

Nota Técnica

Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para o Retroajuste Ambiental e a Ação Climática nas Cidades



Supported by:



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

MINISTÉRIO DAS
CIDADES



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para o Retroajuste Ambiental e a Ação Climática nas Cidades

FICHA TÉCNICA

Elaborado por

Kimaya Sustentabilidade e Planejamento EIRELI

(GIZ) GmbH

Projeto “Apoio à Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável no Brasil”, GIZ Brasil

Autores

Antônio Zayek
Bruna Arruda
Pedro Novaes

Coordenação

Ana Luísa Silva
Elize Hikut
Nathan Belcavello
Thomaz Ramalho

Para

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

Outubro/2022

Este documento constitui o Produto 4 do contrato de prestação de serviço de consultoria firmado pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH pela Kimaya Sustentabilidade e Planejamento EIRELI, que implementou a Fase 3 do projeto ANDUS - Apoio à Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável no Brasil – através da prestação de serviços de consultoria de assessoria técnica para a coordenação do processo de implementação, intercâmbio e disseminação de estratégias de desenvolvimento urbano sustentável do projeto ANDUS com municípios brasileiros.

Elaborado em conformidade com o estabelecido no Termo de Referência que norteou a referida contratação, este Produto 4 condensa as lições aprendidas durante esta Fase 3 do Projeto Andus e aponta caminhos para o uso das Soluções baseadas na Natureza (SbN) na gestão urbana.

Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelo(s) autor(es). No entanto, erros com relação ao conteúdo não podem ser evitados. Consequentemente, nem a GIZ ou o(s) autor(es) podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações neste estudo.

A duplicação ou reprodução de todo ou partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que a GIZ seja citada como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes deste estudo, é necessário o consentimento escrito da GIZ.

Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para o Retroajuste Ambiental e a Ação Climática nas Cidades

1. Apresentação	4
2. As Soluções Baseadas na Natureza e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	6
3. Soluções Baseadas na Natureza e Enchentes Urbanas	9
3.1 Soluções Tradicionais para as Enchentes X Soluções Baseadas na Natureza	11
3.2 Repensando a água no contexto urbano com as SbN	12
3.3 SbN e Enchentes Urbanas: aspectos técnicos, financeiros e institucionais	13
4. SbN e a Pulverização do Saneamento Ambiental	16
4.1 Soluções baseadas na Natureza X Soluções Tradicionais na coleta e tratamento de esgotos	17
4.2 SbN e Esgotos: aspectos técnicos, financeiros e institucionais	20
5. SbN, Resíduos Sólidos e Agricultura Urbana	22
5.1 SbN e Resíduos Sólidos: aspectos técnicos, financeiros e institucionais	24
6. Recomendações	26
7. Anexo - Catálogo de Soluções Baseadas na Natureza (SbN)	28

1. Apresentação

No âmbito do Projeto ANDUS, as Soluções baseadas na Natureza (SbN) foram trabalhadas com municípios representando os diversos biomas nacionais, sendo eles: Anápolis/GO, na primeira e segunda fases da componente municipal do projeto; Amajari/RR e Sobral/CE, na segunda e terceira fases, Fortaleza/CE e Naviraí/MS, na terceira fase, e Arapiraca/AL, São Nicolau/RS, Caruaru/PE e o Consórcio CIOESTE/SP, exclusivamente na segunda fase do projeto.

Na primeira fase do Projeto ANDUS, o foco recaiu especialmente na criação de uma estratégia municipal para um sistema de espaços verdes na cidade de Anápolis, bem como a qualificação desses espaços por meio de SbN com foco na drenagem urbana e no retroajuste ambiental da cidade, que foi consolidada localmente com o Programa ProÁgua.

Na segunda fase, as SbN foram abordadas no âmbito das soluções territoriais e do biodesign de infraestruturas verdes, incluindo os biomas Cerrado (Anápolis), Pampa (São Nicolau), Amazônia (Amajari), Caatinga (Sobral), Mata Atlântica (CIOESTE) e ainda na transição agreste dos biomas Mata Atlântica e Caatinga (Arapiraca e Caruaru).

Por fim, na terceira fase, focada na implementação de soluções, e contando com equipes locais que incluíam, para além do governo municipal, parceiros acadêmicos, do setor privado e supramunicipais ou estaduais, foram co-construídas uma solução de uma solução de tratamento de efluentes domésticos - bacia de evapotranspiração (Amajari, Naviraí e Sobral); duas soluções de drenagem - jardim de chuva (Amajari e Naviraí) e trincheira de infiltração (Amajari); e uma solução de resíduos sólidos com foco na produção de alimentos: uma composteira ecológica (Amajari).

A estratégia de inserção das Sbn na Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU) e nos Objetivos de Desenvolvimento Urbano Sustentável (ODUS) será abordada nesta nota técnica, portanto, em três frentes temáticas: (i) a mitigação de enchentes em áreas urbanas; (ii) a disseminação de soluções pulverizadas de tratamento de efluentes domésticos com especial foco em pequenos municípios e em áreas de fragilidade ambiental e irregularidade fundiária; e (iii) a promoção de uma gestão de resíduos sólidos mais sustentável com foco na agricultura urbana.

Essas três temáticas se conectam a uma visão de cidade e natureza integradas, com a convergência entre políticas urbanas e ambientais no município e a estruturação territorial de sistemas de espaços verdes e azuis. Elas convergem também com os **Objetivos de Desenvolvimento Urbano Sustentável (ODUS)**, definidos no âmbito da **Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU)**, especialmente os objetivos de número 4 (Cidade Protagonista da Ação Climática), 5 (Cidade e Natureza Integradas), 6 (Águas Urbanas para a Vida) e 7 (Prosperidade Econômica Inclusiva e Verde).

2. As Soluções Baseadas na Natureza e os Objetivos de Desenvolvimento Urbano Sustentável

As causas de todos os problemas ambientais urbanos, das enchentes à poluição e contaminação da água e do solo, passando pela poluição do ar e erosões, residem, de alguma forma, na alteração ou interrupção dos ciclos ecológicos

Segundo o documento preliminar de discussão, a PNDU deverá corresponder a uma visão estratégica sobre o território brasileiro, adotando uma abordagem multiescalar (ou multinível), interfederativa, intersetorial e interinstitucional, e uma perspectiva sistêmica, que incorporará temas transversais e a dimensão do desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Nos ecossistemas em seu estado original, os processos naturais gerenciam de forma equilibrada questões como aumento do fluxo de água, reposição da fertilidade do solo e decomposição de material orgânico, entre outras.

As intervenções humanas, com especial ênfase para a urbanização de extensas áreas, interferem e alteram radicalmente esses processos. As enchentes nas cidades estão ligadas a mudanças no ciclo da água consequência sobretudo da impermeabilização dos solos; a poluição hídrica está diretamente ligada a um aumento da concentração e despejo de matéria orgânica nos cursos d'água em volumes com os quais os ecossistemas não conseguem lidar; a erosão e a perda de solos ocorrem pela retirada da cobertura vegetal somada à concentração dos fluxos de água.

Pior ainda, a lógica que guia a maior parte das tentativas de solucionar esses problemas baseia-se, em ampla medida, no mesmo tipo

de visão e racionalidade que se encontra na raiz desses mesmos problemas, e tende a não os resolver, quando não contribui para agravá-los ou para gerar novas interferências negativas nos ciclos ecológicos.

Para superar esse círculo vicioso, surgiu o conceito de “retroajuste ambiental”. Retroajustar o ambiente urbano significa justamente restabelecer a integridade dos ciclos ecológicos, especialmente da água e do solo, removendo ou mitigando as interferências que deram origem aos problemas ambientais.

Nesse contexto, as Soluções baseadas na Natureza abrangem tecnologias que aprendem com e imitam os processos naturais. Por isso, ajudam a realizar esse retroajuste ambiental, cuja essência é exatamente a ideia de integração entre cidade e natureza prevista pelo **Objetivo de Desenvolvimento Urbano Sustentável 5**, que prevê “valorizar, proteger, restaurar e usar de forma sustentável as áreas naturais responsáveis pela biodiversidade e pelos serviços ecossistêmicos que atendem a população urbana”.

O design baseado na natureza propõe exatamente abandonarmos a lógica que colocou cidades e ecossistemas em rota de colisão e passarmos a tratá-los de forma integrada e convergente.

Para isso, como veremos mais adiante, uma das principais transformações necessárias reside justamente em ações transversais que permitam a integração entre ações urbanas e ambientais.

Ao mesmo tempo, por tomarem os ciclos ecológicos como ponto de partida, as SbN têm na água um de seus principais focos, conectando-se diretamente ao **ODUS 6 – Águas Urbanas para a Vida**, e oferecendo caminhos adequados para uma gestão sustentável dos recursos hídricos na cidade. Para isso, é preciso inverter a abordagem mais comum dos problemas baseada em grandes obras de drenagem e infraestrutura e passar a privilegiar soluções pulverizadas e integradas a um sistema de áreas verdes.

As SBN também abrem nossa perspectiva para pensar o **ODUS 7 – Prosperidade Econômica Inclusiva e Verde**. A compostagem dos resíduos orgânicos conecta a gestão de resíduos urbanos à produção de alimentos na cidade, transformando-se em instrumento de combate à insegurança alimentar, geração de emprego e renda e de aumento da biodiversidade urbana.

Por fim, toda a abordagem aqui exposta e as soluções apresentadas convergem em direção ao **ODUS 4 – Cidade Protagonista da Ação Climática**, contribuindo para controlar a expansão urbana, incentivando a diversidade de atividades do território, a eficiência energética, a redução de emissões de gases estufa e a captura de carbono, bem como a adaptação às mudanças climáticas.

3. Soluções Baseadas na Natureza e Enchentes Urbanas

As enchentes foram o desastre natural relacionado ao clima mais comum entre 1995 e 2015, representando 43% do total de desastres naturais e afetando 2,3 bilhões de pessoas no mundo¹.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 2008 e 2013, 40,9% dos municípios brasileiros, sofreram algum tipo de desastre natural². E, segundo a Agência Nacional de Águas, em 2017, aproximadamente 3 milhões de pessoas foram atingidas por alagamentos e inundações no Brasil³.

Nas últimas três décadas, a área urbanizada dobrou em nosso país. Mais de 80% da população brasileira vive hoje em cidades, o que implica em aproximadamente 54 mil quilômetros quadrados impermeabilizados por essa ocupação urbana.

De outro lado, a ocorrência de precipitações extremas tem aumentado e, segundo o Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), continuará crescendo em função das mudanças climáticas⁴.

O processo de urbanização altera de forma radical as condições de infiltração do solo, o que se associa à remoção da vegetação para alterar de maneira drástica o ciclo hidrológico e os serviços ecossistêmicos que antes funcionavam de forma equilibrada.

A água que se infiltrava no solo era devolvida em parte à atmosfera pela evapotranspiração das plantas ou acumulava-se na terra, incorporando-se a aquíferos locais ou percolando e alimentando aquíferos regionais. Apenas uma fração dela escorria superficialmente e era despejada diretamente nos rios e córregos.

Com a impermeabilização e a remoção da vegetação, essa lógica se altera drasticamente. Um volume muito maior de água passa a

1. Centre for the Research on the Epidemiology of Disasters & The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2015). *The Human Cost of Weather Related Disasters (1995-2015)*. GE (2013). *Perfil dos Municípios Brasileiros*.
2. BRASIL, MMA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2018). *Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil – Informe Anual*.
3. IPCC (2022). *Climate Change 2022, Mitigation of Climate Change*.

escorrer superficialmente, provocando erosão, ganhando volume, gerando enxurradas, alagamentos e tendo como destino direto as calhas da rede hidrográfica urbana, o que ainda gera erosão do solo e assoreamento dos rios ou erosão de seus leitos e retroalimenta o problema das enchentes.

A solução tradicional para o escoamento da água tem sido a construção de extensas e onerosas redes de drenagem urbana, que não têm resolvido o problema de forma satisfatória. Quando existem, elas são dimensionadas a partir das médias de precipitação local ou regional e, por isso, não comportam os extremos de precipitação cada vez mais comuns nas zonas urbanas, agravados pela mudança do clima, além de terem altos custos de manutenção.

Além disso, como também concentram o escoamento em determinados pontos e calhas da rede hidrográfica, as redes urbanas de drenagem tendem a se tornar causa de grandes inundações a jusante, o que apenas exporta ou desloca o problema.

Embora eventos hídricos como alagamentos (acumulação temporária), inundações (extravasamento dos leitos dos cursos d'água) e enxurradas (escoamento superficial de alta energia em terrenos de maior declividade) tenham características distintas, sua causa essencial é a mesma: a interrupção dos serviços prestados pelos ecossistemas, cujos processos, antes da intervenção humana, ofereciam mecanismos adequados e equilibrados para lidar com a circulação de água no sistema a partir das precipitações.

Os impactos das enchentes são bem conhecidos e envolvem problemas ambientais, socioeconômicos e também perdas humanas. O excesso de água, nessa dinâmica, desequilibra toda a malha urbana, afeta a mobilidade, potencializa doenças de veiculação hídrica, destrói habitações, contamina fontes de abastecimento das cidades e causa assoreamento de mananciais, num círculo vicioso que só se agrava.

Pior ainda, com os serviços ecossistêmicos interrompidos, a água que, na estação chuvosa, causa desastres e impacta a economia, é a mesma que, por não se acumular da forma devida, faltará na estação seca.

Um estudo da Fundação Oswaldo Cruz e da Universidade de Brasília mostrou que os desastres hidrológicos tendem a ser aqueles que têm maiores custos econômicos sobre os sistemas de saúde no Brasil⁵.

Fora daqui, apenas para citar exemplos, a grande enchente de 2012 em Pequim gerou custos estimados em 1,86 bilhão de dólares⁶, enquanto as chuvas de 2014 na região metropolitana de Detroit e no

-
5. FREITA, Carlos Machado de et al. (2020). Desastres Naturais e seus Custos sobre os Estabelecimento de Saúde no Brasil. In: Cadernos de Saúde Pública (36,7).
 6. RUBAO, Sun et al. (2016). Impacts of a flash flood on drinking water quality: case study of areas most affected by the 2012 Beijing flood. In: Helion (2,2).

sudeste do estado de Michigan, causaram danos da ordem de 1,8 bilhão de dólares⁷.

3.1. Soluções Tradicionais para as Enchentes X Soluções Baseadas na Natureza

As soluções tradicionais normalmente ventiladas para o problema das enchentes urbanas passam pelo zoneamento urbano, pela definição de áreas de risco, eventuais reassentamentos de populações e sobretudo, conforme citado, pela construção de infraestrutura cinza de drenagem e armazenamento e, ainda, pela intervenção nos leitos dos rios.

O problema, entretanto, é que essas alternativas, de um lado, não questionam a principal ideia subjacente ao problema, que é a de coletar quantidades gigantescas de água e despejá-las diretamente nos cursos d'água; de outro, não mudam o paradigma orientador, que desconsidera todo o ciclo da água e a maneira pela qual ele oferece seus serviços ecossistêmicos. Sobretudo, os caminhos tradicionais de abordagem do problema não consideram que tendem, eles mesmos, a agravar o problema e a gerar externalidades negativas que se manifestam em outros locais ou mais adiante no tempo.

As Soluções baseadas na Natureza, por sua vez, nada mais são que um tipo de design, uma forma de planejar e executar intervenções no meio, que considera a maneira pela qual a própria natureza se estrutura e organiza e que, por isso, potencializa os serviços ecossistêmicos, ao invés de interrompê-los ou debilitá-los.

As SbN são um tipo de macrointeligência que oferece uma nova maneira de compreender o todo para atuar pontualmente.

7. UNIVERSITY OF MARYLAND CENTER FOR DISASTER RESILIENCE & TEXAS A&M UNIVERSITY CENTER FOR TEXAS BEACHES AND SHORES (2018). *The Growing Threat of Urban Flooding: a National Challenge.*

3.2. Repensando a água no contexto urbano com as SbN

Há inúmeros exemplos do uso de soluções baseadas na natureza em cidades ajudando a mitigar o problema das enchentes urbanas. Os mais conhecidos envolvem a criação de áreas verdes que atuam como zonas de infiltração de água da chuva, a implantação de jardins de chuva, que são pontos para essa infiltração em locais de precipitação e/ou escoamento concentrado, e bacias de infiltração – áreas de relevo rebaixado para acúmulo proposital e percolação em condições favorecidas.

O fundamental, entretanto, é compreender que essa macrointeligência precisa espelhar os ecossistemas em sua integridade. Não existe, portanto, Solução baseada na Natureza para enchentes que considere apenas a diminuição da impermeabilização do solo. É preciso que nos aproximemos ao máximo da recomposição da dinâmica original, que também envolve cobertura vegetal e, mais que isso, biodiversidade.

Toda a diversidade vegetal, com seus diferentes substratos, tem papel fundamental no ciclo da água. Ela não apenas protege o solo e incentiva a infiltração, como é essencial para a própria dinâmica de manutenção do solo e perpetuação de um círculo virtuoso que envolve água, solo e vegetação. Mesmo um solo não impermeabilizado, mas exposto pela ausência de cobertura vegetal, tende a se impermeabilizar, seja pelo acúmulo de detritos, seja pela lixiviação de sua camada superficial.

Nossas cidades, especialmente frente às mudanças climáticas, precisarão repensar seu funcionamento e a maneira como se inserem no ciclo da água. Será necessário, nesse sentido, um planejamento de longo prazo ancorado em um novo paradigma para que essas áreas urbanas se remoldem e adaptem para potencializar os serviços ecossistêmicos.

Essa mudança de paradigma envolve mudanças em três aspectos complementares fundamentais para que possamos falar em sustentabilidade a longo prazo: o técnico, o financeiro e o institucional.

O componente técnico diz respeito ao conhecimento e às habilidades que precisam ser desenvolvidos e incorporados sobretudo à gestão pública para que ela possa pensar em termos de retroajuste ambiental e de SbN.

O componente institucional engloba o quadro jurídico-legal e o próprio desenho das instituições da gestão pública para que se tenha um contexto favorável às Soluções baseadas na Natureza.

Por fim, o componente financeiro trata dos processos e mecanismos para garantir que haja recursos para o financiamento do retroajuste ambiental e das SbN.

3.3. SbN e Enchentes Urbanas: aspectos técnicos, financeiros e institucionais

Para a incorporação dessa macrointeligência que são as SbNs às políticas e à gestão urbana será necessário, portanto, primeiro, um esforço de geração e disseminação de conhecimento.

De um lado, gestores públicos precisam se qualificar para um pensamento de tipo mais amplo e integrador que possibilite descompartimentar o planejamento e a gestão urbana e que ofereça o instrumental necessário para pensar um design urbano baseado na natureza.

Evidentemente, esses processos de planejamento e a efetiva ação sobre a cidade acontecem numa moldura legal e institucional que não favorece esse olhar mais amplo e essa integração. Ainda assim, a própria mudança desse arcabouço legal e institucional só será possível se as equipes gestoras estiverem capacitadas e houver vontade política para as transformações.

Será preciso também que os processos de planejamento urbano, incluindo planos diretores, planos de infraestrutura, planos de mobilidade, planos de saneamento, planos de drenagem urbana, macrozoneamentos e mapas de risco, comecem a incorporar essa macrointeligência.

Isso envolve um esforço transversal e multidisciplinar de integração, mas também ajustes, em alguns casos radicais, na forma de pensar e planejar as cidades. Será necessário, quase sempre, dar mais

que um passo atrás para deixar de considerar certas demandas ou dinâmicas como imutáveis ou naturais, encarando-as como elementos da vida urbana e da lógica das cidades que podem e devem também ser questionados.

Um exemplo evidente se dá no campo da mobilidade, onde depois de ocuparem as calhas dos rios com vias marginais, de forma a facilitar o fluxo do trânsito, hoje, muitas cidades consideram sua desativação e remoção, por concluírem que os impactos negativos e custos já superam seus benefícios, colaborando muito pouco para solucionar o problema da mobilidade.

Outro exemplo reside na ideia de que as cidades estejam fadadas a um crescimento *ad infinitum*. É evidente que os serviços ecossistêmicos não têm como suportar um adensamento ou expansão contínuos. Há claros limites naturais e capacidades de carga. Toda cidade precisará, portanto, definir limites para seu crescimento e expansão e buscar mecanismos para implementá-los. Outras ainda precisarão pensar em redução de sua área, construindo igualmente estratégias, como a densificação e o uso misto, e ferramentas para viabilizar isso.

Tudo isso depende de conhecimento técnico, tanto no sentido de dados e informações sobre a cidade e seus ecossistemas, como sobretudo de métodos de planejamento.

De outro lado, a implementação de um planejamento e design urbanos baseados na natureza esbarra em todo tipo de obstáculos jurídicos e institucionais. Afinal, nossas instituições e as leis que regem e pautam a gestão urbana foram todas concebidas em um outro paradigma: cartesiano, fragmentador, setorizador e compartimentador.

A própria organização das instituições da gestão municipal em pasta temáticas, com raros mecanismos de integração e transversalidade, dificulta, quando não impede totalmente, a adoção de soluções em outra lógica.

As leis também criam desafios para pensarmos de maneira diferente. Afinal, como falar em estimular a infiltração local de água se a própria legislação entende como drenagem a ação de coletar a água e direcioná-la para a rede hidrográfica de superfície? Como pensar as áreas verdes como parte da solução do problema, se sua implementação cabe a uma secretaria de meio ambiente, enquanto o plano de drenagem é implementado sob a alçada de uma secretaria de obras? Nesse sentido, de que adiantam as áreas verdes, se elas não incorporam o design das SbN e são desenhadas, muitas vezes, apenas sob uma ótica de área de lazer? Como resolver o problema das enxurradas

e deslizamentos em favelas, se parte das suas causas está ligada à ausência de coleta e destinação de resíduos sólidos, estendendo-se para além do problema hidrogeológico? Como resolver a questão da impermeabilização sem repensar toda a mobilidade urbana baseada no transporte individual que, por sua vez, está relacionada à própria lógica de ocupação que distancia locais de residência e trabalho?

Por fim, essa necessária transição de paradigmas e a adoção em larga escala das SbN na gestão urbana e como caminho para redução dos impactos das enchentes não acontecerá sem que se canalizem recursos, seja a partir de fundos públicos ou de estímulos ao mercado para financiar essas soluções.

É preciso, nesse sentido, onerar tecnologias e ações que contribuem para a interrupção dos serviços ecossistêmicos e desonerar, na outra ponta, aquelas que os potencializam.

4. SBN e a Pulverização das Soluções de Tratamento de Efluentes Domésticos

Segundo dados do Instituto Trata Brasil⁸, apenas 55% da população brasileira tem hoje acesso a redes de esgoto, o que significa que quase 100 milhões de brasileiros não são atendidos por essas redes de coleta.

Daquilo que é coletado, apenas 50,8% são tratados, sendo que somente 18 municípios, entre as 100 maiores cidades do país, tratam mais de 80% dos esgotos. No ano de 2020, o percentual de esgoto não tratado representou 5,3 milhões de piscinas olímpicas de poluentes despejados diretamente na natureza.

Esses dados gerais, além de tudo, camuflam grandes desigualdades espaciais e regionais. Enquanto no Sudeste, região melhor atendida, as redes de esgoto alcançam 80,5% da população, no Norte, essa proporção cai para apenas 13,1%. No que diz respeito ao tratamento, a diferença é também enorme: ele chega a 58,6% do volume no Sudeste e somente a 21,4% na Região Norte.

As consequências desse enorme déficit são bem conhecidas: 88% das mortes por diarreia no mundo têm como causa o saneamento inadequado, e 84% delas são de crianças de menos de 5 anos de idade. A OMS estima que anualmente 1,5 milhão de crianças morrem em função de patologias diarreicas⁹. Além disso, existem estudos que sugerem que a falta de acesso a saneamento e doenças dela decorrentes afetam diretamente o desenvolvimento cognitivo e o próprio quociente de inteligência das crianças¹⁰.

O impacto da falta de saneamento sobre os sistemas de saúde é gigantesco. Somente no primeiro trimestre de 2021, o Brasil contabilizou mais de 41 mil internações hospitalares que têm na ausência de

8. <http://www.tratabrasil.org.br/principais-estatistica/esgoto/>.

9. Dados citados em <https://summitsaude.estadao.com.br/>.

10. Christopher EPPIG et al. (2010). Parasite Prevalence and the Worldwide Distribution of Cognitive Ability. In: Proceedings of the Royal Society, 277 3801–3808.

saneamento básico sua origem, levando à ocupação de 4,2% dos leitos do Sistema Único de Saúde por três dias em média.

Estima-se que a universalização do saneamento básico no país diminuiria em 13 mil leitos/mês a demanda por internações, com a correspondente economia nas contas públicas¹¹.

4.1. Soluções baseadas na Natureza X Soluções Tradicionais na coleta e tratamento de esgotos

Da mesma forma que no problema das enchentes, as soluções tradicionais para lidar com o esgoto envolvem a implantação de onerosas redes urbanas de coleta e grandes estações de tratamento. Além das dificuldades de financiamento e gestão dessas estruturas, essa abordagem, que concentra grandes volumes de poluentes e os despeja nos cursos d'água, apenas mitiga o problema e gera outros impactos a jusante.

Uma estimativa da Associação e Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto (Abcon Sindcon) indica que o Brasil precisará investir R\$ 893 bilhões até 2033 para universalizar o saneamento básico¹².

Diante do cenário de restrição fiscal, endividamento e baixa capacidade de investimento de estados e municípios, é altamente improvável que esse objetivo possa ser atingido por meio das soluções tradicionais de coleta e tratamento de esgotos. Muitas das áreas mais carentes de infraestrutura são, além de tudo, exatamente aquelas onde os custos de implantação são mais elevados devido à maior complexidade para a instalação de redes: áreas urbanas densas, irregulares e muitas vezes com maior propensão ao risco geológico-geotécnico ou de inundação.

Nesse contexto, as Soluções baseadas na Natureza surgem como uma alternativa que parte de outra lógica para abordar o problema do esgoto.

11. Dados citados em <https://summitsaude.estadao.com.br/>

12. <https://exame.com/brasil/saneamento-basico-universalizacao-vai-exigir-investimentos-de-r-77-bi-por-ano/>

Mais uma vez, a abordagem consiste em trabalhar a partir do próprio funcionamento dos ciclos ecológicos para fazer um retroajuste ambiental.

Na natureza, os resíduos orgânicos são decompostos e tratados de forma pulverizada, com a transformação dos sólidos em solo e o tratamento dos poluentes líquidos a partir de sua infiltração e da evapotranspiração.

As tecnologias que operam nessa lógica propõem, portanto, soluções locais, individualizadas e de pequena escala para a coleta e tratamento de esgotos.

Nesse contexto, algumas soluções de eficiência comprovada se destacam, como a Bacia de Evapotranspiração (BET) e o Tratamento por Zonas de Raízes.

A Bacia de Evapotranspiração é uma tecnologia social, conhecida também como “fossa de bananeiras”. É um sistema fechado de tratamento da água utilizada na descarga de sanitários convencionais. Nesse sistema, os resíduos humanos são transformados em nutrientes para plantas e a água só sai do sistema por evapotranspiração e, portanto, completamente limpa. Esse sistema não gera nenhum resíduo e evita a poluição do solo, das águas superficiais e do lençol freático.



Exemplo de Bacia de Evapotranspiração (BET) executada no estado de Roraima.

Essa Sbn é comumente implementada em áreas e propriedades rurais, onde o sistema de esgoto convencional não se faz presente,

mas pode também ser utilizada nas áreas urbanas, em zonas de menor densidade, como um substituto da fossa séptica.

Algumas cidades, não obstante, têm legislações específicas para sistemas de tratamento residencial de esgoto que por vezes dificultam a implementação das BETs em áreas urbanas consolidadas.

O Tratamento por Zona de Raízes, por sua vez, associa um processo de filtração física da água, através de brita e areia, a plantas macrófitas, que vivem em áreas alagadas, para o tratamento da água residual.



Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes. Fonte: Crispim et al. (2012)¹³.

É importante observar ainda que as SbN, além de serem mais eficientes, reduzem os riscos ambientais associados à coleta e tratamento em larga escala por não concentrarem a poluição. Além disso, transformam aquilo que é um risco em ativo ambiental, ao transformarem a matéria orgânica em solo e fomentarem a produção agrícola.

Do ponto de vista financeiro, em grande parte dos casos, as SbN também se revelam mais vantajosas na coleta e tratamento de esgotos. Um estudo comparativo realizado em Goiânia, por exemplo, mostrou que o custo por unidade domiciliar atendida por soluções tradicionais de coleta, sem contar os custos de tratamento, chega a ser 50% maior do que o da construção de BETs para essas mesmas residências¹⁴

13. Jefferson de Queiroz CRISPIM et al. (2012). *Estação de Tratamento de Esgotos por Zonas de Raízes (ETE)*. Campo Mourão: Editora da Felcicam. 20 p.

14. Elen de Jesus CÂNDIDA et al. (2014). *Canteiro Bio-Séptico: uma Solução Sustentável*. Goiânia: LBS Consultoria e Treinamento. 31 p.

4.2. Sbn e Esgotos: aspectos técnicos, financeiros e institucionais

Da mesma forma que em relação ao problema das enchentes, a viabilização da adoção em larga escala das SBN na coleta e tratamento de esgotos depende de que as cidades sejam capazes de construir um quadro institucional, jurídico e técnico adequado e também de que se direcionem os recursos necessários.

Do ponto de vista institucional, como mencionado, a moldura legal em muitos municípios dificulta ou mesmo inviabiliza a adoção de SBN. Em termos técnicos, nem os poderes executivos, nem as empresas de saneamento estão capacitadas para considerá-las, assim como as instituições de financiamento, cujo regimento e processos internos não foram concebidos, na maior parte dos casos, para lidar com soluções locais e individualizadas de tratamento de esgotos.

Especificamente, merece atenção a interseção entre a regularização fundiária urbana e a questão da coleta e tratamento de esgotos, pois em muitas dessas áreas a precariedade jurídica das propriedades é justamente um dos grandes elementos inviabilizadores de soluções adequadas para o problema do esgoto, e esses dois fatores se somam para agravar a situação de vulnerabilidade social dos moradores.

É importante observar que tanto a Lei da Política Nacional de Saneamento (Lei no 11.445/2007), quanto o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), ora em processo de avaliação, incorporam princípios, diretrizes e estratégias que possibilitam e estimulam a adoção de soluções alternativas para os esgotos adaptadas às realidades locais.

Notem-se em especial as diretrizes A12, A14, C2, C4 e C5 do Plansab. As duas primeiras apontam para a necessidade de se estabelecer tratamento diferenciado para o saneamento básicos “nas Regiões Metropolitanas; em municípios de pequeno porte; em bacias hidrográficas críticas (...); em áreas de especial interesse social; e nas áreas indutoras do desenvolvimento turístico”, prevendo também políticas específicas “para o saneamento rural, incluindo os povos indígenas, extrativistas, quilombolas, e outras populações tradicionais”¹⁵. As

15. https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/Versao_Conselhos_Resolucao_Alta_Capa_Atualizada.pdf.

outras diretrizes citadas abordam o desenvolvimento científico e tecnológico na área do saneamento, falando, por exemplo, em “aplicação do conceito de tecnologia apropriada, que considere as especificidades locais nas dimensões sociais, culturais, econômicas, ambientais e institucionais, dando especial atenção às populações de baixa renda e às ocupações com urbanização precária”.

Não se deve esquecer, entretanto, que a quantidade de municípios brasileiros que elaboraram seu plano municipal de saneamento previsto pela Lei da Política Nacional de Saneamento é ainda muito aquém do desejado – apenas 28,7% deles, segundo dados de 2018¹⁶. Ao mesmo tempo, por outro lado, esgota-se no final deste ano o prazo – prorrogado em 2020 por decreto presidencial – para essa elaboração.

5. SbN, Resíduos Sólidos e Agricultura Urbana

É urgente a discussão sobre produção e consumo alimentar nas cidades, um dos principais vetores de desequilíbrio ambiental no mundo contemporâneo, especialmente em um país como o Brasil que já tem 85% de sua população nas áreas urbanas e onde, dos 15% que vivem na zona rural, a ampla maioria trabalha para um agonegocio não envolvido diretamente na produção de alimentos.

As distâncias percorridas pelos alimentos in natura ou pelas matérias-primas de alimentos industrializados, assim como pelos produtos que saem das fábricas, envolvem um enorme consumo e desperdício de energia e estão no centro da insustentabilidade de nosso sistema de produção e consumo. Somam-se a isso os enormes desequilíbrios distributivos, num planeta que produz alimentos em quantidade suficiente para todos os seus habitantes, mas onde mais de 800 milhões de pessoas são consideradas cronicamente subnutridas e onde a fome cresce em muitos lugares, ao invés de diminuir¹⁷.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), “a sustentabilidade social, econômica e ambiental dos sistemas alimentares e a evolução das dietas urbanas dependerão amplamente da gestão de sistemas alimentares em áreas urbanas e periurbanas”¹⁸.

Conforme explica Henk de Zeeuw, consultor da Fundação RUAUF, “A agricultura e a produção florestal nas cidades (...) oferecem respostas a uma série de objetivos do desenvolvimento urbano muito além do fornecimento de infraestrutura verde e comida: inclusão social, adaptação a mudanças climáticas, diminuição da pobreza, gestão urbana da água e oportunidades para a reutilização de resíduos urbanos”¹⁹.

Ainda segundo a FAO, “ao fomentar o autocultivo de alimentos ou a compra a partir de hortas comunitárias, a agricultura urbana pode

17. Dados retirados de <https://news.un.org/en/story/2019/10/1048452>.

18. Em <https://www.fao.org/urban-food-agenda/en/>.

19. Citado em <https://www.greenbiz.com/article/how-16-initiatives-are-changing-urban-agriculture-through-tech-and-innovation>

ajudar a reduzir a pobreza e a insegurança alimentar, exacerbadas pela urbanização, trazendo ao mesmo tempo ganhos de saúde e preservação ambiental. Por isso, considera uma prioridade estimular esse tipo de agricultura, enfatizando a importância de incluir o assunto no planejamento urbano”²⁰.

Nesse sentido, ganham importância as SbN focadas na desconcentração e na produção de comida mais próxima de seus lugares de consumo. Food gardens, hortas verticais, aplicativos que conectam pequenos produtores a restaurantes e consumidores, estão entre as possibilidades.

Mais que isso, há uma grande oportunidade de convergência entre a gestão urbana de resíduos sólidos e o fomento à agricultura urbana a partir da compostagem.

O Brasil gera cerca de 82 milhões de toneladas/ano de resíduos sólidos urbanos, o que corresponde a 390 quilos por habitante por ano de lixo, dos quais 92,2% são coletados por serviços estabelecidos. Do que é recolhido, entretanto, somente 60% são levados a aterros sanitários, com o restante tendo ainda como destinação locais inadequados de disposição em lixões e aterros controlados²¹.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), 74,4% dos municípios brasileiros têm alguma iniciativa de coleta seletiva, cabendo observar, todavia, que muitas delas são pontuais e não abrangem a maior parte da população.

Dados da Embrapa, apontam que os resíduos orgânicos representam aproximadamente 50% de todo o resíduo sólido urbano gerado. Não obstante, segundo a Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (Assemae), apenas 1% desses resíduos é reaproveitado²².

Não é preciso enfatizar os impactos disso sobre o meio ambiente urbano e seus custos para as cidades. Além da necessidade crescente de áreas para disposição final e dos recursos gastos com coleta e destinação, o lixo orgânico não tratado gera gás metano, um dos principais geradores do Efeito Estufa. Nesse sentido, segundo a Assemae, se os resíduos orgânicos gerados anualmente no Brasil fossem submetidos a processos adequados de tratamento, o impacto positivo, em termos de poluição atmosférica, corresponderia à retirada de sete milhões de automóveis das ruas.

20. Em JONES, Frances (2021). The Growth of Urban Agriculture. Em: Revista Pesquisa Fapesp (310). <https://revista-pesquisa.fapesp.br/en/the-growth-of-urban-agriculture/>.
21. ABRELPE (2021). Panorama dos Resíduos Sólidos 2021.
22. Em <https://assemae.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil>.

A compostagem é evidentemente a Solução baseada na Natureza que se destaca nesse contexto e que ganha evidência por sua convergência com a agricultura urbana e seu impacto sobre a segurança alimentar. A compostagem transforma algo que é um passivo e um custo para as cidades em ativo e em recurso natural.

5.1. Sbn e Resíduos Sólidos: aspectos técnicos, financeiros e institucionais

Um primeiro aspecto a se considerar para a questão da compostagem dos resíduos urbanos é o da escala, já que ela pode ser realizada tanto no ambiente doméstico, como em instalações públicas ou privadas capazes de receber grandes quantidades de resíduos. Nenhuma solução por si só será suficiente, especialmente em grandes cidades, para realizar a transição em direção a essa reciclagem do lixo orgânico em grandes volumes.

Do ponto de vista jurídico e financeiro, todas as experiências exitosas no mundo apontam para a responsabilização do gerador, encontrando-se inclusive o princípio do poluidor-pagador inscrito na Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Art. 6o, Inciso II).

Não obstante, cabe lembrar que essa mesma lei prevê, em seu Artigo 28, que “o gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta ou, nos casos abrangidos pelo Art. 33, com a devolução.”

Mais adiante, a mesma lei estabelece ainda, em seu Art. 35, que os planos municipais de resíduos sólidos poderão prever a obrigação da segregação e adequada embalagem dos resíduos recicláveis e reaproveitáveis, possibilitando ainda aos municípios a criação de incentivos econômicos à participação dos consumidores na coleta seletiva.

A realidade, entretanto, é que boa parte dos municípios brasileiros ainda não dispõem do plano de gestão de resíduos sólidos tornado obrigatório por essa lei. Segundo levantamento de 2017 do IBGE, apenas 54% deles tinham elaborado esse instrumento fundamental para lidar com o lixo²³.

23. IBGE (2017) Perfil dos Municípios Brasileiros.

A universalização da coleta seletiva é uma realidade ainda distante no Brasil, sendo mais avançada evidentemente para aqueles materiais que possuem valor econômico, como o alumínio e o papelão, por exemplo. O maior gargalo se localiza justamente na segregação e reciclagem dos resíduos orgânicos, ainda muito incipiente.

Isso se deve, de um lado, aos custos de implantação dessa reciclagem, que demanda estruturas maiores para sua operação, e à dificuldade de destinação de seu produto final, na forma de fertilizante, que exige uma logística de distribuição.

De outro lado, há com frequência falta de vontade política e desconhecimento técnico dos gestores para caminhos legais e modelos de sistemas de gerenciamento que privilegiem e estimulem a separação e a reciclagem. Contratos com prestadoras de serviço ou concessionárias que preveem, por exemplo, remuneração por tonelada de resíduo acondicionado em aterros dificultam enormemente a diminuição da geração e desestimulam esforços de reciclagem.

Por isso, a convergência entre a gestão de resíduos sólidos e agricultura urbana pode gerar possibilidades de ganhos para as cidades em duas frentes, reduzindo a poluição e ajudando a enfrentar o problema da insegurança alimentar.

Ganham relevância, nessa direção, duas experiências que podem convergir: de um lado, o Brasil já possui um quadro legal e institucional, bem como larga experiência, no fomento à agricultura familiar. De outro, a FAO trabalha já há alguns anos sua “Agenda da Alimentação Urbana”, que agrega conhecimento e iniciativas em inúmeras partes do mundo. Não seria hora de pensar a “agricultura familiar urbana ou semiurbana” e de fazermos convergirem a força dessa vertente produtiva brasileira com a produção de alimentos nas cidades?

6. Recomendações

1. Criação e implementação, no escopo da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU), de um amplo programa de capacitação de gestores municipais com foco em Soluções baseadas na Natureza;
2. Criação de linhas de financiamento para a capacitação de gestores municipais com foco em SbN;
3. Repensar os mecanismos de fomento ao planejamento urbano a partir de SbN;
4. Revisão, a partir de um olhar integrador, de toda a legislação federal de Desenvolvimento Urbano: não é preciso recriar tudo do zero, mas precisamos rapidamente encontrar mecanismos de transversalidade nas políticas urbanas que permitam especialmente um diálogo entre as áreas de mobilidade, infraestrutura, meio ambiente e uso do solo;
5. Revisão do quadro legal sobre drenagem urbana para a criação de mecanismos que favoreçam e estimulem a lógica das Soluções baseadas na Natureza;
6. Criação de um Fundo Nacional, no âmbito do Ministério do Desenvolvimento Regional, para o financiamento de SbN na solução de problemas urbanos;
7. Criação de linhas subsidiadas de recursos para intervenções que envolvam desimpermeabilização de grandes áreas urbanas ou para criação de áreas verdes;
8. Implementar novo arcabouço de planejamento para o financiamento de obras de drenagem urbana, passando a exigir um desenho integrado, focado em potencialização de serviços ecossistêmicos, e não apenas intervenções focadas em obras de canalização e ampliação de redes;

9. Estímulos à criação de mecanismos tributários que remunerem municípios em proporção às suas áreas verdes e às suas exigências de manutenção de áreas permeáveis no uso do solo e de coleta e reuso de água nas regras construtivas, incorporando as SbN públicas como indicadores de performance no ICMS ecológico e ambiental e no repasse de recursos federais aos municípios;
10. Estimular a produção de SbN npor meio da sua introdução como fator de incentivos fiscais em impostos territoriais, como o IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) e o ITR (Imposto Territorial Rural);
11. Regulamentar o Pagamento de Serviços Ambientais conectados a criação e manutenção de SbN nas áreas rurais e urbanas;
12. Regulamentar e promover incentivos legais e fiscais para a produção de SbN em projetos e processos de regularização fundiária;
13. Promover alianças locais para a produção de SbN envolvendo academia, setor privado, poder público e sociedade civil por meio de incentivo à adoção de áreas verdes e espaços livres públicos e privados;
14. Identificar, classificar e catalogar, nos Cadastros Territoriais Multifinalitários dos municípios, as SbN construídas localmente
15. Medir, em conformidade com as capacidades locais e por meio de metodologias simplificadas, os impactos positivos da SbN, de maneira a permitir o cálculo de crédito de carbono para fomento de finanças verdes e climáticas nos municípios;
16. Introduzir as SbN nas legislações urbanísticas, como parcelamento, uso e ocupação do solo, código verde de obras e edificações, sistema viário e mobilidade, sistema de espaços verdes e azuis, dentre outras;
17. Previsão legal da figura do “produtor urbano”, de forma a regulamentar a atividade econômica de produção de alimentos no âmbito das cidades.

7. Anexo - Catálogo de Soluções Baseadas na Natureza

Drenagem Urbana

- **Bacias de detenção / retenção**



Barragem Santa Lúcia, bacia de retenção em Belo Horizonte, inserida no Parque Municipal Jornalista Eduardo Couri. Fonte: sítio web Mapio Net

Local: Alto e médio curso de córregos e rios urbanos.

As bacias de detenção são reservatórios para acumulação temporária das águas pluviais, visando o amortecimento de cheias.

As bacias de retenção são reservatórios com período mais longo de detenção das águas em relação à bacia de detenção, a fim de permitir a decantação das partículas sólidas e, conseqüentemente, reduzir as cargas poluentes de origem pluvial.

Têm potencial para usos múltiplos e requalificação da paisagem urbana. Demandam amplos espaços para implantação e manutenção periódica, sobretudo após eventos pluviais significativos.

- **Pequenas bacias de detenção/retenção**

Local: Associadas às praças e aos ELUPs.

As bacias de detenção são reservatórios para acumulação temporária das águas pluviais, visando o amortecimento de cheias

As bacias de retenção são reservatórios com período mais longo de detenção das águas em relação à bacia de detenção, a fim de permitir a decantação das partículas sólidas e, conseqüentemente, reduzir as cargas poluentes de origem pluvial.



**Bacia de retenção gramada no Rio de Janeiro/RJ.
Fonte: acervo pessoal de Cristiane Borda Pinheiro, 2010.**

- **Alagados (*wetlands*) construídos**



***Parc du Chemin de l'Île*, em Nanterre, França (*wetlands* construídos em parque urbano para tratar as águas do rio Sena).
Fonte: acervo pessoal de Cristiane Borda Pinheiro, 2015.**

Local: Associado aos parques urbanos para tratamento das águas pluviais.

Sistema de tratamento de efluentes domésticos ou industriais e de águas pluviais que simulam processos físico-químicos e biológicos das áreas alagadas naturais (pântanos, brejos, mangues, etc). Promove benefícios indiretos, tais como criação de área verde, recreativa e educacional e habitats para a vida selvagem. Apresenta risco de desenvolvimento de pragas, tais como mosquitos, principalmente nos *wetlands* de fluxo superficial. Demanda manutenção periódica e amplos espaços para implantação.

- **Pequenos alagados (wetlands) construídos**



Wetland construído para tratamento de efluentes domésticos de edifício de escritórios da VALE na Mina de Águas Claras, em Nova Lima/MG, associado a praça de convivência dos funcionários. Fonte: acervo pessoal de Cristiane Borda Pinheiro, 2018.

Local: Associados às praças e aos ELUPs para tratamento das águas pluviais ou esgoto.

Sistema de tratamento de efluentes domésticos ou industriais e de águas pluviais que simulam processos físico-químicos e biológicos das áreas alagadas naturais (pântanos, brejos, mangues, etc). Promove benefícios indiretos, tais como criação de área verde, recreativa e educacional e habitats para a vida selvagem. Apresenta risco de desenvolvimento de pragas, tais como mosquitos, principalmente nos *wetlands* de fluxo superficial. Demanda manutenção periódica e amplos espaços para implantação.

- **Valas ou trincheiras de retenção e/ou infiltração**



**Trincheira de infiltração na Praça Dom Emanuel em Anápolis/
GO. Fonte: acervo pessoal de Antônio Zayek, 2020**

Local: Associadas às praças e aos ELUPs, às calçadas e áreas de estacionamento, aos canteiros centrais.

Valas são depressões escavadas no solo para direcionar o escoamento e recolher as águas pluviais, armazená-las temporariamente no interior da estrutura, à superfície livre e, eventualmente, permitir sua infiltração no solo.

As trincheiras são instalações lineares nos pontos baixos do terreno e preenchidas com material granular graúdo (pedra de mão, seixo ou brita), para recolhimento das águas pluviais diretamente ou por meio de tubulação e promoção de sua infiltração no solo e/ou armazenamento temporário.

- **Jardins de chuva, jardins drenantes ou sistemas de biorretenção**



Jardim de chuva implantado em calçada em Montreal, Canadá. Fonte: Langlois, 2016.

Local: Calçadas

Depressões rasas no terreno ou canteiros com plantas que recebem e filtram os fluxos do escoamento superficial oriundos de telhados e pisos impermeáveis. Os poluentes das águas pluviais são removidos por processos de adsorção, filtração, volatilização, troca de íons e decomposição. A água limpa pode ser infiltrada no terreno ou coletada em um dreno e conduzida ao sistema público de drenagem.

- **Telhado Verde**



Telhado verde em topo de prédio em área urbana. Fonte: www.orguel.com.br

Local: áreas urbanas

O telhado verde é um sistema construtivo que se caracteriza por ser uma cobertura de vegetação sobre telhados, coberturas ou lajes de edificação, e pode desempenhar múltiplas funções, entre as quais a captação e retenção de água, mas também a produção de alimentos, a climatização e o paisagismo.

Tratamento de Esgotos

- **Bacia de Evapotranspiração (BET) ou Fossa Biossética**



Bacia de evapotranspiração em Roraima, replicada a partir de piloto do Projeto ANDUS, na comunidade Recanto do Davi, de recuperação de dependentes químicos.

Local: Essa solução baseada na natureza é comumente implementada em áreas e propriedades rurais, onde o sistema de esgoto convencional não se faz presente, mas pode ser utilizada em áreas urbanas, em zonas de menor densidade como um substituto da fossa séptica.

A Bacia de Evapotranspiração é uma tecnologia social, conhecida também como “fossa de bananeiras”. É um sistema fechado de tratamento de água utilizada na descarga de sanitários convencionais. Nesse sistema, os resíduos humanos são transformados em nutrientes para plantas e a água só sai do sistema por evaporação, portanto, completamente limpa. Este sistema não gera nenhum resíduo e evita a poluição do solo, das águas superficiais e do lençol freático.

Para implantar projetos de BET's é necessário fazer uma análise construtiva, considerando as opções: tanque de alvenaria, tanque de concreto armado e tanque de ferrocimento. Devem ser estabelecidas, principalmente, os custos de escavação, compactação, mudas das plantas e revegetação, aluguel de materiais e mão de obra. A estimativa para a construção do tanque deve considerar os dados de largura, profundidade e comprimento e o número de pessoas que utilizarão esse sistema

- **Tratamento por Zona de Raízes**

Local: Zona periurbana.

O tratamento por zona de raízes associa a filtragem física da água por camadas de brita e areia a seu tratamento por plantas aquáticas

que ajudam no processo de decomposição da matéria orgânica, oxigenando o sistema por meio de suas raízes. Algumas espécies que podem ser utilizadas são o copo-de-leite, a cana índica, a helicônia e o papiro-brasileiro.



Fonte: Crispim et al. (2012)

Agricultura urbana:

- **Hortas e pomares comunitários**

Local: espaços urbanos residuais, como faixas de proteção de linhas de transmissão de energia elétrica, desde que atendendo às recomendações de segurança da concessionária; áreas livres associadas a equipamentos comunitários, como escolas municipais.

Área verde pública destinada à produção agrícola. Podem abranger Sistemas Agroflorestais.



Horta comunitária em Curitiba/PR. Foto: Daniel Castellano /SMCS.

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag