

Selo CAIXA Gestão Sustentável



Soluções

BASEADAS NA

Natureza

CARTILHA DE DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Caixa Econômica Federal
Gerência Nacional de Soluções em Operações de Governo – GESOG
Jan.2025

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

Carlos Antônio Vieira Fernandes
Presidente

Tiago Cordeiro de Oliveira
Vice-Presidente de Governo (em exercício)

Cristiano Boaventura de Medeiros
Diretor Executivo Serviços de Governo

Emerson Leal Rocha
Superintendente Nacional Rede Executiva de Governo

Heberth Percopo Seabra
Gerente Nacional Soluções em Operações de Governo

Coordenação

Diego de Lira Andrade
Gerente Executivo

Rodrigo Moura Vieira
Coordenador de Projetos Matriz

Equipe técnica

Patricia Mara Sanches
Jucelia Cabral Mendonca
Aline Karen Gonzaga Pinto

Revisão técnica

Patricia Mara Sanches

Diagramação e projeto gráfico

Patricia Mara Sanches

Ilustrações

Ricardo Marques Trevisan

Apresentação

A cartilha de definições e conceitos sobre Soluções baseadas na Natureza (SbN) compreende um material suplementar relacionado ao indicador de mesmo nome, o qual compõe o rol de indicadores do Selo CAIXA Gestão Sustentável.

A elaboração desse conteúdo reflete a importância e a relevância que a CAIXA dá ao tema, e o quanto esse movimento se alinha com as nossas práticas, nossos objetivos estratégicos e com a agenda climática e de sustentabilidade do governo federal, reforçando nosso papel como principal instituição parceira de implementação de políticas públicas no país.

O objetivo principal da cartilha é trazer as definições e conceitos das tipologias de SbN que são aceitas e pontuadas no indicador, a fim de subsidiar o ente municipal que pleiteia a certificação Selo CAIXA Gestão Sustentável, bem como o processo de análise técnica pela CAIXA dos documentos enviados, para atendimento às exigências do indicador.

Para o desenvolvimento do conteúdo, realizou-se uma extensa revisão da literatura, para que as definições estivessem alinhadas com fontes de informação mais atuais, confiáveis e aceitas pelos especialistas da área. Devido à natureza diversa das fontes bibliográficas existentes, foram definidos critérios de priorização de seleção. Primeiramente, foram priorizadas definições ou conceitos provenientes de leis e programas em vigor do Governo Federal. Em segundo lugar, foram considerados aquelas utilizadas em plataformas e publicações de órgãos e instituições pertencentes ao Governo Federal. E por fim, caso alguma definição não fosse identificada nos dois primeiros tipos de fontes, foram exploradas bases, plataformas e publicações técnicas de instituições não governamentais de notável reconhecimento e reputação, sejam elas nacionais ou internacionais, além de artigos científicos de periódicos revisados por pares.

Ressaltamos que este material não precisa ser lido de forma contínua, desde seu início, pois ele tem um caráter consultivo, informativo e sintético, e de forma nenhuma pretende-se aqui esgotar o assunto. Ao contrário, a finalidade é introduzir e familiarizar o leitor, seja ele técnico ou gestor, sobre o tema de SbN, que cada vez se torna mais emergente e necessário nos dias de hoje.

Boa leitura!

Equipe GESOG

Sumário

INTRODUÇÃO	5
TERMOS INTRODUTÓRIOS.....	7
Soluções baseadas na Natureza	7
Infraestrutura verde e azul	7
Infraestrutura cinza	7
Serviços ecossistêmicos	7
ECOSSISTEMAS RESTAURADOS OU MANEJADOS.....	8
Restauração de mata ciliar ^{(7) (8)}	8
Restauração de ecossistemas naturais ^{(8) (9)}	8
Sistemas agroflorestais (SAF) ^{(10) (11)}	9
Mecanismos financeiros como Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) ⁽⁸⁾	11
NOVOS ECOSISTEMAS	12
I. RECUPERAÇÃO DE CORPOS HÍDRICOS	12
Renaturalização de corpos hídricos ^{(7) (12)}	12
Revitalização de corpos hídricos ⁽⁸⁾	12
Restauração de várzeas ⁽⁷⁾	12
Alagado construído	13
Ilha Flutuante ⁽¹³⁾	13
II. MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS E RESIDUAIS URBANAS.....	14
Reservatório de amortecimento das cheias associado à área verde ⁽⁷⁾	14
Jardim de chuva ⁽¹⁴⁾	15
Canteiro pluvial ^{(13) (14)}	16
Biovaleta (canaleta ajardinada) ⁽⁷⁾	17
Alagado construído ^{(7) (13)}	17
III. OUTRAS SOLUÇÕES.....	19
Parque linear ^{(7) (4)}	19
Parque, praça e espaços verdes multifuncionais ⁽¹²⁾	19
Caminho ou corredor verde ⁽⁷⁾	20
Corredor ecológico ^{(7) (15)}	21
Orla marítima e proteção costeira ⁽¹²⁾	22
Pomar e horta comunitária ^{(4) (16)}	22
Contenção e proteção sustentável de encosta ⁽¹²⁾	23
Viaduto vegetado para passagem de fauna ^{(8) (17)}	24
Coberturas vegetadas ⁽⁴⁾	26
Jardim vertical e parede viva ⁽⁴⁾	27
Sistemas individuais de manejo de águas pluviais e residuais ⁽¹⁶⁾	28
REFERÊNCIAS.....	30

01 Introdução

Soluções baseadas na Natureza (SbN) são ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais e modificados, de forma a responder aos desafios sociais, econômicos e ambientais mais urgentes da sociedade, beneficiando as pessoas e a natureza ao mesmo tempo (1) (2):

Segundo especialistas (1), os principais desafios da sociedade atual são: aumento da resiliência climática (mitigação e adaptação); redução de desastres naturais e climáticos; desenvolvimento econômico e social, saúde e bem-estar humano; segurança alimentar; segurança e gestão hídrica; redução da degradação e da perda de biodiversidade.

É importante esclarecer que algumas ações ainda que sustentáveis e excelentes ideias que devemos fomentá-las, como por exemplo, energia solar, fotovoltaica ou eólica – que derivam da natureza – calçadas e pisos permeáveis, cisternas de captação de água da chuva, não são consideradas SbN, pois, apesar de trazer benefícios às pessoas, não trazem ganhos simultâneos à biodiversidade. Assim essa dupla condição é que o que diferencia SbN de outras soluções sustentáveis, sejam derivadas ou inspiradas na natureza ou complementares.

As tipologias de Soluções baseadas na Natureza que serão aceitas no indicador de mesmo nome do Selo CAIXA Gestão Sustentável estão divididas em dois grupos cuja classificação é proveniente do estudo de Eggermont (3). O primeiro grupo compreende tipologias de “Ecossistemas Restaurados ou Manejados” e o segundo grupo “Novos Ecossistemas”.

Os **Ecossistemas Restaurados ou Manejados** ocorrem em grandes áreas territoriais tanto na paisagem rural como urbana e se referem a locais cujos ecossistemas naturais sofreram grandes modificações de origem antrópica e que na maioria das vezes encontram-se em estado de degradação. Portanto, é necessário soluções que envolvam práticas, técnicas e protocolos para sua recuperação ou restauração, a fim de melhorar a biodiversidade e ampliar os serviços ecossistêmicos. Em muitos casos envolve a restauração de habitats ou a gestão mais sustentável de atividades agrícolas (como práticas agroecológicas e sistemas agroflorestais) ou ainda estratégias de incentivo econômico como Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) (4).

Já os **Novos Ecossistemas** são paisagens que foram totalmente degradadas pelo homem, e, por isso, novos ecossistemas precisam recriados. Portanto, são intervenções mais visíveis aos cidadãos comuns. Para melhor entendimento, o grupo foi subdividido de acordo com a escala de abrangência (escala regional-local ou escala da edificação) e natureza da intervenção (I. Recuperação de corpos hídricos, II. Manejo sustentável de águas pluviais e residuais urbanas e III. Outras Soluções).

As referências bibliográficas que foram visitadas para a elaboração de cada definição encontram-se logo após o nome da tipologia e segue os critérios mencionados na “Apresentação” deste documento e podem ser conferidas em detalhes na Seção “Referências Bibliográficas” ao final do glossário.

Além disso criamos alguns “quadros” que apresentam links para o leitor se aprofundar mais sobre o tema, caso queira.

02 Termos introdutórios

Antes de adentrarmos nas definições das tipologias que serão consideradas no indicador Soluções baseadas na Natureza do Selo CAIXA Gestão Sustentável, vale a pena situar o leitor sobre alguns termos recorrentes e básicos, quase um pré-requisito, para melhor compreensão dos demais conceitos que virão.

► Soluções baseadas na Natureza

Como mencionado na introdução, compreendem ações para proteger, conservar, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais e modificados, de forma a responder aos desafios sociais, econômicos e ambientais mais urgentes da sociedade, beneficiando as pessoas e a natureza ao mesmo tempo. ⁽²⁾

► Infraestrutura verde e azul

É a infraestrutura que utiliza elementos naturais interconectados por meio de uma rede multifuncional de vegetação e corpos d'água em cidades e áreas adjacentes. Ela é um dos componentes da dimensão do Planejamento Espacial do grande conceito "guarda-chuva" de Soluções baseadas na Natureza. Esta rede de espaços naturais verdes (vegetação) e azuis (água) melhora as condições ambientais, integra o ambiente construído e habitats naturais e fornece serviços ecossistêmicos, que dão suporte às atividades urbanas. ⁽⁵⁾

► Infraestrutura cinza

É toda infraestrutura construída pelo homem para lidar com problemas de drenagem urbana, mobilidade e transporte, fornecimento de água potável, tratamento de águas residuais, energia etc., usando materiais manufaturados e industrializados, como concreto, aço, asfalto, etc. ⁽⁵⁾

► Serviços ecossistêmicos

São benefícios diretos e indiretos que a sociedade obtém de ecossistemas naturais, agrupados em serviços de provisão ou fornecimento (ex. fornecimento de alimentos, água potável, madeira, combustíveis, etc.), de regulação (polinização, temperatura e regulação do clima, regulação do ciclo hidrológico, controle da erosão, etc.), de suporte (formação do solo, fotossíntese, ciclagem de nutrientes, manutenção da biodiversidade, etc.) e culturais (beleza cênica, lazer, recreação, patrimônio cultural, turismo, etc.). ^{(5) (6)}

03 Ecossistemas restaurados ou manejados



ÁREA RURAL OU URBANA

Restauração de mata ciliar (7) (8)



Figura 1. Exemplo ilustrativo de mata ciliar protegida.

Consiste na restauração da vegetação ao longo da faixa de Área de Preservação Permanente (APP): nascente, rios, lagos, lagoas e áreas de mananciais, quando a vegetação tiver sido removida por ação antrópica. A restauração deve ser feita através do plantio de espécies nativas da região, seguindo modelos de restauração ecológica. A solução promove a proteção e segurança hídrica, a melhoria da biodiversidade e conectividade ecológica, regulação do microclima e sequestro de carbono, entre outros.

As áreas recuperadas podem se tornar parques ou praças públicas que ofereçam recreação e lazer, com melhoria da saúde física, mental e espiritual e são excelentes oportunidades para conectar as pessoas com a natureza, além de educar e conscientizar a população para a importância da biodiversidade e das águas (Figura 1).

Restauração de ecossistemas naturais (8) (9)

Compreende a adoção de técnicas de restauração ecológica para recompor as formações originais florestais, savânicas ou campestres dos ecossistemas naturais terrestres (inclusos ecossistemas costeiros, como mangue e restinga, como na

“As áreas recuperadas são excelentes oportunidades para conectar as pessoas com a natureza”.

Figura 2) que se encontram degradados, tanto em áreas rurais como urbanas, ou ainda a recomposição de ecossistemas marinhos (recife de corais).

Espera-se que a área, após a intervenção de restauração, apresente características que possibilitem melhorias graduais ao longo do tempo, distanciando-se do estado inicial de degradação e tornando-se estável e resiliente, restaurando as funções e os processos ecológicos.

Os métodos de restauração são diversos e sua escolha depende das características do solo, do entorno e do potencial de regeneração natural do local. Pode englobar desde ações mais simples como eliminação dos fatores de degradação (fogo e pastejo) e construção de cercas e aceiro até mais complexas, como medidas de enriquecimento, de restauração do solo e de plantio de sementes, mudas ou estacas.

A restauração dessas áreas traz inúmeros benefícios: regulação do microclima, melhoria da qualidade do ar, mitigam emissões de gases de efeito estufa, promovem o aumento da biodiversidade e maior a resiliência aos efeitos das mudanças climáticas.



Figura 2. Exemplo ilustrativo de restauração de restinga.

▀ **Sistemas agroflorestais (SAF)** ⁽¹⁰⁾ ⁽¹¹⁾

Consiste em formas de uso e manejo da terra (rural ou urbana), nas quais árvores ou arbustos são utilizados em conjunto com a agricultura e/ou com animais numa mesma área, de maneira simultânea ou numa sequência de tempo.

Eles devem incluir pelo menos uma espécie florestal arbórea ou arbustiva, a qual pode ser combinada com uma ou mais espécies agrícolas e/ou animais. A espécie florestal pode fornecer produtos úteis ao produtor, além de preencher um papel importante na manutenção da fertilidade dos solos. A priorização pelo plantio de espécies nativas, principalmente de porte arbóreo, é fundamental para que haja ganhos à biodiversidade local.



Figura 3. Exemplo ilustrativo de um sistema agroflorestal (SAF).

A diversidade de espécies também é essencial no SAF, pois favorece a recuperação de solos degradados através de espécies arbóreas implantadas, que adubam naturalmente o solo, reduzindo a utilização de insumos externos e, com isso, os custos de produção e aumentando a eficiência econômica da unidade produtiva. Além disso, a diversificação representa mais produtos comercializáveis, favorecendo uma geração de renda mais sustentável a longo prazo.

Os sistemas agroflorestais podem ser: silviagrícolas (combinação de árvores ou arbustos com espécies agrícolas, como na Figura 3), silvipastoris (combinação de árvores ou arbustos com plantas forrageiras herbáceas e animais) ou agrossilvipastoris (criação ou manejo de animais em consórcios silviagrícolas).

Os benefícios incluem principalmente segurança alimentar saudável; regulação do ciclo hidrológico (segurança hídrica); conservação da biodiversidade, e, portanto, redução da ocorrência de pragas e doenças, diminuindo a necessidade de uso de insumos químicos e exigindo menores investimentos; geração de renda a populações envolvidas, entre outros.

“A diversidade de espécies é essencial no SAF, pois favorece a recuperação de solos degradados”.

► **Mecanismos financeiros como Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA)** ⁽⁸⁾

Trata-se de transação voluntária na qual um provedor de um serviço ambiental definido ou um uso da terra, que possa assegurar este serviço, é remunerado por um comprador sob a condição de que o provedor garanta a provisão deste serviço. Ou seja, o PSA promove a valorização dos ambientes naturais por meio da transferência de recursos financeiros de compradores (sociedade, poder público e/ou iniciativa privada) para provedores de serviços ambientais (geralmente proprietários rurais) que se comprometam com a proteção e/ou restauração das áreas naturais e a adoção de práticas conservacionistas de uso do solo.

Existem diversos arranjos de iniciativas de PSA, e eles podem ser enquadrados em modalidades a partir dos serviços ecossistêmicos relacionados, como carbono, água ou biodiversidade.

Quer saber mais sobre as tipologias da categoria **"Ecossistemas manejados ou restaurados"**?

Acesse os links:

- [Catálogo Brasileiro de soluções baseadas na natureza](#) (CGEE, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações)
- [Cidades do Futuro-As Soluções baseadas na natureza ajudando a enfrentar a emergência climática](#) (Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza)
- [Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis](#). (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação).

04 Novos ecossistemas



ÁREA URBANA REGIONAL OU LOCAL

I. RECUPERAÇÃO DE CORPOS HÍDRICOS

Renaturalização de corpos hídricos ^{(7) (12)}

Renaturalização ou restauração de corpos hídricos é uma técnica ainda pouco utilizada no Brasil, mas muito difundida em outros países. Pode ser aplicada em conjunto com a implantação de parques lineares e consiste em promover as condições necessárias para que restaure as funções hidrológicas e biológicas de rios, córregos, nascentes, lagoas e margens, aproximando-se ao máximo das características originais, recuperando inclusive seu traçado original (Figura 4). Os benefícios principais alcançados com essa técnica são a redução dos picos de cheia, a diminuição dos processos erosivos, a melhoria da qualidade da água e o restabelecimento do ecossistema e da biodiversidade local.

Dentre os benefícios da revitalização e da renaturalização estão “diminuição dos processos erosivos e melhoria da qualidade da água e da biodiversidade.”

Revitalização de corpos hídricos ⁽⁸⁾

Consiste na recuperação do corpo d'água e suas margens, não necessariamente buscando a situação mais próxima da original – devido ao contexto urbano específico e das limitações locais impostas – mas buscando uma nova condição de equilíbrio para que o sistema possa ser sustentável e resiliente (Figura 4). Assim, busca-se encontrar quais potenciais existem na revitalização do corpo hídrico, obtendo maior número de benefícios, dentro das possibilidades locais.



Figura 4. Exemplo de revitalização e renaturalização de corpos d'água partindo de uma situação original comum.

Restauração de várzeas ⁽⁷⁾

São intervenções que visam recompor com vegetação nativa as áreas de inundação natural de rios e córregos e podem ser associadas aos parques lineares (Figura 5). A restauração de áreas úmidas é importante para restabelecer as áreas naturais

de inundação com efeitos positivos na redução das inundações ao longo da bacia hidrográfica, na redução das cargas poluidoras de fontes difusas e à restauração do ecossistema ribeirinho.



Figura 5. Exemplo ilustrativo de várzea restaurada e como área de lazer.

Alagado construído

Ver definição no grupo II Manejo sustentável das águas pluviais e residuais urbanas (página 12).

Ilha Flutuante ⁽¹³⁾

Também chamado de *wetland* flutuante, trata-se de um sistema de fitorremediação sobre corpos hídricos. A estrutura oferece suporte ao crescimento de plantas aquáticas, cujas partes superiores se desenvolvem acima da lâmina d'água e o sistema radicular (raízes) permanece submerso cumprindo o papel de filtrar as águas fluviais (Figura 6). As ilhas podem ficar livres ou ser ancoradas ao fundo ou na borda do corpo d'água.

Nas ilhas flutuantes, o sistema radicular (raízes) permanece submerso cumprindo o papel de filtrar as águas fluviais.

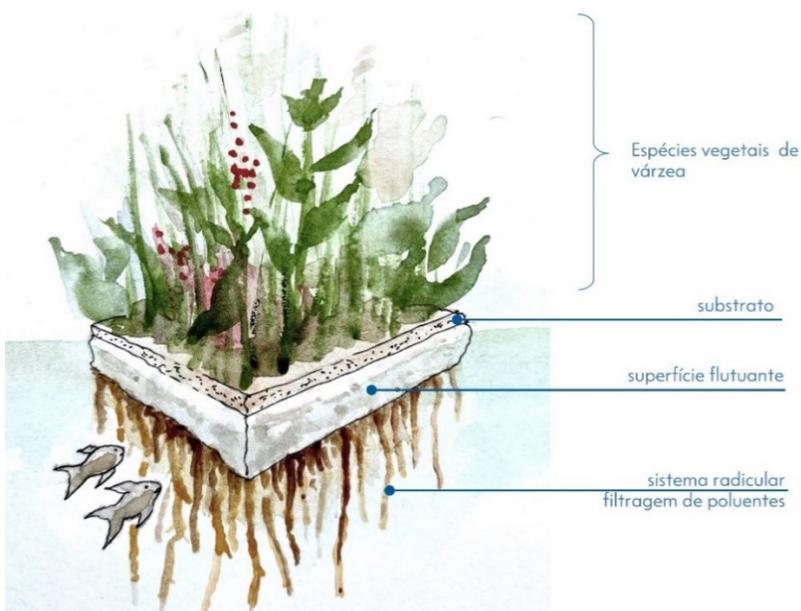


Figura 6. Diagrama esquemático de uma ilha flutuante.

II. MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS E RESIDUAIS URBANAS

Antes de apresentarmos as definições deste grupo, vale ressaltar que quando se trata de manejo das águas exclusivamente pluviais, as soluções devem ser regidas por alguns princípios, de acordo com o Ministério das Cidades¹, do Governo Federal:

- Têm como fundamento o conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto que se traduz em soluções mais eficazes e econômicas quando comparadas às soluções tradicionais de drenagem urbana.
- Consiste na preservação do ciclo hidrológico natural, a partir da redução do escoamento superficial adicional gerado pelas alterações da superfície do solo decorrentes do desenvolvimento urbano.
- As técnicas utilizadas são diferentes das utilizadas pela engenharia convencional que privilegiam o afastamento rápido das águas pluviais.
- O controle do escoamento superficial é realizado o mais próximo possível do local onde a precipitação atinge o solo (controle de escoamento na fonte).
- A redução do escoamento acontece pela infiltração do excesso de água no subsolo, pela evaporação e evapotranspiração-que devolve parte da água para a atmosfera -, e pelo armazenamento temporário, possibilitando o reuso da água ou um descarte lento, após a chuva.

O resultado é que a área alterada passa a ter um comportamento similar às condições hidrológicas de pré-desenvolvimento, significando menor escoamento superficial, menores níveis de erosão e de poluição das águas e, conseqüentemente, menores investimentos para a mitigação de impactos a jusante.

A seguir são apresentadas brevemente as definições de cada tipologia SbN enquadrada no grupo de manejo de águas pluviais e alguns também aplicados às águas residuais.

Reservatório de amortecimento das cheias associado à área verde⁽⁷⁾

¹ Fonte: MCIDADES. Manual para apresentação de propostas para sistemas de drenagem urbana sustentável e de manejo de águas pluviais – Programa 2218 -Gestão de Riscos e Desastres. Sistemática PPA 2020-2023.

É uma estrutura, não concretada, que acumula temporariamente as águas pluviais com a função de amortecer as vazões de cheias e reduzir os riscos de inundações a jusante. Os reservatórios de amortecimento podem ser em linha ou lateral de acordo com seu posicionamento em relação ao canal que contribui para o reservatório.

Quando mantido seco na estiagem, o reservatório é chamado de reservatório (ou bacia) de detenção. Quando o reservatório mantém um volume permanente de água, é chamado de reservatório (ou bacia) de retenção (Figura 7).

O entorno, as margens e, eventualmente, o fundo dos reservatórios são envoltos de vegetação, servindo para múltiplas funções, além de reter as águas pluviais, como por exemplo, área de lazer e prática de atividades físicas – inclusive aquáticas quando o reservatório é de retenção – habitat para a fauna local, aumento da infiltração e filtragem da poluição difusa carregados pelas águas pluviais, regulação do microclima, etc.



Figura 7. Exemplo ilustrativo de bacia ou reservatório de retenção para amortecimento de cheias associado a espaço vegetado.

▀ Jardim de chuva ⁽¹⁴⁾

Jardim de chuva é uma depressão topográfica vegetada que possui a finalidade de receber e absorver o escoamento superficial das águas da chuva, reduzindo a quantidade de água direcionada diretamente ao sistema convencional de drenagem urbana, além de promover a melhoria da biodiversidade local. O solo, geralmente tratado com composto e demais insumos que aumentam sua porosidade, age como

Além de reter as águas pluviais, os reservatórios de amortecimento exercem múltiplas funções, como área de lazer e prática de atividades físicas, habitat para a fauna local, aumento da infiltração e filtragem da poluição difusa.

uma esponja a sugar a água, enquanto microrganismos e bactérias no solo removem os poluentes difusos trazidos pelo escoamento superficial. As plantas permitem que parte da água seja liberada por evapotranspiração e remove os poluentes. As condições geotécnicas locais determinam se a água pode ser infiltrada em sua totalidade ou vertida em extravasadores conectados à rede convencional e calculados para o pico do fluxo de concentração de chuvas maiores que as consideradas no projeto (Figura 8).

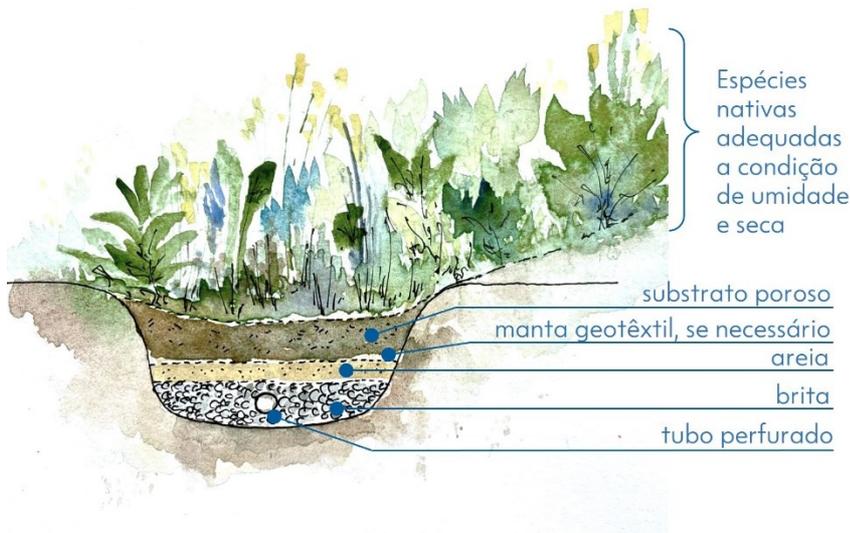


Figura 8. Corte esquemático de jardim de chuva.

▀ Canteiro pluvial (13) (14)

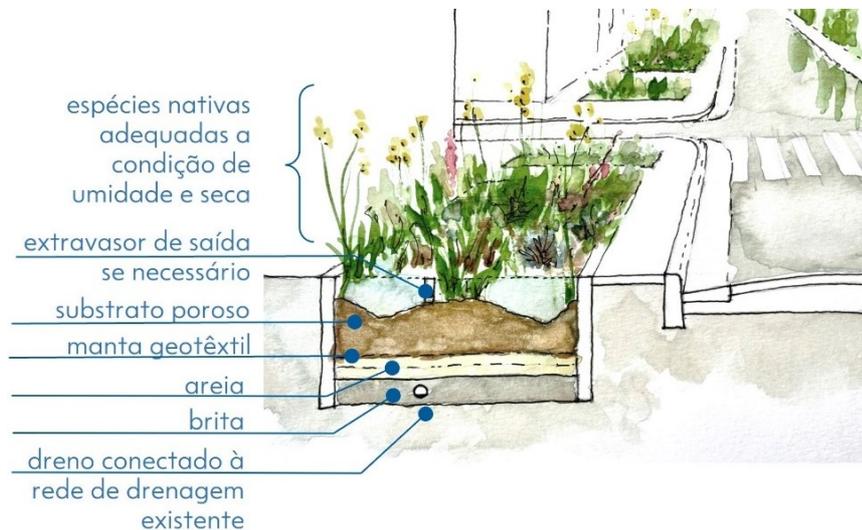


Figura 9. Corte esquemático de canteiro pluvial.

Canteiro pluvial é basicamente um jardim de chuva compacto em pequeno espaço urbano, geralmente ao longo de calçadas e passeios. No entanto, os canteiros pluviais podem ser estanques e se necessário, conterem um extravasador (para auxiliar no controle de transbordo do dispositivo) e um duto de

Jardins de chuva e canteiros pluviais tem a finalidade de coletar e absorver o escoamento superficial das águas da chuva, reduzindo a sobrecarga do sistema convencional de drenagem.

conexão com a drenagem convencional existente (para direcionamento do excedente de água captada) (Figura 9).

► Biovaleta (canaleta ajardinada) (7)

São valas vegetadas abertas no terreno que funcionam como pequenos canais onde o escoamento pluvial é desacelerado, conduzido e infiltrado durante o percurso. São preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, auxiliando na limpeza das águas de escoamento superficial, ao mesmo tempo em que retardam seu tempo de escoamento, dirigindo-as para os jardins de chuva ou para sistemas convencionais de retenção e detenção (Figura 10). Substituem canaletas de concreto e galerias de águas pluviais com a vantagem de reduzir os picos das vazões lançadas no sistema de drenagem convencional.

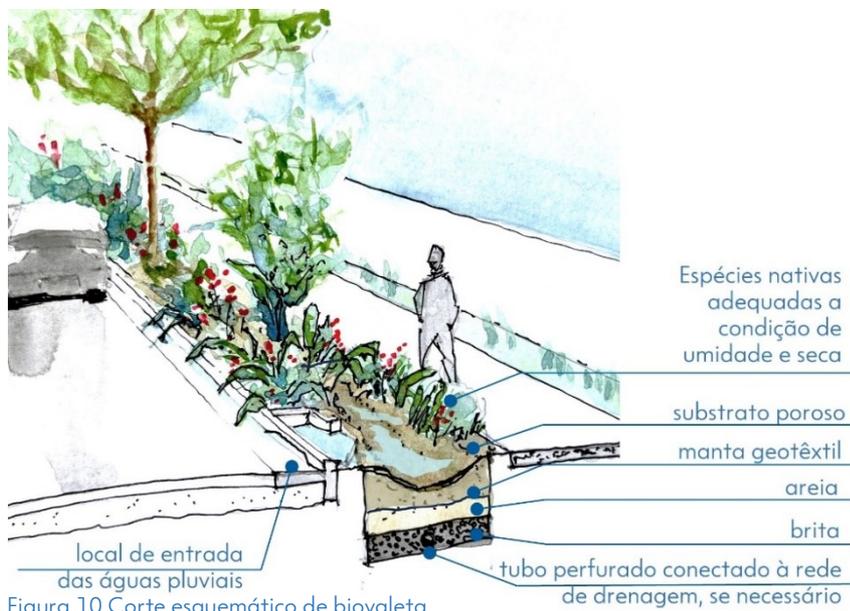


Figura 10 Corte esquemático de biovaleta.

► Alagado construído (7) (13)

Também conhecido como “banhado construído”, “wetland construído” ou “tratamento de efluentes por zonas de raízes”, ele se enquadra tanto como uma solução para águas fluviais, pluviais e residuais (efluentes), imitando as áreas alagadas naturais.

No caso de águas fluviais (rios, córregos, lagoas), o ideal é que a solução seja um recurso de melhoria da água, visando tratar a poluição difusa (particulados presentes no solo e no ar, carreados pelas chuvas para os cursos d'água) a qual é dificilmente tratada, e não destinada ao tratamento de rios poluídos com despejo inadequado de esgoto *in-natura*.

Biovaletas auxiliam “na limpeza da água da chuva, ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, dirigindo este para os jardins de chuva ou para sistemas convencionais de retenção e detenção das águas”.

A solução funciona como bacia de retenção, reduzindo as vazões e os volumes de cheia, e como um filtro natural, retendo e transformando sedimentos, absorvendo nutrientes e purificando as águas.

O tratamento das águas é o resultado de dezenas de transformações físicas e biológicas, incluindo sedimentação, absorção, adsorção, mineralização, e transformações microbiológicas, devido à fitorremediação promovida pela vegetação. Para muitos poluentes a capacidade de tratamento é renovada continuamente, o que faz com que funcionem como sistemas ecológicos praticamente autossustentáveis, exigindo muito pouca manutenção.

O alagado construído pode ser de fluxo superficial (aparente) ou de fluxo subsuperficial (não aparente). O primeiro se assemelha aos alagados naturais por apresentarem lâmina d'água aparente, exigem uma maior área de superfície e são mais usados para tratamento de águas pluviais. O segundo, as águas escoam abaixo no nível do substrato e da zona de raízes das plantas (Figura 11). Apresentam maior eficiência na remoção de poluentes por área comparado ao fluxo superficial, e comportam diferentes arranjos tecnológicos de acordo com o tipo de efluente a ser tratado (residenciais, industriais, agrícolas, lixiviados de aterros sanitários, lodos, escoamento de águas pluviais e na recuperação de corpos d'água poluídos).

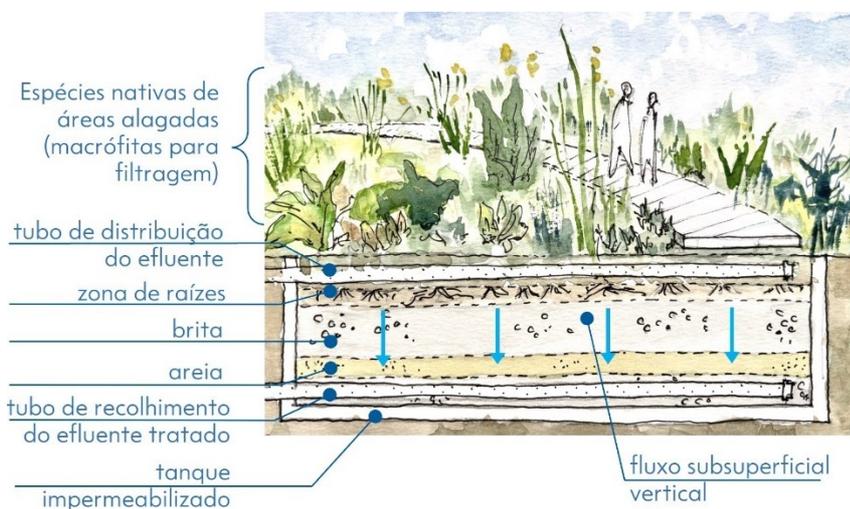


Figura 11. Corte esquemático de um alagado construído (fluxo subsuperficial vertical).

A vegetação é específica e típica de áreas alagadas a depender do bioma ou ecossistema o qual ele pertence, como pântanos, várzeas, mangues ou charcos. Assim, como os reservatórios de amortecimento de cheias eles apresentam múltiplas funções, como *habitat* para fauna terrestre e aquática, área de lazer e de promoção de educação ambiental entre outras.

III. OUTRAS SOLUÇÕES

Parque linear (7) (4)



Figura 12 Exemplo ilustrativo de parque linear.

Compreende um parque implantado ao longo de rio, córrego, canal ou ao redor lagos, lagoas ou reservatórios, e agregando vários elementos da infraestrutura natural (verde e azul) combinados a elementos da infraestrutura cinza em um mesmo espaço (Figura 12). Podem ser obras estruturadoras, funcionando, muitas vezes, como espinha dorsal da infraestrutura verde urbana.

Parques lineares tem múltiplas funções, dentre elas, destacam-se: restaurar várzeas, proteger as margens contra erosão, recompor a vegetação ciliar, reduzir a velocidade de escoamento, acomodar as cheias e conduzir as águas com segurança, proteger a zona ribeirinha contra ocupações irregulares que possam vir a confinar o corpo de água, reduzir e filtrar a poluição difusa, conservar a biodiversidade local e promover a conectividade ecológica, contribuir para mobilidade urbana ativa (pedestres e ciclistas) e oferecer lazer e recreação à população.

Recomenda-se que os parques lineares abranjam as Áreas de Preservação Permanente (APPs) conforme estabelecidas pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e disposições complementares.

Parque, praça e espaços verdes multifuncionais (12)

Similares ao parque linear, são áreas verdes com outros formatos, tamanhos e escalas de abrangência, não necessariamente associado a curso d'água, mas que promova rica biodiversidade e reúna diversas tipologias de SbN (Figura

Parques lineares
tem múltiplas
funções e
oferecem
importantes
serviços
ecossistêmicos,
além de contribuir
para
biodiversidade
local.

13). Estes locais são projetados de forma a combinar elementos da infraestrutura natural (verde e azul) e elementos da infraestrutura cinza (soluções de engenharia convencional) em um mesmo espaço, trazendo múltiplos benefícios, como os já citados nos Parques Lineares Fluviais.



Figura 13. Exemplo ilustrativo de espaço vegetado cumprindo múltiplas funções.

► **Caminho ou corredor verde** ⁽⁷⁾

Compreende uma extensão linear vegetada, que pode ser associada a projetos de infraestrutura e suporte. Devem ter múltiplos usos e funções ecológicas e sociais, como conectar parques e outros fragmentos de vegetação nativa na malha urbana, oferecer vias de mobilidade ativa (ciclistas e pedestres), bem como áreas de lazer e recreação, que trazem mais qualidade de vida e saúde (Figura 14). Caminhos ou corredores verdes pode acompanhar avenidas, trechos subutilizados de infraestrutura (linhas de transmissão de energia, passagem de oleoduto/aqueduto/gasodutos etc.) ou de infraestrutura abandonada, como linhas férreas desativadas.



Figura 14 Exemplo ilustrativo de corredores ou caminhos verdes.

Corredor ecológico (7) (15)

Trata-se de espaços lineares com vegetação de ecossistema local (natural e seminatural) e tem como um dos objetivos primários conectar fragmentos naturais, permitindo o deslocamento de animais, a polinização, a dispersão de sementes, o fluxo gênico, o movimento da biota e a recolonização de áreas degradadas, garantindo a manutenção de seres vivos que demandam, para sua sobrevivência, áreas com extensão maior do que os fragmentos individuais (Figura 15). Quando ocorrem ao longo de corpos d'água, cumprem a função de segurança hídrica, já que ajudam a evitar erosão das margens, assoreamento de nascentes e auxiliam na melhoria qualidade das águas.

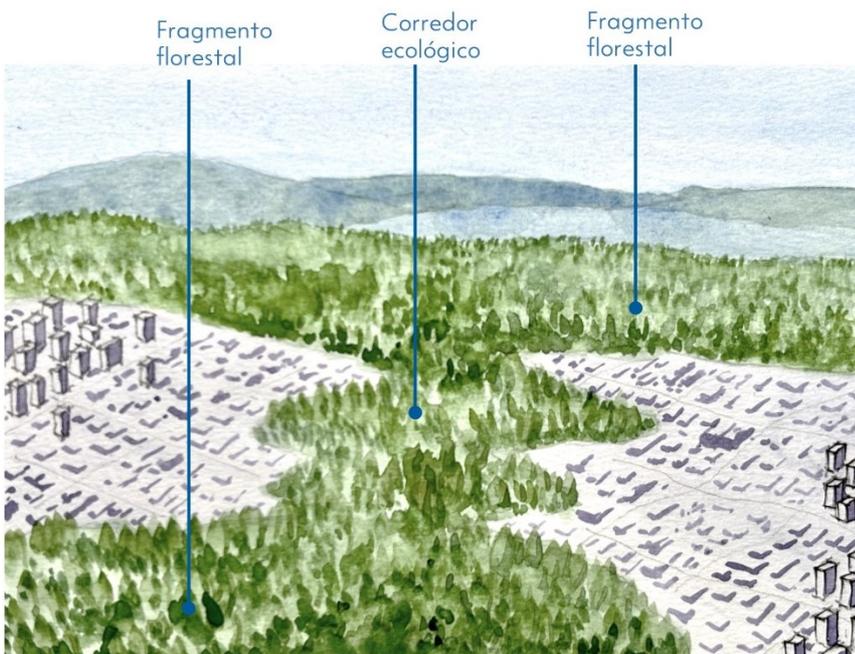


Figura 15. Exemplo ilustrativo de corredor ecológico.

Corredores ecológicos possibilitam o “deslocamento de animais, a polinização, a dispersão de sementes, o fluxo gênico, o movimento da biota, e a recolonização de áreas degradadas”.

Orla marítima e proteção costeira⁽¹²⁾

Compreende espaços lineares constituídos de vegetação nativa do ecossistema costeiro local (como por exemplo restinga e manguezais), que apresentam elementos da infraestrutura natural (verde e azul) combinados, opcionalmente com elementos da infraestrutura cinza (Figura 16). Tais espaços trazem inúmeros benefícios ecológicos: estabilização de dunas, mitigação de danos gerados por eventos extremos relacionados ao oceano (chuvas intensas, marés altas e ressacas), aumento da biodiversidade local; benefícios ambientais: regulação do microclima, sequestro de carbono; e benefícios sociais: mobilidade, recreação e lazer, turismo, educação ambiental, entre outros.

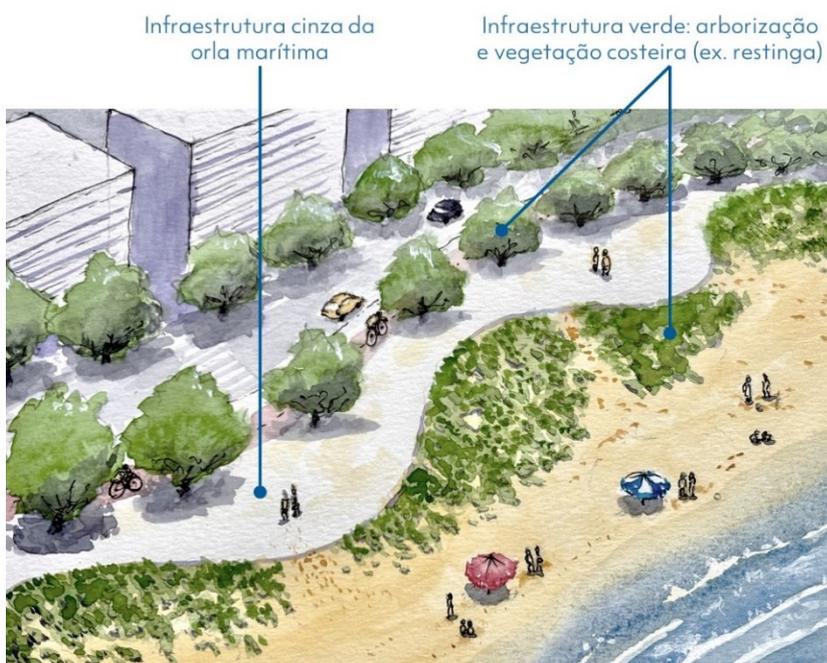


Figura 16. Exemplo ilustrativo de orla que alia a proteção ambiental costeira.

Pomar e horta comunitária⁽⁴⁾ (16)

Compreende área verde urbana destinada à produção agrícola para abastecimento da população local e pode englobar agrofloresta. Hortas e pomares que priorizam alimentos de espécies nativas não só trazem benefícios sociais, relacionados à segurança alimentar, sendo uma solução de adaptação às mudanças climáticas, como também traz ganhos ambientais, promovendo a melhoria da biodiversidade local, a regulação térmica e absorver gases causadores do efeito estufa, melhorando a qualidade do ar (Figura 17).



Figura 17. Exemplo ilustrativo de horta comunitária ou práticas de agricultura urbana.

Vale destacar ainda o potencial de que a produção advinda dessa agricultura seja orgânica, o que contribuiria para incentivar o consumo de produtos mais saudáveis. Ainda, a solução possui o potencial de diversificar a matriz de geração de renda das comunidades locais.

► **Contenção e proteção sustentável de encosta** ⁽¹²⁾

Consiste na restauração ou recuperação de áreas de encostas com espécies nativas do ecossistema local de forma a estabilizar os solos mecanicamente, reduzindo os riscos de deslizamento e o fluxo de escoamento superficial de águas pluviais. Além disso, a intervenção contribui para melhoria da qualidade das bacias hidrográficas à jusante, ao reduzir a erosão e sedimentação. Também pode-se trazer benefícios sociais ao reduzir a vulnerabilidade de regiões, caso haja ocupações nas áreas de risco. Em alguns casos, é necessária a estabilização do solo, por meio de associação de diferentes técnicas geológicas ao plantio da vegetação (Figura 18).

Hortas e pomares que priorizam alimentos do bioma local trazem benefícios sociais, relacionados à segurança alimentar, sendo uma solução de adaptação às mudanças climáticas e ganhos ambientais.



Figura 18. Exemplo ilustrativo de contenção de encosta na margem de curso d'água.

Viaduto vegetado para passagem de fauna ⁽⁸⁾ ⁽¹⁷⁾

Também chamado de viaduto ecológico, ecoduto ou *overpass*, trata-se de uma estrutura semelhante a uma ponte ou um viaduto convencional, porém, ele sustenta uma camada de solo e vegetação (forrações, arbustos e/ou árvores), de forma a conectar fragmentos naturais que foram interrompidos por rodovias, estradas ou vias expressas, permitindo, assim, a passagem da fauna de um fragmento ao outro (Figura 19).

Recomenda-se que sobre o viaduto se recrie um ambiente atrativo à fauna, buscando a reprodução das condições ambientais circundantes.



Figura 19. Exemplo ilustrativo de viaduto vegetado para passagem de fauna.

Passagens de fauna vegetadas, além do papel de conservação da biodiversidade por contribuir para a sobrevivência das

Passagens de fauna contribuem para sobrevivência das comunidades e amplas populações de espécies animais e promovem maior segurança dos usuários nas vias.

comunidades e amplas populações de espécies animais do local (inclusive fluxo gênico), evitam acidentes viários, promovendo maior segurança dos usuários nas vias. Em certos casos, algumas passagens superiores vegetadas podem ser multifuncionais, permitindo a utilização por pedestres ou ciclista, compatibilizando com a mobilidade ativa.



ÁREA DO LOTE/ EDIFICAÇÃO

▀ Coberturas vegetadas ⁽⁴⁾

São jardins implantados sobre terraços, telhados ou lajes de edificação, com o intuito de trazer, principalmente, conforto térmico aos usuários, adaptação às mudanças climáticas por meio da regulação do microclima, combatendo as ondas de calor, e por meio da retenção, da filtragem, em alguns casos, reaproveitamento de águas pluviais, além da melhoria estética e da contemplação. A adoção e a priorização de espécies nativas adequadas a este ambiente específico de terraços e coberturas contribui não só para melhoria da biodiversidade local, mas também em custos menores com manutenção.

As coberturas vegetadas podem ser classificadas em três categorias: telhado verde extensivo, semi-intensivo ou intensivo. A primeira são jardins compostos por vegetação de baixa manutenção e de menor porte (forrações) ou gramíneas, sob fina camada de substrato, e não são usualmente construídos para uso de humano. A segunda categoria (semi-intensivo) comportam além de gramíneas e forrações, arbustos e exige uma camada maior de solo e manutenção regular. Já os telhados verdes intensivos utilizam grande variedade de espécies vegetais e de diferentes portes (inclusive árvores), exigindo, na maioria das vezes, camadas de substrato mais profundas. Este últimos costumam ainda ser espaços acessíveis aos usuários, requer maior manutenção e reforço estrutural devido a maior capacidade de carga (Figura 20).

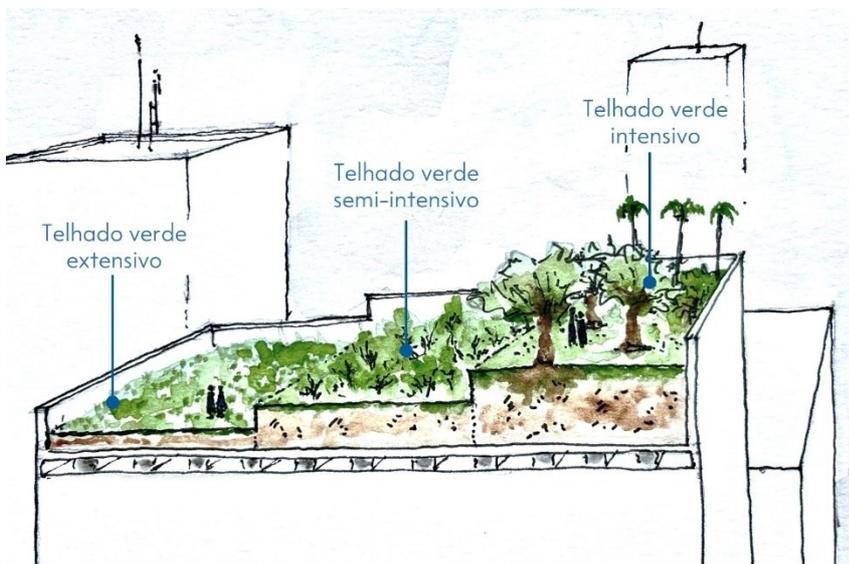


Figura 20. Exemplos ilustrativos de diferentes tipos de coberturas/telhados verdes.

Coberturas verdes trazem conforto térmico, retenção e filtragem das águas pluviais, em alguns casos, reaproveitamento de águas, lazer, contemplação e melhoria da biodiversidade.

As coberturas vegetadas podem exercer diferentes papéis, podendo ser combinadas em único projeto, como por exemplo:

- Telhados de retenção para o armazenamento de água e a redução da velocidade de escoamento;
- Hortas urbanas em telhados, se o objetivo for o de cultivar alimentos;
- Telhados verdes solares, quando combinados com sistemas de painéis solares;
- Função estética e de contemplação para o cultivo de plantas ornamentais e composição estética;
- Coberturas verdes térmicas – caso o foco seja a climatização passiva;
- Coberturas verdes acessíveis, com a finalidade de criar de espaços de lazer e uso humano;
- Ilhas de biodiversidade, quando auxiliam na sucessão de espécies vegetais e na criação de corredores ecológicos para reintrodução da fauna urbana.

▀ Jardim vertical e parede viva ⁽⁴⁾

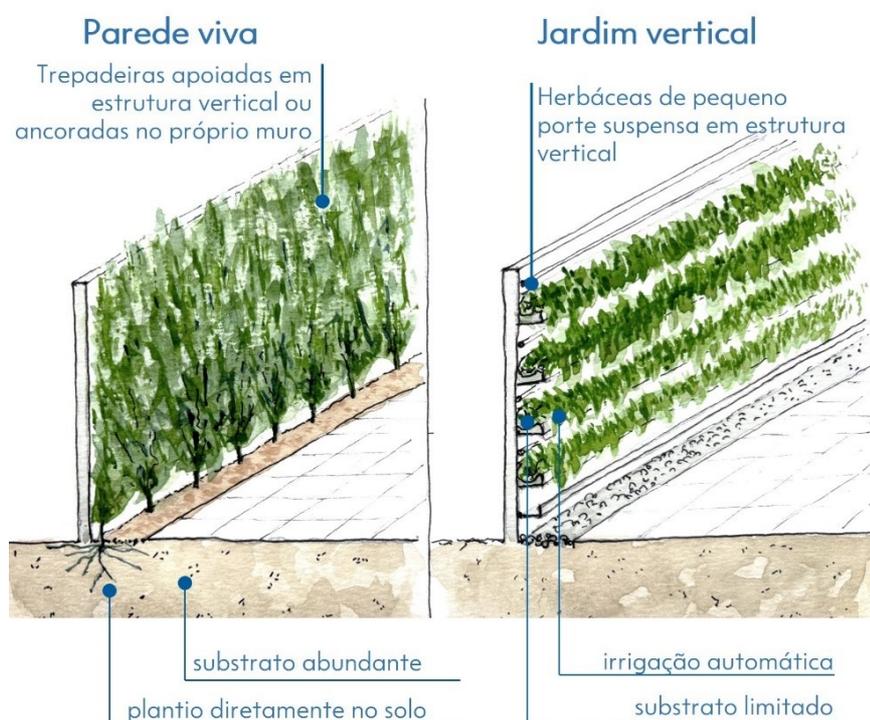


Figura 21. Diagrama esquemático de parede viva e jardins vertical.

Jardim vertical recobre muros, fachadas ou estruturas verticalizadas que exigem, em geral, estrutura e tecnologia específica para acomodar as plantas e realizar manutenção (como irrigação automatizada). Já parede viva se utiliza de

técnicas de plantio diretamente no solo ou em jardineira, com a condução de plantas trepadeiras por fios metálicos ou treliças, tendendo a ser mais econômicas e sustentáveis por demandarem menos aporte de água e menos manejo ao longo do tempo (Figura 21).

Ambas as soluções prestam alguns serviços ecossistêmicos, como melhoria do microclima (umidade, redução do calor e, portanto, maior conforto térmico e eficiência energética), retenção e filtragem das águas pluviais, captura de carbono e aumento da biodiversidade, a depender do tamanho e composição de espécies vegetais selecionadas e até conforto visual e recurso estético.

► **Sistemas individuais de manejo de águas pluviais e residuais** ⁽¹⁶⁾

Compreendem todos os sistemas que promovem a retenção, infiltração ou filtragem das águas pluviais ou tratamento das águas residuais por fitorremediação, cuja área de atendimento esteja limitada ao lote sobre o qual a edificação está implantada. Ou seja, são sistemas individuais para atendimento aos usuários ou moradores da edificação em questão, podendo englobar jardins de chuva, biovaletas, *wetlands*, jardins filtrantes, já tratados anteriormente, ou ainda bacias ou tanques de evapotranspiração, por exemplo, conhecidas também como “fossa de bananeiras” (Figura 22).

As bacias ou tanques de evapotranspiração consiste em um sistema de tratamento de esgoto residencial “fechado” uma vez que a água tratada somente “sai” do sistema por meio de evapotranspiração. Ele funciona por gravidade e as águas residuais vão para o filtro biológico construído dentro de um tanque de concreto. A última camada deste filtro é formada por brita recoberta por substrato onde se desenvolvem espécies vegetais que filtram as águas, e que evapotranspiram o excedente de água. A adoção de espécies vegetais nativas com a função de filtragem contribui também para promover e melhorar a biodiversidade local. Os gases gerados são coletados por um tubo que permite a saída para a atmosfera. O sistema não demanda consumo de energia, não gera resíduos e exige baixa manutenção.

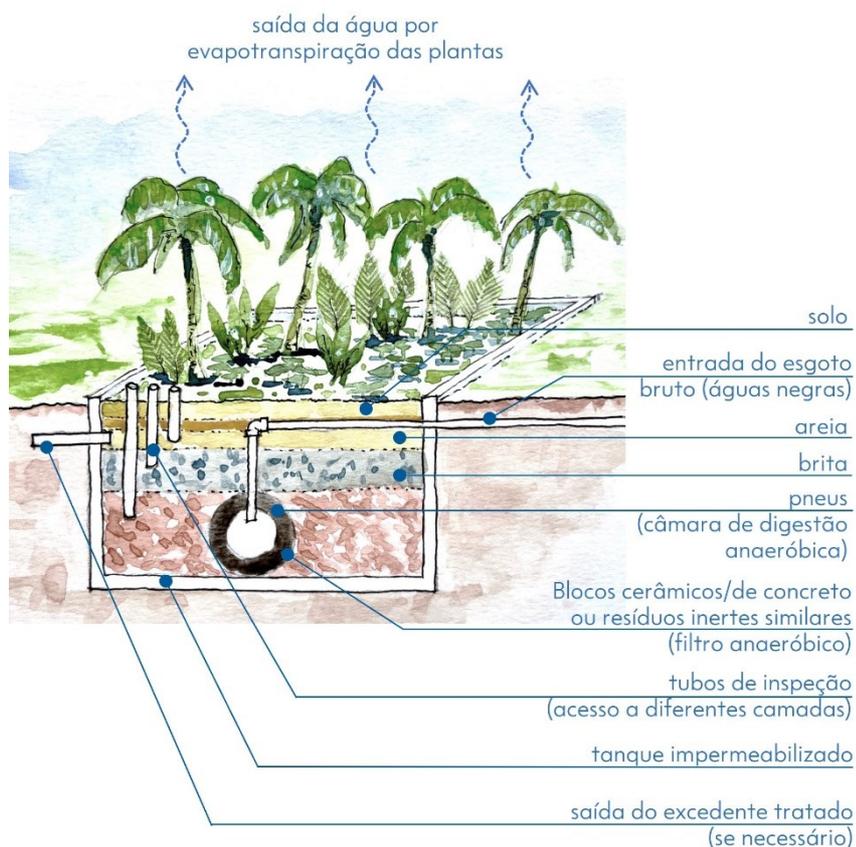


Figura 22. Corte esquemático de bacias ou tanques de evapotranspiração, conhecida popularmente como fossa das bananeiras.

Sistemas individuais, como tanques de evapotranspiração, são uma ótima solução para áreas onde não há rede de coleta de esgoto disponível, devido a inviabilidade de implantação (áreas rurais, periurbanas, comunidades mais afastadas etc.).

Quer saber mais sobre as tipologias da categoria “Novos ecossistemas”?

Acesse os links:

- [Catálogo Brasileiro de soluções baseadas na natureza](#) (CGEE, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações)
- [Catálogo de Soluções Baseadas na Natureza para Espaços Livres](#) (Gap Fund Initiative, GIZ, Guajava)
- [Cidades do Futuro-As Soluções baseadas na natureza ajudando a enfrentar a emergência climática](#) (Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza).

05 Referências

Bibliográficas

1. COHEN-SHACHAM, E, et al. *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland : IUCN, 2016.
2. **United Nations**. 5/5. *Nature-based solutions for supporting sustainable development : resolution / adopted by the United Nations Environment Assembly*. Nairobi : United Nations, 2022.
3. EGGERMONT, H., et al. *Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe*. *Gaia*. 24, 2015, Vol. 4.
4. **CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS**. *Catálogo brasileiro de soluções baseadas na natureza*. Brasília-DF : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2022.
5. VALENTE DE MACEDO, L., et al. *Innovating in Urban Green and Blue Infrastructure to Improve the Food-Water-Energy Nexus: An Implementation Guide for Cities and Subnational Governments*. São Paulo : FGV EAESP CEISA e ICLEI, 2022.
6. **BRASIL**. LEI N.14.119 DE 13 DE JANEIRO DE 2021. *Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais*. Brasília- DF : s.n., 2021.
7. **BRASIL, Ministério das Cidades**. *Manual para apresentação de propostas para sistemas de drenagem urbana sustentável e de manejo de águas pluviais – Programa 2218 -Gestão de Riscos e Desastres. Sistemática PPA 2020-2023*. 2020.
8. **BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação** . *Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis*. [Online] <https://oics.cgee.org.br/>.
9. **SAMPAIO, A, et al**. *Guia de restauração ecológica para gestores de unidade de conservação*. Brasília-DF : s.n., 2021.
10. **SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL** . *Sistemas Agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico*. Brasília-DF : s.n., 2017.
11. **INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA**. *Sistemas Agroflorestais (SAF)*. [Online] <https://ipam.org.br/glossario/sistemas-agroflorestais/#>.
12. **FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO**. *Cidades do Futuro – As Soluções baseadas na natureza ajudando a enfrentar a emergência climática*. [Online] https://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/Biblioteca/Book%20de%20cases%20SBN%20e%20fontes_%20Cidades%20do%20futuro.pdf.
13. **GAP FUND INICIATIVE**. *Catálogo de Soluções baseadas na Natureza para Espaços Livres*. s.l. : Gap Fund Initiative, 2024.

14. **CORMIER, N. e PELLEGRINO, P.R.M.** Infraestrutura Verde: Uma estratégia paisagística para a água Urbana. . *Paisagem e Ambiente*. 2008, Vol. 25.
15. **BRASIL.** LEI N. 9985 DE 18 DE JULHO DE 2000. Institui o Sistema Nacional de de Conservação do Brasil (SNUC). Brasília-DF : s.n., 2000.
16. **ZAYEK, A, ARRUDA, B. e NOVAES, P.** *Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para o Retroajuste Ambiental e a Ação Climática nas Cidades*. s.l. : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zu-sammenarbeit (GIZ) GmbHGIZ, 2022.
17. **CLEVINGER, A. e HUIJER, M.** *Wildlife crossing structure handbook: design and evaluation in North America*. Washington: New Jersey : s.n., 2011.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

Setor Bancário Sul

Quadra 4 Lote 3/4

Edifício Matriz da CAIXA

CEP 70.092-900 - Brasília/DF

Homepage: www.caixa.gov.br

SAC CAIXA - 0800 726 0101 e Ouvidoria - 0800 725 7474

The logo for CAIXA, featuring the word "CAIXA" in a bold, blue, sans-serif font. The letter "X" is stylized with an orange and blue geometric shape behind it. To the left of the text is a solid orange triangle pointing towards the right.

caixa.gov.br