



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ECOTÉCNICAS URBANAS E REGENERAÇÃO AMBIENTAL DAS CIDADES

Eduardo Araujo Silva (1); Ricardo Siloto da Silva (2)

- (1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos,
Brasil – e-mail: eduardo@teia.org.br
- (2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos,
Brasil – e-mail: rss@ufscar.br

RESUMO

A experiência urbana do século XIX proporcionou uma explosão de crescimento dos assentamentos humanos, impulsionada pela Revolução Industrial inglesa em meados do século XVIII e os consequentes processos de industrialização por ela desencadeados, de maneira diferente em cada país ou região do planeta. Sua repercussão dificultou o desenvolvimento de ambientes adequados ao grande número de novos habitantes e, ao passo em que as proporções entre as populações rurais e urbanas se invertiam, surgiam ambientes insuficientes, insalubres. Junto a este processo de precário diálogo com o ambiente natural estabeleceu-se uma complexa rede de impactos ambientais nas diversas fontes de recursos necessários para a edificação das cidades, desde a extração à emissão de seus dejetos finais, que ainda não foi superada. O presente trabalho procura analisar possíveis enfrentamentos desse cenário, encarando as necessidades tanto de se suprir as demandas por infraestrutura urbana quanto de se preservar o ambiente e os recursos naturais envolvidos. Para tanto, analisa a possibilidade do emprego de Ecotécnicas Urbanas nos diferentes subsistemas de infraestrutura que compõem o ambiente construído: o viário, o de drenagem pluvial, o de abastecimento de água, o de esgotamento sanitário, o energético e o de comunicações, buscando melhor conceituar novas posturas e ilustrar o conceito com experiências concretas de novas áreas do conhecimento. Devido à maior importância e urgência constatada nos últimos tempos, é dada maior ênfase ao subsistema de drenagem pluvial, por se entender que as consequências de sua insuficiência ou inadequação têm sido cada vez mais severas e geradoras de grandes prejuízos às populações afetadas. Assim, analisa-se mais profundamente algumas experiências oriundas da Bioengenharia de Solos (ou Engenharia Natural), mais relacionadas à estabilização do território a partir do emprego de materiais inertes e vivos, buscando disseminar intervenções mais equilibradas e novas maneiras de se habitar o planeta.

Palavras-chave: regeneração ambiental urbana; ecotécnicas; drenagem pluvial.

1 INTRODUÇÃO

Por vezes, a ocupação urbana se desenvolve tomando poucos cuidados para com os recursos hídricos, apresentando casos de degradação em parcelamentos de todas as classes sociais a partir de processos que têm em comum o descaso e a convivência, por décadas, tanto do poder público como da sociedade em geral. Processos de degradação que compactuam, dentre outras coisas, a utilização dos fundos de vale como corredores funcionais, recebendo diversos tipos de fluxos, emissões, concentrações etc.

Para se pensar – e propor – um espaço urbano ambientalmente mais equilibrado, faz-se necessária a troca e o processamento de informações provenientes de distintas formações, a fim de se alcançar respostas mais próximas das atuais demandas. Portanto, as soluções técnicas podem ser encaradas de forma a estabelecerem novas buscas e posturas frente às questões ambientais urbanas.

Este aprofundamento pode ser estendido, para além das questões técnicas envolvidas, a novos e mais abrangentes conceitos. Atualmente ganha muita força a busca pela Sustentabilidade das atividades produtivas, impulsionada por recentes alertas, publicações e debates lançados pela comunidade científica mundial acerca das influências das atividades humanas sobre o planeta, apontando principalmente para o consequente aquecimento do globo. Estes fatos vêm causando um impacto positivo sobre diversas – e diferentes – formas de agrupamento e organização humanas, envolvendo governo, sociedade, indústria, ciência etc. Entretanto o tema é debatido desde meados da década de 70 e, como atenta Acselrad (2001, p.28), ainda se encontra em definição:

O que prevalece, porém, são expressões interrogativas recorrentes, nas quais a sustentabilidade é vista como “um princípio em evolução”, “um conceito infinito”, “que poucos sabem o que é”, e “que requer muita pesquisa adicional”. Manifestações de um positivismo frustrado: o desenvolvimento sustentável seria um dado objetivo que, no entanto, não se conseguiu ainda apreender.

Mesmo se tratando de um conceito em formação, que talvez nunca chegue a uma definição única, oficial - justamente por tratar de diferentes realidades e as inter-relações entre si -, o que se observa em comum nos autores é a diversidade dos enfoques citados para sua melhor compreensão. Neste sentido, os conhecimentos multidisciplinares inerentes ao projeto urbano podem se unir cada vez mais em busca de viabilidades concretas para a regeneração de áreas urbanas degradadas, objetivando melhorias que compreendam tanto as necessidades de seus habitantes como as do território habitado.

2 OBJETIVO

Sob estes preceitos, este trabalho se propõe a analisar o emprego de Ecotécnicas nos diferentes sistemas de infraestrutura urbana, principalmente nos de Drenagem Pluvial, visando proporcionar ao ambiente construído um maior respeito e diálogo com as características e ciclos naturais do território.

3 METODOLOGIA

Num primeiro momento foi definido o conceito de Ecotécnica Urbana, procurando se apoiar em iniciativas que, ao longo dos tempos, puderam contribuir para a sua formação.

Em seguida foram elencados os diferentes sistemas de infraestrutura urbana, investigando-se possibilidades de emprego de Ecotécnicas principalmente nos sistemas de drenagem pluvial e fluvial urbanas, considerando-se que reside no manejo das águas a maior urgência de enfrentamento e superação de impactos.

Como estudos de caso foram escolhidos o córrego do Tijuco Preto, em São Carlos – SP, o arroio Guarda-mor e o Rio Soturno, estes em Faxinal do Soturno – RS, por se tratarem de iniciativas que

buscaram um maior diálogo com as características naturais do território sem deixar de considerar seus desempenhos infraestruturais.

4 ECOTÉCNICAS URBANAS

Dentre as crescentes experiências que vão ao encontro de uma nova urbanidade, que reconsidere seus impactos ambientais ao mesmo tempo em que proporcione eficácia, conforto e fruição aos seus habitantes, observa-se uma grande variedade de concepções, principalmente no que se refere ao emprego de materiais e tecnologias - novas a vernaculares -, como também quanto ao porte - de pequenas intervenções a novas cidades.

Este trabalho procura se apoiar em técnicas e tecnologias que se utilizam de materiais e procedimentos mais condizentes ao cenário apontado, aqui denominadas Ecotécnicas Urbanas. A palavra Ecotécnica é formada pelas raízes “eco” (do grego *oikos*), que significa casa, domicílio, habitat, meio ambiente; e “técnica”, que significa maneira, jeito ou habilidade especial de se executar ou fazer algo (Aurélio, 2004). A partir destas definições, e retratando-se ao significado do termo *eco* em sua trajetória e situações em que vem sendo utilizado, pode-se entender uma Ecotécnica como uma maneira de se intervir no espaço habitado de modo a lhe garantir características naturais, ou ainda de renaturalizá-lo.

Mais objetivamente, Silva e Magalhães (1993, p.37) as definem e apontam para uma crescente investigação sobre o tema:

As ecotécnicas se constituem no embasamento infra-estrutural da compatibilização da cidade ao ambiente, minimizando o impacto das intervenções necessárias. Muitas delas são conhecidas há milênios, muitas há por conhecer, desenvolver e aperfeiçoar.

Nesse mesmo sentido, encontra-se correspondência conceitual em outros termos pertinentes, como requalificação, recuperação, reabilitação, regeneração e restauro ambiental, frequentemente utilizados para se classificar formas de intervenção mais sustentáveis, em diferentes graus de profundidade. No Brasil, começam a ser pesquisadas e implementadas novas disciplinas, como a Bioengenharia de Solos (ou Engenharia Natural), conforme ilustra Sutuli (Figura 01):

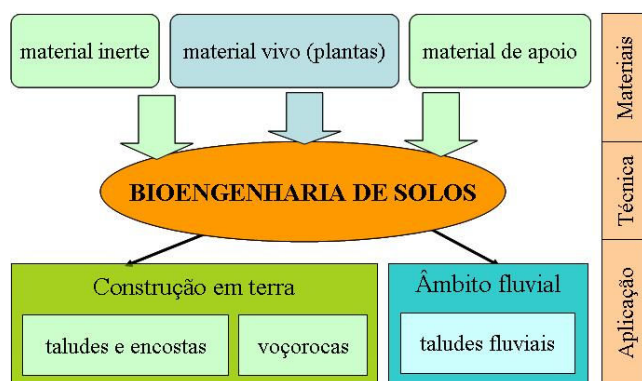


Figura 01: Bioengenharia de Solos: técnica, materiais e aplicação. Fonte: Sutuli, 2008.

Schiechtl & Stern (*apud* Durlo, M. A.; Sutuli, F. J., 2005, p.113), define a Bioengenharia de Solos como a que utiliza “técnicas em que plantas, ou partes destas, são usadas como material vivo de construção. Sozinhas, ou combinadas com materiais inertes, tais plantas devem proporcionar estabilidade às áreas em tratamento”. Portanto, os elementos vivos não são empregados apenas por funções estéticas e ecológicas, mas sim como estruturantes das intervenções.

Semelhantemente, a Associação Portuguesa de Engenharia Natural (APENA, 2007) define o “conjunto de técnicas e práticas que utilizam plantas vivas, preferencialmente autóctones, como elemento do processo construtivo, juntamente ou não com outros materiais (e.g., pedra, madeira, metal), no domínio da restauração ambiental”, como uma obra de Engenharia Natural. Trata-se de uma ciência que desenvolve o que antigos povos já praticavam empiricamente, a partir da observação da natureza e de suas capacidades e possibilidades construtivas.

O emprego de vegetação nas intervenções em encostas, margens, erosões, voçorocas etc possibilita, de certa forma, a imitação do processo natural de estruturação dos solos através das raízes e cobertura da superfície, que aumentam a absorção das águas e não permitem o carreamento de sedimentos. Sob esta ótica, também podem ser consideradas Ecotécnicas aquelas que, mesmo não utilizando-se de materiais vivos, apresentam capacidade de mimese dos processos naturais, como nos casos de pavimentação drenante, dissipação de energia hidráulica de origem pluvial e/ou fluvial, dispositivos de infiltração etc. Ou ainda as que se utilizam de materiais residuais das atividades humanas, evitando a produção de novos insumos, como as contenções de taludes com pneus usados, preenchimento de gabiões e estruturas drenantes com entulhos ou rejeitos de pedrarias etc. O aprofundamento de pesquisas nesta área pode alcançar níveis muito satisfatórios de qualidade ambiental urbana, associando o emprego de materiais renováveis e/ou reaproveitáveis a técnicas construtivas menos impactantes, como ressalta Acselrad (2001, p.39):

Para se reduzir o impacto entrópico das atividades urbanas, caberia assim adotar tecnologias poupadoras de espaço, matéria e energia e voltadas para a reciclagem de materiais.

O universo que envolve as Ecotécnicas é bastante amplo, diversificado, multidisciplinar. De maneira geral, o que se constata é que uma relação mais harmônica entre o homem e o meio pode ser alcançada através de uma maior observação e aplicação de mecanismos naturais aos processos construtivos. Em ecossistemas naturais, ocorre uma rica e interdependente relação entre os seres vivos (componentes bióticos) e o meio físico (abiótico), onde a troca e transferência de energia se dá de modo cíclico, com perdas reduzidas. Da forma como se vem estruturando a vida nas cidades, baseada em importações e exportações de produtos e subprodutos, como também em fluxos de pessoas entre cidades - países, continentes -, alcançou-se um elevado nível de desperdícios e de produção de resíduos, demandando cada vez mais um redirecionamento das atividades produtivas.

5 SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA URBANA

São diversos os sistemas de infraestrutura urbana que constroem e qualificam as cidades, viabilizando a ocupação humana e buscando proporcionar boas condições de habitabilidade, convívio, circulação, destinação de resíduos etc. Segundo Zmitrowicks e Neto (1997, p.02), Infraestrutura Urbana pode ser conceituada como um sistema técnico de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas, podendo estas funções serem vistas sob os aspectos social (moradia, trabalho, saúde, educação, lazer e segurança), econômico (produção e comercialização de bens e serviços) e institucional (atividades político-administrativas). Elencam os seguintes subsistemas: Viário; de Drenagem Pluvial; de Abastecimento de Água; de Esgotamento Sanitário; Energético; de Comunicações.

Todos eles merecem aprofundados estudos técnicos que se enquadrem no conceito aqui atribuído às Ecotécnicas, visando à redução de impactos ambientais, consumo de energia, desperdício material e, principalmente, ao aproveitamento de subprodutos gerados por seus processos. Mas, observando-se as possíveis interferências negativas que os processos de urbanização podem causar ao território onde se instalam, é na relação com os corpos hídricos onde se encontram os maiores impactos e consequências sofridas, dadas as proporções de seus transtornos. Dentre outros, Netto (2004) elenca a ocorrência de

alagamentos em bacias de pequeno porte - onde se concentra a área impermeabilizada -, o aumento do pico da chuva - e antecipação de sua ocorrência -, o aumento do volume do escoamento superficial, a diminuição da evaporação e da recarga subterrânea e o aumento da poluição de origem pluvial e da produção de sedimentos - todos 'sintomas' muito conhecidos em boa parte dos municípios brasileiros devido à falta de planejamento e instrumentos de controle do uso e ocupação do solo urbano.

No decorrer da história a consciência para com estes tipos de impactos foi sendo lapidada, na medida em que a persistência das consequências negativas foi impulsionando o homem a desenvolver técnicas e tecnologias que apontassem para a sua superação. Tucci (2008, p. 101) organiza as distintas fases deste desenvolvimento a partir da Pré-Higienista (até início do séc. XX), quando a ausência de redes de coleta e tratamento geravam muitas doenças, epidemias e inundações, passando pela fase Higienista (antes de 1970), com coleta dos esgotos mas ainda sem tratamento, poluindo os corpos d'água, passando ainda pela fase Corretiva (entre 1970 e 90), quando se iniciou o tratamento de esgoto e recuperação dos corpos d'água e chegando então à fase do Desenvolvimento Sustentável (a partir de 1990), com o tratamento e destinação, para além dos esgotos, das águas pluviais, alcançando-se maior conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida.

Idealmente pode-se observar esta evolução na linha do tempo em certas localidades, mas por outro lado, ainda encontramos situações alarmantes, principalmente oriundas de ocupações em áreas de risco, insalubres, APPs etc. A omissão, incapacidade ou dificuldade que o poder público enfrenta para desenvolver campanhas e programas de prevenção e procedimentos para situações de emergência têm tornado este cenário ainda mais complicado, por aumentar em muito as chances de ocorrerem vítimas fatais, surpreendidas por surtos de doenças ou cheias repentinas, estas decorrentes do pensamento de se acelerar e concentrar o escoamento das águas - subvertendo o princípio natural de amortecimento e infiltração de forma distribuída pelo território - e causando mais impactos a jusante, como erosões e assoreamentos.

Vale lembrar que o (re)desenho dos fundos de vale, apesar de se efetivar a partir de técnicas e medidas estruturais¹, pode caminhar no sentido da reaproximação cultural de seus habitantes e usuários aos corpos hídricos urbanos. Para tanto, faz-se necessário que o poder público estabeleça uma agenda de medidas não-estruturais² que aproximem os diversos atores sociais da formulação das propostas e projetos a serem implementados. A histórica situação degradada que estas regiões se encontram em grande parte dos municípios brasileiros gerou um rompimento na relação do homem com os fundos de vale, progressivamente transformados em corredores viários e sanitários, destituídos de suas funções naturais. Portanto, para que nos novos cenários se incluam pessoas, é preciso sensibilizá-las e informá-las nos diferentes momentos de discussão, planejamento e implementação das potenciais intervenções regeneradoras.

6 APLICAÇÕES DE ECOTÉCNICAS

A lógica natural do percurso realizado pela água precipitada, de montante a jusante, aponta para qual postura deve ser tomada na concepção dos Sistemas de Drenagem Urbana: procurar a melhor alternativa para a sua infiltração desde as cotas mais altas até as mais baixas, evitando a sua concentração nos fundos de vale. Teixeira (2005, p.108) define o Planejamento Hidrológicamente Sustentável como aquele que trata as várias intervenções no território de forma integrada, levando em consideração que contribuem para o sistema como um todo.

Para além da condução das águas pluviais, pode-se aliar três conceitos de manejo à microdrenagem: infiltração (percolação), retenção e detenção – podendo-se ainda ser explorada a reservação e o uso das águas pluviais. A finalidade destes dispositivos, definidos por Tucci (2004) como os que utilizam o

¹ Medidas de controle estruturais: obras que alteram o rio ou bacia, modificando o sistema natural. (Tucci, 2004, p. 28).

² Medidas de controle não-estruturais: medidas de convivência com o rio, como alertas de inundação, zoneamento das áreas de risco, educação ambiental etc. (Tucci, 2004, p. 28).

espaço disponível para transferir a água de espaços impermeáveis para permeáveis – e destes ao subsolo, em nível freático ou de aquífero –, é a de impedir ou retardar que as águas se concentrem a jusante, procurando resgatar o comportamento hídrico anterior à urbanização da (micro) bacia.

São partes constituintes da microdrenagem: as coberturas, calhas e condutos das edificações, as guias, sarjetas, bueiros e bocas-de-lobo, as galerias, os poços de visita e as estruturas de menor porte, geralmente em cotas superiores ao fundo de vale. Ainda, constituem a macrodrenagem: grandes canais, bacias de retenção, detenção, reservação, geralmente nas cotas mais baixas ou locais de maior concentração, devido à situação topográfica ou disponibilidade de área para implantação dos dispositivos. Portanto, dada a variada gama de componentes, torna-se possível o desenvolvimento de soluções pormenorizadas que, somadas, representem ganhos significativos ao sistema global, reduzindo consideravelmente as concentrações a jusante. Devem ser criteriosamente escolhidos a partir de cálculos e simulações confrontadas com a disponibilidade de área, recursos, tecnologia e materiais disponíveis, regime de manutenção requerido, dentre outros.

Alguns exemplos de dispositivos de Drenagem Urbana que trazem em si soluções pertinentes ao conceito de Ecotécnica são: coberturas verdes; pavimentos drenantes; sarjetas e bocas-de-lobo permeáveis; canaletas gramadas ou bacias de infiltração; valas, trincheiras e poços de infiltração; reservatórios de detenção; reservatórios de retenção; tratamento dos efluentes pluviais; e canalizações e estabilizações de solos, aqui exemplificados pelos seguintes casos em áreas de preservação permanente urbanas: Destamponamento e Canalização do córrego Tijuco Preto, São Carlos – SP e Estabilização de Taludes do arroio Guarda-mor e do Rio Soturno, ambos em Faxinal do Soturno – RS.

6.1 Destamponamento e Canalização do córrego Tijuco Preto, São Carlos – SP

A área de intervenção em questão foi objeto de um Projeto que envolveu a Secretaria de Obras, Transporte e Serviços Públicos da Prefeitura Municipal, professores, alunos e técnicos do Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas da Escola de Engenharia de São Carlos (Universidade de São Paulo), a ONG Teia – casa de criação e o escritório de engenharia Silva Leme, chamado “PróTijuco – Projeto de Recuperação Ambiental das Várzeas do Alto Tijuco Preto”. Esta foi a primeira experiência de emprego de uma Ecotécnica no destamponamento de um curso d'água na cidade de São Carlos, num trecho de 300 m próximo à nascente do córrego Tijuco Preto (Figura 02).



Figura 02: Imagem aérea do primeiro trecho a montante. Fonte: PróTijuco, 2003.

Devido à baixa contribuição pluvial deste trecho de montante e à baixa capacidade de suporte do solo, foi escolhida uma técnica de intervenção mais delicada, permeável, buscando devolver ao córrego sua comunicação com o subsolo. Foi executada então uma calha em toras de Eucalipto nas laterais e fundo de pedras tipo 'rachão', fixadas por tela metálica e toras transversais espaçadas 1,00 m entre si.

6.2 Estabilização de Talude no arroio Guarda-mor com parede-Krainer simples, Faxinal do Soturno – RS

As intervenções realizadas no município de Faxinal do Soturno – RS, foram desenvolvidas como parte do trabalho de mestrado de Sutili (2004) sob orientação de Durlo e cooperação de Altreiter (2002), Plunger (2002) e posteriormente sob cooperação de Florineth (2005). Trata-se das primeiras experiências de Bioengenharia de Solos no sul do Brasil, dando-se especial atenção à aplicação e desempenho de algumas espécies vegetais de ocorrência local.

A primeira intervenção ocorreu em fevereiro de 2002 no arroio Guarda-mor, num trecho de talude instável com 40 m de comprimento e 4 m de altura, sendo construída uma parede-Krainer³ simples (estrutura de madeira roliça) de 1,3 m de altura, uma esteira viva⁴ (trama vegetal) de 25 m e plantio de mudas e gramíneas na parte superior do talude (Figuras 10 e 11).



Figura 10: Margem erodida no arroio Guarda-mor (jan/2003). Fonte: Sutili, 2007.

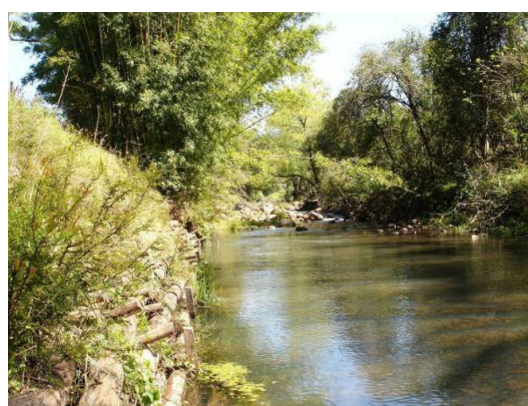


Figura 11: Aspecto dois anos e meio após a construção da parede-Krainer (ago/2005). Fonte: Sutili, 2007.

Apesar do caráter experimental, obteve-se grande sucesso na escolha da vegetação, tendo se comportado satisfatoriamente bem ao longo dos períodos de chuva dos anos seguintes. Foram utilizadas as seguintes espécies: *Calliandra brevipes*, *Phyllanthus sellowianus*, *Pouteria salicifolia*, *Salix humboldtiana*, *Salix x rubens*, *Sebastiania tweediei* e *Cynodon plectostachyus* (gramínea), devolvendo às margens deste trecho a estabilidade e conformação desejadas.

6.3 Estabilização de Talude no Rio Soturno com Parede-Krainer dupla, Faxinal do Soturno – RS

A segunda intervenção foi realizada em setembro de 2005 no Rio Soturno, outro corpo d'água do mesmo município, num trecho em que já havia sido construído um muro de contenção com pedras, sem sucesso perante a força das águas. Resultava que o barranco com 2 metros de altura comprometia o encaixe direito de uma barragem, com margem bastante erodida, o que foi parcialmente resolvido com o emprego da esteira viva (Figuras 12 e 13).

³ Do alemão: *Krainerwand* ou ainda *Uferkrainerwand*. Em português, também denominada parede vegetada de madeira. Em Portugal: Muro de suporte vivo de madeira tipo *cribwall*. O último termo vem do inglês, *vegetated log cribwall*. No italiano é *pallificata viva di sostegno*.

⁴ Em Portugal chama-se: sistema de revestimento com ramos vegetativos. Em idioma alemão: *Spreitlage*. No inglês: *living brush mattress*. Em italiano: *cobertura difusa com ramaglia viva*.



Figura 12: Margem erodida no rio Soturno (ago/2005). Fonte: Sutuli, 2007.



Figura 13: Colocação dos ramos para confecção da esteira viva (ago/2005). Fonte: Sutuli, 2007.

O projeto desenvolvido contou com a retirada de parte do muro de pedras e construção de parede-Krainer dupla, redesenhando a margem a fim de se compensar a área de erosão (Figura 14).

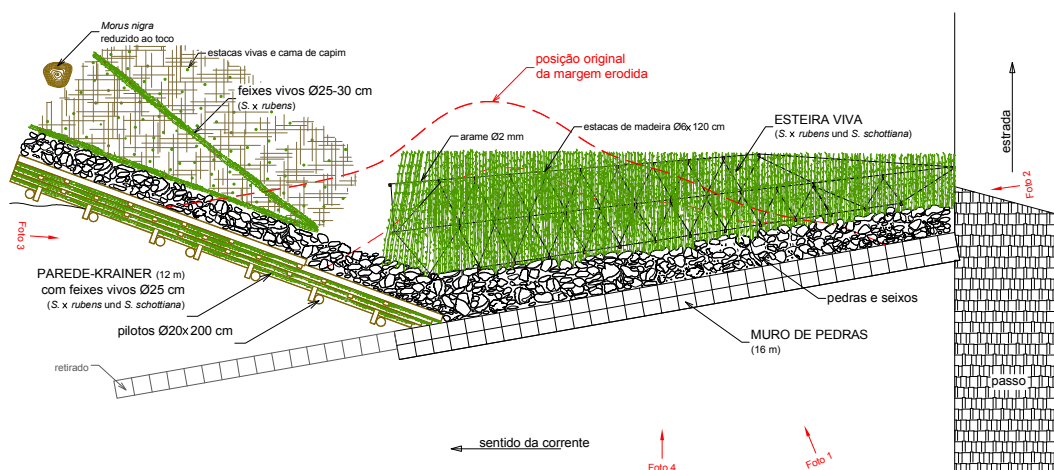


Figura 14: Vista superior da parede-Krainer dupla e esteira viva construídas no Rio Soturno (set/2005).
Fonte: Sutuli, 2007.

A parede-Krainer foi construída com toras de Eucalipto e seus interstícios preenchidos por ramos de *Salix x rubens*, *Sebastiania tweediei*, solo e seixos. Acima foram plantadas estacas vivas, capim e uma trama de sisal, criando uma espécie de biomanta estabilizadora do talude (Figuras 15 e 16).



Figura 15: Construção da parede-Krainer (set/2005). Fonte: Sutuli, 2007.



Figura 16: Aspecto 3 meses após a intervenção (dez/2005). Fonte: Sutuli, 2007.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos três casos analisados pôde-se observar a intenção de se realizar intervenções de baixo impacto, tanto no sentido dos materiais empregados quanto na quantidade de ferramentas, mão de obra e demais recursos necessários. Tratam-se de iniciativas que buscam reproduzir fluxos e dinâmicas naturais, como permeabilidade, rugosidade, ambiência, habitat etc mais próximos à situação anterior à desfiguração promovida pelas ações antrópicas nos leitos fluviais.

Portanto é possível se concluir que o estudo e emprego de Ecotécnicas mostra-se como um caminho bastante viável para a resolução de diversas questões ambientais e urbanas, uma vez que nos encontramos circundados de reflexos negativos de nossas ações construtivas e exploratórias, gerando efeitos negativos acumulativos e desinteressantes para o convívio humano.

É preciso se implementar processos que superem o caráter instalado e que tendam aos regimes mais fechados dos ecossistemas naturais. A construção do ambiente urbano pode ser revista sob este ponto de vista, abandonando gradualmente as práticas nocivas, ao passo em que novas bases vão sendo fortalecidas, interconectadas, otimizadas. Entendendo-se esta complexidade e, a partir de vontade (política) e motivação (social), é possível se alterar gradualmente toda a cadeia necessária para que o modo como o ambiente urbano vem sendo construído seja renovado, propiciando um maior interesse da sociedade pela construção e vivência do seu espaço comum, a cidade.

8 REFERÊNCIAS

ACSERALD, Henry. **Sentidos da Sustentabilidade Urbana**. in **A Duração das Cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. p. 27- 55.

APENA - Associação Portuguesa de Engenharia Natural. **O que é a Engenharia Natural**. 2007. Disponível em: <http://www.apena.pt/page.php?21>. Acesso em 01/11/2009.

DURLO, Miguel Antão; SUTILI, Fabrício Jaques. **Bioengenharia: Manejo Biotécnico de Cursos de Água**. Porto Alegre: EST Edições, 2005.

NETTO, Oscar de Moraes Cordeiro. **Técnicas de Minimização da Drenagem de Águas Pluviais**. Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia, UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, 2004. Disponível em: http://www.etg.ufmg.br/tim2/tim2-2009-1.htm#DOWNLOADS_DISPON%C3%8DVEIS. Acesso em: 21/02/2009.

SILVA, Ricardo Siloto; MAGALHÃES, Horus. **Ecotécnicas Urbanas**. In: Ciência & Ambiente. RS, Ano IV, nº.7, 1993.

SUTILI, Fabrício Jaques. **Bioengenharia de solos no âmbito fluvial do sul do Brasil: espécies aptas, suas propriedades vegetativo-mecânicas e emprego na prática**. 2007. 95 f. Tese de Doutorado (Instituto de Bioengenharia de Solos e Planejamento da Paisagem) - Universidade Rural de Viena, Viena, Áustria.

TEIXEIRA, Manuel Alexandre Nunes. **Reposição da Permeabilidade dos Solos - Desafios para o Urbanismo Futuro**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Regional e Urbano) Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, Faculdade de Engenharia e Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, Portugal, 2005.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Inundações Urbanas**. in I SIBRADEN - Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, UFSC. 27 a 30 de setembro de 2004. Florianópolis, SC. Disponível em: http://www.cfh.ufsc.br/~gedn/sibraden/SIBRADEN_ET3_TUCCI.pdf. Acesso em 15/01/2009.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Águas Urbanas**. in Estudos Avançados, São Paulo, vol.22, no.63, 2008, pp. 97-112. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 10/02/2009.

ZMITROWICZ, Witold; NETO, Generoso de Angelis. **Infra-Estrutura Urbana**. Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/17. São Paulo: EPUSP, 1997.