novas tecnologias, cuja transferência deve ser realizada através da busca, da adaptação e do desenvolvimento de técnicas apropriadas.

6. REFERÊNCIAS

BRANDÃO, F. C. **Uma história brasileira das tecnologias apropriadas**. Coleção Ciência e Tecnologia. Brasília: Paralelo 15, 2006.

CANAVESIO, G.; CERAGIOLI, G. **Industrializzazione edilizia. Elementi per um glossário problemático**. Torino: Levrotto e Bella, 1978.

CENTRE FOR ALTERNATIVE TECHNOLOGY
Disponível em: www.cat.org.uk Acesso em: 21 agosto 2009.

GANGEMI, V. (Org). **Arquitettura e tecnologia appropriata**. Milão: F. Angeli, 1985.

GIROMELLA, B. **L'appropriato e il progressive**. Firenze: Alínea, 1983.

HUDSON, R. W. et al. **Infrastructure management**. New York: McGraw – Hill, 1997.

LA CRETA, R. **Industrializzazione edilizia e contesto territoriale**. In Calábria: CENTRO STAMPA DELLA FACOLTÀ DI ARCHITETTURE. Industrializzazione edilizia e tecnologia appropriate. Reggio Calábria, 1985.

HAZERLTINE, B. Appropriate Technology. In: DORF, R. (Org.) **Technology, humans and society: toward a sustainable world**. São Diego: Academic Press, 2001.

MASCARÓ, J L. Desenho urbano e custos de urbanização. 2da ed. Porto Alegre: D.C. Luzzatto, 1989.

MASCARÓ, J. J. **Habitação popular para o planalto do Rio Grande do Sul**. Infraestrutura alternativa. Passo Fundo: UPF FAPERGS, 2002.

MASCARÓ, J. L. **Infraestrutura habitacional alternativa**. Porto Alegre: Luzzatto, 1991.

INSTITUTE FOR SOCIAL ECONOMY
Disponível em: socek.ec acesso em: 25 nov 2009