



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is green

LIFE17 ENV/EN/000088

Aplicação de soluções baseadas na natureza
para a adaptação local de edifícios educativos e
sociais às alterações climáticas

Protótipos NBS

Ação: Desenvolvimento de projectos para a criação de protótipos de soluções baseadas na natureza em edifícios-piloto.

Resultado: Desenvolvimento de bases de dados e de uma matriz de trabalho do SNE.

Data: 31/12/2019



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

2

1. ANEXO 1. Protótipos da NBS do MBiG

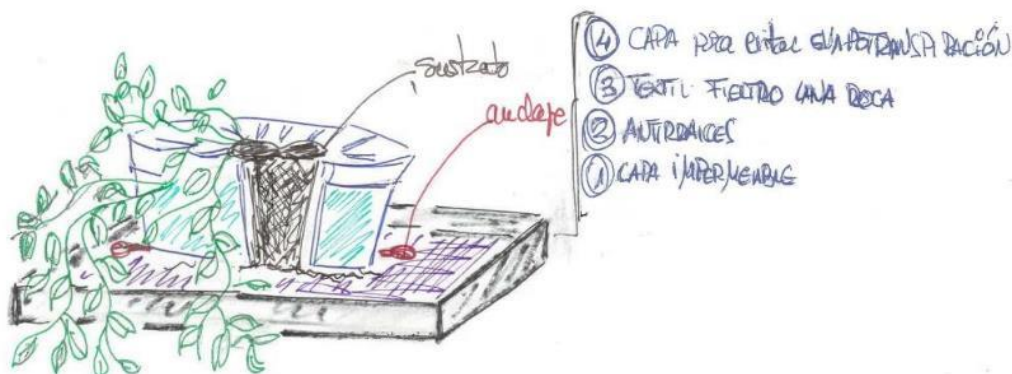
Este anexo apresenta informações pormenorizadas sobre os protótipos de SNE do mBiG, classificados em três categorias: coberturas, fachadas e espaços exteriores.

TELHADOS

1. **mBiGBOX**. Protótipo para telhados utilizando contentores com depósitos de água.

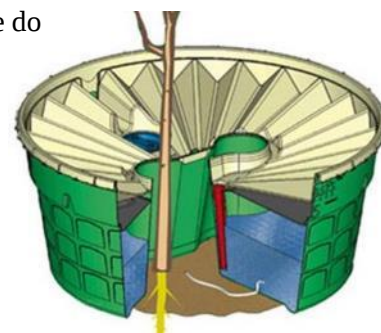
Descrição geral

Sistema de fácil integração em coberturas de gravilha que utiliza um contentor para plantas com um depósito para recolher as águas pluviais e de condensação, um espaço interior de pequenas dimensões para fornecer o substrato inicial com fertilizantes e a plantação e um suporte inferior multicamada para o crescimento das raízes depois de a planta se ter desenvolvido. A irrigação é efectuada por meio de pavios higroscópicos que ligam o tanque a duas zonas da zona radicular.



O sistema e até o próprio tanque serão cobertos pelo cascalho do telhado, que pode ser complementado com arlite ou cascalho vulcânico. Esta cobertura reduzirá as perdas de água devido à evapotranspiração das camadas de suporte e proteger o tanque do sol. Os principais componentes do sistema são:

- Reservatório de água WATERBOXX® ou similar e guia de plantação. O reservatório possui um sistema de pavio higroscópico para fornecer água do interior do reservatório para a zona específica das raízes. O desenho da tampa permite recolher a condensação da água de manhã cedo.
- Substrato especialmente concebido para a manutenção de espécies seleccionadas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE o meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

3

- As características das espécies seleccionadas são a baixa necessidade de água, o hábito rasteiro e as raízes pouco profundas, as espécies autóctones e as espécies indicadas como benéficas para os polinizadores.
- Tabuleiro inferior multicamadas para conter as raízes da planta durante o crescimento. As camadas são concebidas para conter a parte radicular da planta e permitir a sua expansão, mas sem causar danos à copa. De baixo para cima, seria composto por:
 - Camada de impermeabilização. Embora o telhado já esteja impermeabilizado, com esta camada conseguiremos uma maior retenção de água do sistema. Pode ser utilizada uma membrana de EPDM, uma folha de PVC ou outro material equivalente.
 - Barreira de proteção contra raízes feita de polietileno de alta resistência, poliolefina flexível ou geotêxtil não tecido.
 - **Opção:** Pode ser integrada uma camada dupla de drenagem e uma camada filtrante (para evitar que os finos entrem nos canais da camada filtrante) para aumentar a capacidade de armazenamento da água da chuva.
 - Camada de substrato leve à base de lã mineral, lã de ovelha, fibra de coco ou feltro.

O sistema é compatível com a rega gota a gota, que pode ser integrada na estrutura de base. Isto asseguraria uma manutenção mais homogénea da vegetação ao longo do ano. No entanto, a conceção inicial foi feita de modo a não ser necessário implementar um sistema de irrigação, e os ensaios preliminares a realizar vão nesse sentido.

Dimensões

600x600x350mm e a altura do solo superficial. Peso

Cerca de 60 kg/m² (solo saturado de água).

Cerca de 7kg/m² (solo seco).

Sustentabilidade

Estão em curso trabalhos para melhorar a sustentabilidade da solução em termos dos materiais a utilizar.

- O material do WATERBOXX® é o polipropileno que, embora possa ser reciclado (polímero termoplástico), a taxa atual de recuperação e reciclagem é relativamente baixa. Como alternativa, está a ser desenvolvido um trabalho para fabricar este componente a partir de pneus recuperados.
- O material utilizado como substrato leve está atualmente a ser avaliado. Dos materiais disponíveis, a lã de ovelha seria o mais adequado e a sua utilização será priorizada com base na disponibilidade e no custo.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

**Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz**

4

Em relação às operações de manutenção, a sustentabilidade desta solução é muito elevada, uma vez que não requer irrigação, exige intervenções mínimas para gerir a vegetação e ajuda a gerir as águas pluviais.

Primeiras tentativas

Imagens do sistema durante a implementação.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

5



ESPECIFICAÇÕES (Telhado 4x5m 20 m)²

O telhado teria 36 unidades de sistema (densidade de 1 módulo por 0,55 m²).

- Folha de impermeabilização em PVC PNIS05ea (1,5mm) (8,83 €/m2) ¹	176,60€
- Camada de drenagem Danodren R-20 ou similar (7,29€/m) ²²	145,80€
- Barreira radicular de poliéster CQEC02a ³ (2,51€/m2)	50,20€
- Camada de desenvolvimento radicular Lã de ovelha 10cm ⁴ (11,7€/m) ²	234,00€
- Substrato vegetal mBiG 100L (XX€/L)	
- Plantas	
- Contentor para legumes com depósito de água ⁵ (20€/unidade) 36 unidades	720,00€
- Acabamento perimetral 51cm CQEC50a ⁶ (20,16€/m linear)	362,88€
- Protectores de cantos CQEC61a 4 peças ⁷ (15,46€/peça)	61.84€
- Mão de obra (17h) (37,56€/hora)	638,52€

¹ Fornecedor orçamental basepaisajismo.com.

² http://www.danosa.fr/danosa/CMSServlet?node=desc_tarifa&lng=1&site=1

³ https://basepaisajismo.com/Paisajismo_WEB/#uno.CQEC02a

⁴ www.rmtinsulation.com

⁵ <https://accreviri.com/tienda/>

⁶ https://basepaisajismo.com/Paisajismo_WEB/#uno.CQEC50a

⁷ https://basepaisajismo.com/Paisajismo_WEB/#uno.CQEC61a



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

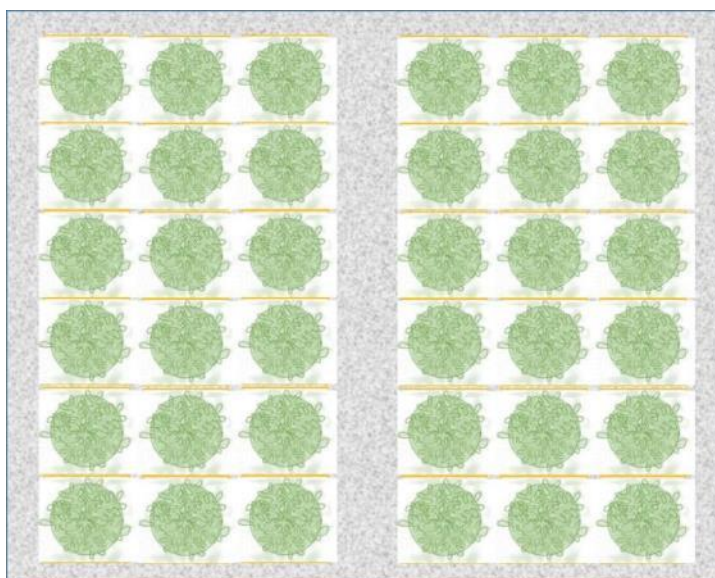
6

O arranque seria composto por duas fases. Uma primeira fase de implantação da planta no sistema que deve ser efectuada pelo menos 3 meses antes da sua instalação para corrigir os erros e assegurar um bom enraizamento. Cada contentor de plantas com tanque ocupa uma superfície de 0,4m² (módulo de 0,6x0,6m).

MOOC03a⁸ h Trabalho 1^a

20,09€/h MOOC05a h Trabalho

17,47€/h



⁸ https://basepaisajismo.com/Paisajismo_WEB/#cap.MOOC



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

7

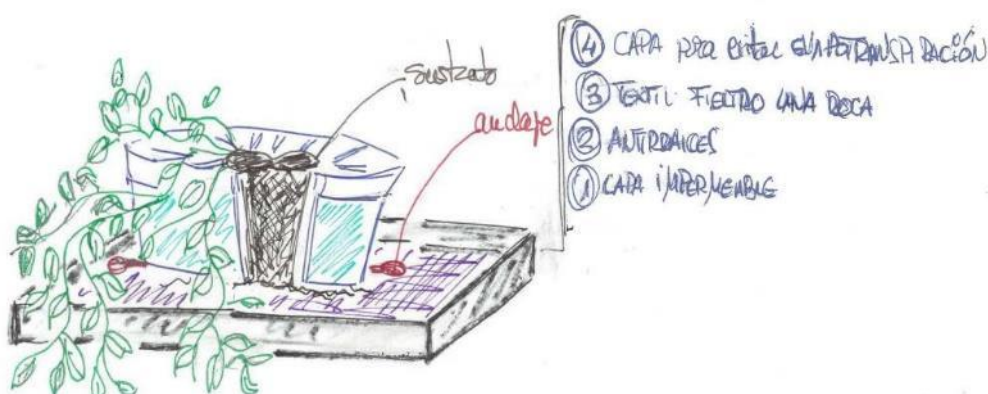
2. mBiGBOX_Ex. Protótipo para telhados utilizando contentores com um tanque de água e um grande telhado verde.

Descrição geral

Sistema de cobertura integrado que combina o sistema mBiGBOX e um sistema de cobertura extensivo. Sistema alternativo ao mBiGBOX para coberturas com maior necessidade de cobertura verde e retenção de água.

O sistema mBiGBOX é composto por um contentor para vegetais com um reservatório para recolher a água da chuva e os condensados, um pequeno espaço interior para fornecer o substrato inicial com fertilizantes e a plantação e um suporte inferior com várias camadas para as raízes crescerem depois de a planta se ter desenvolvido. A irrigação é efectuada através de pavios higroscópicos que ligam o reservatório a duas zonas da zona radicular.

No sistema mBiGBOX_Ex, a camada de substrato do sistema de cobertura verde extensiva é utilizada como camada para permitir o desenvolvimento das raízes da planta integrada no contentor para plantas.



A densidade de implementação do sistema mBiGBOX é de uma unidade por metro quadrado e o resto da cobertura será baseado numa cobertura verde extensiva. A cobertura verde em que assenta será uma cobertura verde extensiva com 8 cm de substrato para albergar vegetação sedum. O telhado terá uma chapa nodular drenante com uma capacidade de armazenamento de água de 6 litros por metro quadrado que contribuirá para uma melhor gestão das águas pluviais que caem no telhado.

A uniformidade da copa extensiva será quebrada pela integração do sistema mBiGBOX com espécies de maior porte que permitirão servir os polinizadores. Para além disso, será esteticamente diferente dos sistemas extensivos convencionais que são mais positivos em ambiente escolar. Por outro lado, a integração do mBiGBOX na copa extensiva aumenta em 15L a quantidade de água da chuva que pode ser armazenada por metro quadrado.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

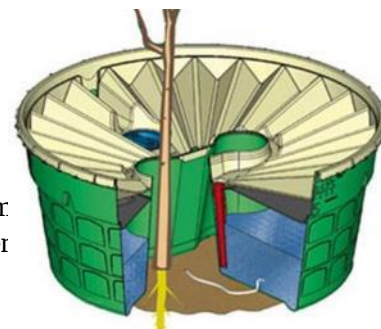
Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

8

Os componentes do sistema são:

GRANDE TELHADO VERDE

- Camada geotêxtil anti-perfuração
- Barreira de raízes em PEAD
- Camada geotêxtil anti-perfuração
- Camada de drenagem em PEAD com capacidade de armazenar
- Camada de retenção / substrato orgânico para a cultura de cober
- Plantas Sedum reservatório



WATERBOXX® ou similar

- Reservatório de água WATERBOXX® ou similar e guia de plantação. O reservatório possui um sistema de pavio higroscópico para fornecer água do interior do reservatório para a zona específica das raízes. O desenho da tampa permite recolher a condensação da água de manhã cedo.
- Substrato especialmente concebido para a manutenção de espécies seleccionadas.
- As características das espécies seleccionadas são a baixa necessidade de água, o hábito rasteiro e as raízes pouco profundas, as espécies autóctones e as espécies indicadas como benéficas para os polinizadores.

O reservatório WATERBOXX® ou similar seria integrado no resto da cobertura extensiva, colocando-o sobre a chapa nodular, a manta de contenção e o substrato e não instalando a planta nessa zona.

O sistema é compatível com a rega gota a gota, que pode ser integrada na estrutura de base. Isto asseguraria uma manutenção mais homogénea da vegetação ao longo do ano. No entanto, a conceção inicial foi feita de forma a não ser necessário implementar um sistema de irrigação, e os ensaios preliminares a realizar vão nesse sentido.

As plantas a instalar na mBiGBOX serão adaptadas a cada local e serão utilizadas, no mínimo, três espécies diferentes, com florações escalonadas e que ofereçam abrigo e alimento a vários tipos de insectos, para incentivar a biodiversidade no telhado.

É de salientar a funcionalidade da cobertura, que teria uma capacidade de armazenamento de água de pelo menos 21 litros por metro quadrado entre o que seria captado pela mBiGBOX e o que é captado pela folha nodular. A este valor seria adicionado o que se acumularia no próprio substrato e nos tecidos presentes no sistema. A capacidade de retenção pode ser aumentada através da colocação de uma placa nodular de maior capacidade.

Dimensões: Cobre todo o teto e a altura depende do tamanho das plantas escolhidas para o recipiente.

Peso: Cerca de 60 kg/m² (solo saturado de água).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

Cerca de 7kg/m² (pavimento seco).

Sustentabilidade

Estão em curso trabalhos para melhorar a sustentabilidade da solução em termos dos materiais a utilizar.

- O material do WATERBOXX® é o polipropileno que, embora possa ser reciclado (polímero termoplástico), a taxa atual de recuperação e reciclagem é relativamente baixa. Como alternativa, está a ser desenvolvido um trabalho para fabricar este componente a partir de pneus recuperados.
- O material utilizado como substrato leve está atualmente a ser avaliado. Dos materiais disponíveis, a lã de ovelha seria o mais adequado e a sua utilização será priorizada com base na disponibilidade e no custo.

Em relação às operações de manutenção, a sustentabilidade desta solução é muito elevada, uma vez que não requer irrigação, exige intervenções mínimas para gerir a vegetação e ajuda a gerir as águas pluviais.

Primeiras tentativas



Imagens do sistema durante a implantação (apenas para o sistema WATERBOXX®).

A instalação combinada com um telhado verde extenso evitaria a instalação destas camadas inferiores mostradas na figura. Apenas a camada de lã seria necessária para melhorar o desenvolvimento das raízes da planta.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

10

Simulação do resultado do mBiGBOX_Ex para a cobertura de uma escola no Porto.



ESPECIFICAÇÕES (Teto de referência 20x15m 300 m)²

A cobertura verde incluiria 300 ou 150 unidades do sistema (densidade 1 / 0,5 módulo WATERBOX® ou similar por m2).

- Camada de geotêxtil anti-perfuração 150gr/m² (toda a superfície).
- Barreira anti-raízes em PEAD Safeguard de 800gr (toda a superfície).
- Camada de geotêxtil anti-perfuração 150gr/m² (toda a superfície).
- Camada de drenagem em PEAD com 2 mm de espessura e 6 l/m² retenção de água (toda a superfície).
- Camada de retenção 500gr/m² (toda a superfície).
- Plantas de Sedum 16plantas/m2, B60.
- Camada de desenvolvimento radicular Lã de ovelha 50x50cm⁹ (NITA-WOOL® batts ou similar) uma por contentor, 300 ou 150 unidades.

⁹ www.rmtinsulation.com / <http://rmt-nita.es/esp/wool.php> ou similar



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

11

- Substrato vegetal mBiG para recipiente para plantas com reservatório, 2 l/unidade (600 l ou 300 l).
- Plantas para contentor de plantas com tanque, 300 ou 150 unidades.
- Contentor para legumes com depósito¹⁰ (20€/unidade) 300 unidades (1 u/m²) ou 150 unidades (0,5 u/m²).
- Acabamento do perímetro 51cm CQEC50a¹¹ (70 metros).
- Protectores de canto CQEC61a 4 unidades¹²
- Colocação em funcionamento

O custo de instalação deste sistema seria de cerca de 100 euros/m² para a opção de 1 unidade por metro quadrado e de cerca de 90 euros/m² para a opção de 0,5 unidades por metro quadrado (com base num preço para a base extensiva do telhado de cerca de 70 euros/m).²

Abaixo estão imagens que permitem visualizar a densidade de instalação dos contentores de legumes com 1 e 0,5 unidades por metro quadrado de copa.

¹⁰ <https://accreviri.com/tienda/>

¹¹ https://basepaisajismo.com/Paisajismo_WEB/#uno.CQEC50a

¹² https://basepaisajismo.com/Paisajismo_WEB/#uno.CQEC61a



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

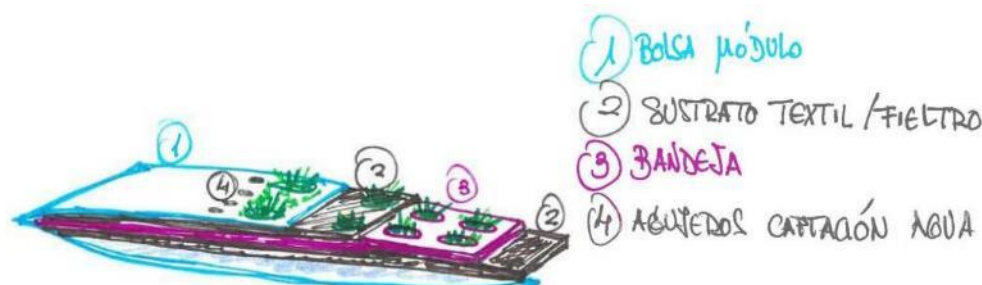
Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

12

3. mBiGTray. Protótipo para coberturas utilizando tabuleiros encapsulados com elevada capacidade de retenção de água.

Descrição geral

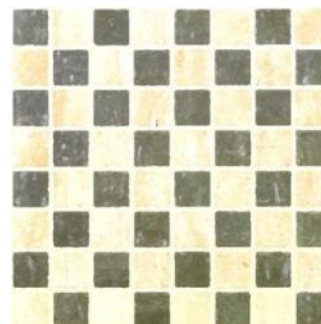
O sistema consiste num tabuleiro de várias camadas para manter o coberto vegetal que é encapsulado com uma folha branca impermeável para recolher a água da chuva e reduzir as perdas de água. A conceção do sistema, incluindo a seleção das espécies vegetais adequadas, baseia-se nas necessidades de irrigação, mas é compatível com um sistema de irrigação. Na parte superior do invólucro existem orifícios para a plantação de espécies vegetais.



Esquemáticamente, tratar-se-ia de um sistema de cobertura vegetal extensiva ensacada para a tornar mais resistente aos períodos sem chuva.



Este sistema permite a instalação dos tabuleiros no telhado, ocupando inicialmente 50% da superfície diretamente com a parte vegetal e o resto com uma superfície branca que evita a captação excessiva de energia térmica. A instalação é efectuada através de um sistema axadrezado em que as superfícies de plantação alternam com as superfícies de recolha de água. Na zona de junção de cada módulo, existem orifícios que permitem a entrada de água da zona de recolha de água para a zona com o sistema vegetal.



O mBiGTray tem um orifício de drenagem à altura da superfície do tabuleiro para permitir que a quantidade máxima de água seja armazenada, evitando o enchimento do substrato onde se encontram as raízes das plantas.

Tanto o peso do tabuleiro como a sua conceção plana significam que, em princípio, não é necessário um sistema auxiliar de ancoragem do telhado. No entanto, se os ventos predominantes na zona forem muito fortes, o sistema pode ser lastrado utilizando agregado drenante como enchimento parcial dos vazios do tabuleiro.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

13

Componentes do sistema:

- O material de revestimento pode ser EPDM branco ou PVC. Em princípio, o PVC branco é selecionado como primeira escolha, principalmente devido ao preço. O EPDM custaria aproximadamente 15 € / m² e o PVC menos de metade. Além disso, o peso por m² é também superior. A durabilidade dos dois materiais é semelhante para esta aplicação, ambos com uma garantia de 10 anos.



- O tabuleiro é constituído por um suporte com cavidades para conter o substrato de plantação das plantas a incluir. O suporte nodulado é coberto com um geotêxtil de feltro não tecido e inserido na cápsula. Este tabuleiro permite estruturar a plantação da vegetação, proporcionando rigidez para o manuseamento do ensacamento e criando espaços para o armazenamento de água no seu interior.
- Entre o tabuleiro e o geotêxtil encontra-se o material de substrato, que pode ser lã de ovelha ou esfagno ou outros materiais semelhantes. Esta camada permite o transporte capilar da água da área de armazenamento de água para a área superior.
- Por cima do geotêxtil existe uma camada de substrato encapsulada num geotêxtil leve. Esta zona contém a parte radicular da vegetação que está integrada no sistema.
- As características das espécies seleccionadas são a baixa necessidade de água, as raízes rasteiras e pouco profundas, as espécies autóctones e as espécies indicadas como benéficas para os polinizadores. A plantação seria de 16 plantas por tabuleiro. Inicialmente, haveria faixas cobertas de vegetação e faixas sem vegetação, mas ao longo dos anos poderia haver uma cobertura verde completa.

Além disso, o sistema é compatível com a rega gota a gota, que pode ser integrada na estrutura de base. Isto asseguraria uma manutenção mais homogénea da vegetação ao longo do ano. No entanto, o projeto inicial foi concebido de forma a não ser necessário implementar um sistema de irrigação e os ensaios preliminares a realizar vão nesse sentido.

Custos do sistema: O sistema foi desenvolvido em telhas de 1200x600mm. O custo estimado do sistema para um telhado de 100 m² pode ser de cerca de 125 euros por metro quadrado.

Dimensões: As dimensões padrão do tabuleiro são 600x1200x100 mm (altura da planta não incluída).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

Peso

Cerca de 120 kg/m² (saturado de água) Cerca

de 25 kg/m² (seco)

Sustentabilidade

Estão em curso trabalhos para melhorar a sustentabilidade da solução em termos dos materiais a utilizar.

- O material exterior do saco é o cloreto de polivinilo, PVC, que pode ser reciclado (polímero termoplástico), mas a atual taxa de recuperação e reciclagem é relativamente baixa¹³. Estão a ser procuradas alternativas a partir de materiais naturais ou, na sua ausência, a partir de materiais recuperados, mas isto não é fácil.
- O material dos tabuleiros é o PEAD, um polímero que também é reciclável¹⁴ (termoplástico), mas estão a ser avaliadas outras opções, embora a substituição não seja fácil no início.
- O material utilizado como substrato leve está atualmente a ser avaliado. Dos materiais disponíveis, a lã de ovelha seria o mais adequado e a sua utilização será priorizada com base na disponibilidade e no custo.
- O substrato vegetal deve ser adquirido localmente.
- As plantas serão adquiridas localmente.



Em relação às operações de manutenção, a sustentabilidade desta solução é muito elevada, uma vez que não requer irrigação, exige intervenções mínimas para gerir a vegetação e ajuda a gerir as águas pluviais.

Primeiras tentativas

Imagens do primeiro sistema implementado e um mês depois no telhado CARTIF. Neste protótipo, não foi implementado o sistema de recolha de águas pluviais, que consistiria num orifício no centro do tabuleiro que permitiria a entrada da água da chuva no tabuleiro.

¹³ Em 2016, 4,6% do PP foi reciclado em Espanha e 4,2% na Europa. Fonte: <https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/1240-plasticos-situacion-en-2018>¹⁴
Em 2016, 5,5% do PP foi reciclado em Espanha e 5,0% na Europa. Mesma fonte.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

15



Especificações e orçamento previsional (teto 100 m)²

A densidade do sistema é de 1 módulo por 2 m² . Cobertura completa com 50 unidades.

- Película de PVC impermeável Branco
- Camada de estruturação: constituída por um geotêxtil não tecido de fibras descontínuas de polipropileno de alta tenacidade.
- Camada de drenagem e retenção. Tabuleiro nodular em PEAD com argila expandida com 50 mm de altura.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

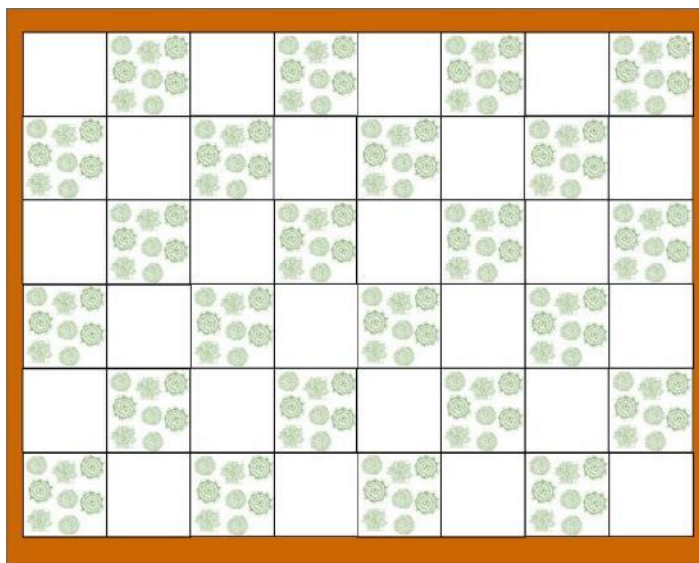
Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

16

- tecido não tecido absorvente
- Substrato vegetal mBiG
- Plantas 16u/m², sedum selecionado e adaptado localmente
- Trabalho

• Total (125€/m2)

12.500€



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



4. mBiGCUVE. Protótipo para coberturas com tabuleiros em parcelas baseadas em sistemas de cobertura extensivos.

Esta solução tem como objetivo sombrear os telhados para reduzir a radiação solar e, consequentemente, as altas temperaturas atingidas nos meses de verão. Os telhados podem ter uma elevada inércia térmica, pelo que é importante reduzir a irradiação solar direta no verão e o efeito do vento e das baixas temperaturas nos meses mais frios. Isto ajudará a reduzir as perdas de energia nos meses de inverno e, consequentemente, as emissões de CO₂ e o consumo de energia para aquecimento, que são também objectivos do projeto. Tendo em conta o atual estado da arte, o principal desenvolvimento esperado no domínio das coberturas verdes é simplesmente a sua maior implementação e difusão em climas quentes e secos. Neste caso, tendo em conta os objectivos do projeto e a necessidade de atuar sobre os edifícios existentes, devem ser procurados sistemas igualmente modulares, fáceis de montar e desmontar, adaptáveis a diferentes edifícios.

Os requisitos de conceção para o mBiGCUVE eram que fosse fácil de implementar, modular, adaptável a qualquer edifício, durável, acessível e compatível com o edifício.

Existem duas alternativas para o mBiGCUVE:

mBiGCUVE 1: (COBERTURA VEGITAL) sistemas apoiados no telhado, separados deste, que geram o efeito de um telhado ventilado com uma câmara de ar entre a gralha de acabamento existente e o sistema implantado (desta forma o atual telhado "quente" passaria a "telhado frio"). Deverão ser dispostas estantes apoiadas em "parcelas" elevadas, sobre as quais deverão ser colocados "tabuleiros" amovíveis para albergar uma solução de cobertura fina e extensiva, com um substrato melhorado e com espécies autóctones adequadas a esta espessura. Trabalhámos com armações e tabuleiros modulares que aproveitam materiais disponíveis no mercado, modulando os elementos para 1,50 m, 3,00 m, 4,50 m, ou 6,00 m, com larguras de 1,00 m ou consoante as medidas do sistema de tabuleiros.

mBiGCUVE 2: (COVeCTIVA VEGEtal) como variante do sistema anterior, as estantes conteriam contentores de maior dimensão nas extremidades e/ou pontos intermédios. Neste caso, será considerada a utilização de espécies caducifólias, tendo em conta que este tipo de espécies tem maiores necessidades de manutenção.

A conceção específica feita para este projeto, a criação de uma cobertura verde ventilada, a modulação da subestrutura, a possibilidade de montagem e desmontagem, e a adaptação a qualquer cobertura existente, fazem do sistema de sombreamento verde mBiGCUVE um protótipo, não comercializado anteriormente como tal. Por outro lado, a tipologia dos edifícios, ensino público e serviços sociais, nunca foi considerada no contexto geográfico do projeto nem nestas regiões climáticas da UE para a implementação de coberturas verdes ou mesmo de qualquer tipo de NBS.

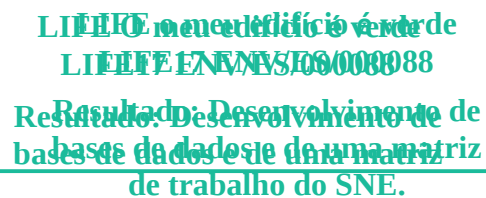
No que diz respeito à seleção das espécies vegetais, é necessário ter em conta os requisitos de espessura máxima do substrato, as condições de rega e a manutenção. O Real Jardim Botânico (CSIC) seleccionou as seguintes espécies, incluindo os requisitos de plantação, aquisição e manutenção:

Perenes: *Dianthus carthusianorum*; *Festuca cinerea*, híbrido *Festuca cinerea cinerea* híbrido; *Gypsophila repens* p.; *Helianthemum nummularium*; *Koeleria glauca*; *Petrorhagia saxifraga*; *Saponaria ocymoides*; *Satureja montana* ssp. *illyrica*; *Saxifraga paniculata*; *Sempervivum hybride* ; *Cerastium arvense* ; *Hieracium pilosella*; *Potentilla neumanniana*; *Prunella grandiflora*; *Thymus doerfleri* *Thymus doerfleri* Bressingham; *Thymus serpyllum* Serpol.

Sedum: *Album*, *Acre*, *Reflexum*, *Sediforme*, *Rupestre*, *Ochroleucum*, etc.

Dimensões

As dimensões do mBiGCUVE são apresentadas na imagem abaixo. As dimensões gerais podem ser modificadas de acordo com os requisitos da instalação, mas as dimensões do módulo devem ser mantidas.





my building is green
A LIFE PROJECT

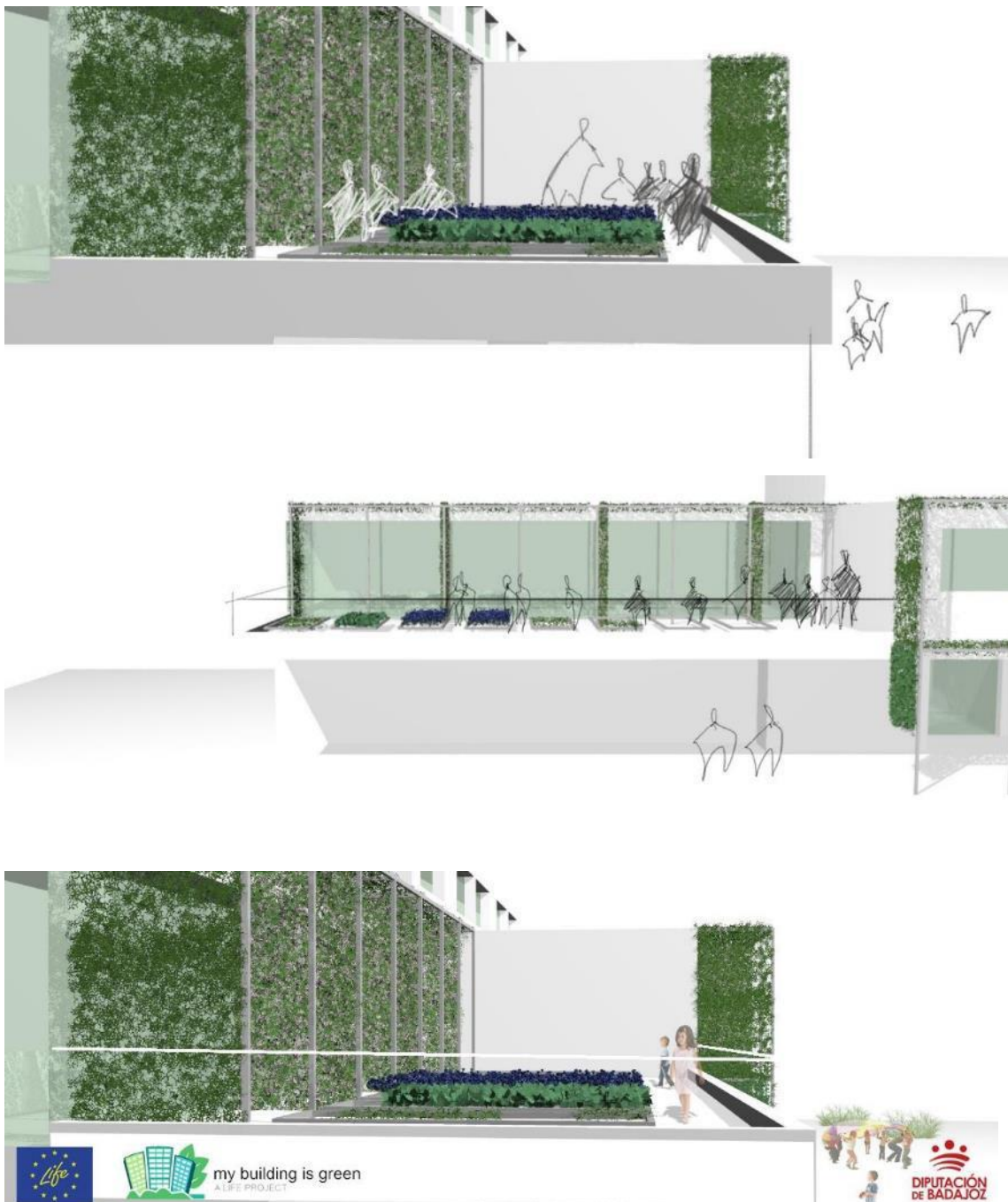
LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

20

Recriação visual da solução

As imagens seguintes mostram a recriação visual da Escola CEIP Gabriela Mistral, em Solana de los Barros, na província de Badajoz (Espanha).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

5. mBiGCUVE-SUS. Protótipo de cobertura com tabuleiros em parcelas baseado em sistemas de cobertura extensivos.

Tal como o sistema protótipo acima, esta solução tem como objetivo sombrear os telhados para reduzir a radiação solar e, consequentemente, as altas temperaturas atingidas nos meses de verão. Os telhados podem ter uma inércia térmica elevada, pelo que é importante reduzir a irradiação solar direta no verão e o efeito do vento e das baixas temperaturas nos meses mais frios. Isto ajudará a reduzir as perdas de energia nos meses de inverno e, consequentemente, as emissões de CO₂ e o consumo de energia para aquecimento, que são também objectivos do projeto. Tendo em conta o atual estado da arte, o principal desenvolvimento esperado no domínio das coberturas verdes é simplesmente a sua maior implementação e difusão em climas quentes e secos. Neste caso, tendo em conta os objectivos do projeto e a necessidade de atuar sobre os edifícios existentes, devem ser procurados sistemas igualmente modulares, fáceis de montar e desmontar, adaptáveis a diferentes edifícios.

Os requisitos de conceção do mBiGCUVE-SUS eram: ser fácil de implementar, modular, adaptável a qualquer edifício, durável, acessível, compatível com o edifício, necessitar de pouca água e ser mais sustentável.

As melhorias implementadas em relação ao sistema anterior dizem respeito principalmente ao substrato. Foi formulado um novo substrato que contém uma percentagem significativa de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição e uma formulação especial da microbiota do solo para a sua utilização e para reduzir as necessidades de água do sistema.

Em termos de configuração, tal como a mBiGCUVE plana, a mBiGCUVE-SUS pode ser montada como: mBiGCUVE-SUS 1 com as mesmas características da mBiGCUVE 1 (página 17 deste documento). mBiGCUVE-SUS 2 com as mesmas características da mBiGCUVE 2 (página 17 deste documento).

A conceção específica deste projeto, a criação de um telhado verde ventilado, a possibilidade de montagem e desmontagem e a adaptação a qualquer telhado existente, fazem do sistema de sombreamento verde mBiGCUVE um protótipo, não comercializado anteriormente como tal. Este sistema apresenta várias modificações em relação ao sistema anterior:

- Este sistema tem a particularidade de incluir agregado reciclado para substituir parte dos componentes do sistema anterior. Em primeiro lugar, o lençol de drenagem de 4 cm de espessura é substituído por uma camada de agregado reciclado com uma granulometria de 5-10 mm.
- Camada de geotêxtil anti-perfuração 150gr/m² (toda a superfície).
- O armazenamento de água e o fornecimento de nutrientes são particularmente importantes para o cultivo de plantas perenes e arbustivas. No caso dos substratos do projeto, a combinação de uma granulometria mais fina (pó de resíduos de porcelana) e de uma maior



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

22

- níveis de matéria orgânica em função da vegetação autóctone a instalar. Desta forma, asseguram-se os níveis adequados de água necessários à vegetação, sem reduzir o volume de ar do substrato, evitando a compactação do mesmo.
Além disso, o substrato é co-inoculado com um substrato fertilizante com protistas que são viáveis nas condições de cobertura. Estes protistas devem incluir estirpes heterotróficas (para o ciclo de nutrientes) e autotróficas (para a produção primária). Propomos aqui aumentar rapidamente a produtividade das plantas através da seleção de estirpes de protistas heterotróficos e autotróficos de ambientes naturalmente áridos.

No que diz respeito à seleção das espécies vegetais, é necessário ter em conta os requisitos de espessura máxima do substrato, as condições de rega e a manutenção. O Real Jardim Botânico (CSIC) seleccionou as seguintes espécies, incluindo os requisitos de plantação, aquisição e manutenção:

Perenes: *Dianthus carthusianorum*; *Festuca cinerea*, híbrido *Festuca cinerea cinerea* híbrido; *Gypsophila repens* p.; *Helianthemum nummularium*; *Koeleria glauca*; *Petrorhagia saxifraga*; *Saponaria ocymoides*; *Satureja montana* ssp. *illyrica*; *Saxifraga paniculata*; *Sempervivum hybride*; *Cerastium arvense*; *Hieracium pilosella*; *Potentilla neumanniana*; *Prunella grandiflora*; *Thymus doerfleri* *Thymus doerfleri* Bressingham; *Thymus serpyllum* Serpol.

Sedum: *Album*, *Acre*, *Reflexum*, *Sediforme*, *Rupestre*, *Ochroleucum*, etc.

Dimensões

As dimensões do mBiGCUVE são apresentadas na imagem abaixo. As dimensões gerais podem ser modificadas de acordo com os requisitos da instalação, mas as dimensões do módulo devem ser mantidas.

Recriação visual da solução

As imagens seguintes mostram a recriação visual da Escola CEIP Gabriela Mistral, em Solana de los Barros, na província de Badajoz (Espanha).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

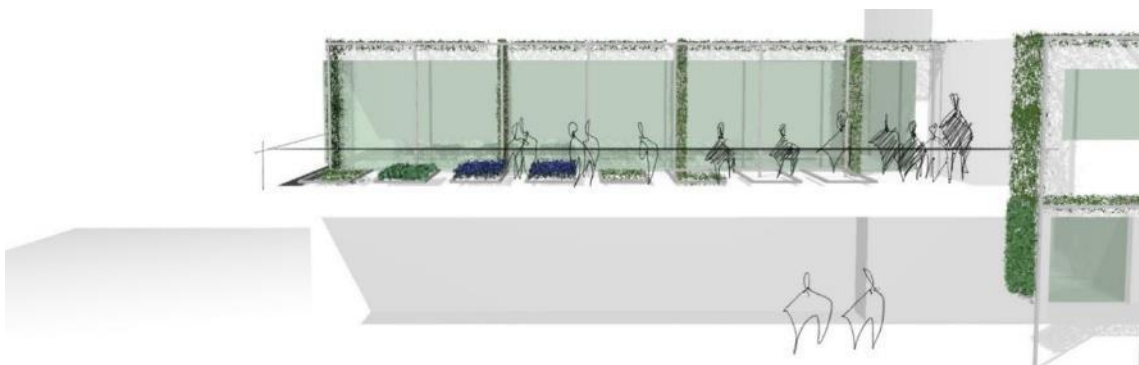


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

23



6. mBiGUL. Solução baseada no Green Urban Living System (GUL). Sistemas de cobertura multifuncionais baseados em aglomerado de cortiça expandida para impermeabilização.

Green Urban Living (GUL)¹⁵ é um sistema multifuncional que utiliza aglomerado de cortiça expandida para a construção de coberturas verdes e fachadas vivas.

Embora a utilização de coberturas verdes urbanas seja ainda pouco frequente, o projeto LIFE-mybuildingisgreen pretende promover as coberturas verdes como uma tendência na arquitetura e no urbanismo, conciliando aspectos relacionados com a adaptação das cidades aos efeitos das alterações climáticas e promovendo também a construção sustentável. Este sistema foi desenvolvido no âmbito de um projeto nacional que visa o desenvolvimento e validação de novos sistemas de coberturas e fachadas verdes estruturadas em aglomerado de cortiça expandida (ICB), com um perfil ambiental e energético superior às soluções convencionais e com elevada capacidade de personalização energética e pré-fabricação. Nestes sistemas de conceção ecológica, o ICB proporcionará simultaneamente:

- Isolamento térmico do edifício;
- Funções de drenagem;
- Funções de retenção;
- Sequestro de carbono.

A cortiça é uma matéria-prima tão perfeita que nenhum processo industrial ou tecnológico foi capaz de replicar. Apresenta inúmeras vantagens e benefícios devido às suas características-chave e representa uma oportunidade inovadora para incorporar materiais à base de cortiça em sistemas de telhados verdes. Algumas das principais características da cortiça são

- Material muito leve - Mais de 50% do seu volume é ar, o que o torna muito leve: pesa apenas 0,16 gramas por centímetro cúbico e pode flutuar.

¹⁵ <http://www.itecons.uc.pt/projectos/greenurbanliving/index.php?module=sec&id=546&f=1>



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

24

- Elástico e compressível - É o único sólido que, quando comprimido de um lado, não aumenta de volume do outro; e como resultado da sua elasticidade é capaz de se adaptar, por exemplo, a variações de temperatura e pressão sem alteração.
- Impermeável aos líquidos e aos gases - Graças à suberina e aos ceróides contidos nas paredes celulares, a cortiça é praticamente impermeável aos líquidos e aos gases. A sua resistência à humidade permite-lhe envelhecer sem se deteriorar.
- Isolamento térmico e acústico - A cortiça tem uma baixa condutividade ao calor, ao ruído e às vibrações. Isto deve-se ao facto de os componentes gasosos contidos na cortiça estarem encerrados em pequenos compartimentos impermeáveis, isolados uns dos outros por uma substância resistente à humidade.
- Retardador de chama - A cortiça é também um retardador de chama natural: arde sem chama e não emite gases tóxicos durante a combustão.
- Elevada resistência à abrasão - A cortiça é extremamente resistente à abrasão e tem um elevado coeficiente de atrito. Graças à sua estrutura alveolar, a sua resistência ao impacto ou à fricção é superior à de outras superfícies duras.
- Hipoalergénico - Como a cortiça não absorve o pó, ajuda a proteger contra as alergias e não representa um risco para os asmáticos.
- Toque natural - A textura natural da cortiça combina suavidade e flexibilidade ao tato com uma superfície naturalmente irregular. O grau variável de irregularidade é determinado pelo tipo de cortiça utilizado e pelo acabamento escolhido.

A cortiça também desempenha um papel importante na economia portuguesa, representando 2% do total das exportações portuguesas, e devido aos seus benefícios sustentáveis, ambientais e económicos, parece ser um excelente material para incorporar no projeto, bem como a utilização do GUL, para o testar na adaptação às alterações climáticas num edifício escolar.

O GUL é um sistema de quatro camadas, que utiliza o ICB (Insulation Cork Board, um aglomerado de cortiça expandida), seguido da camada filtrante (para evitar que as partículas do substrato se partam e colapsem o escoamento da água), que é o substrato e acima da camada plantada, onde se encontra a vegetação.



O substrato proposto para ser utilizado é um produto desenvolvido pela LandLab (empresa de coberturas verdes que implementará os protótipos NBS na escola do Porto), o Substrato Técnico Intensivo (ITS), desenvolvido de acordo com as normas FLL. O ITS é constituído por componentes.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

25

especiais de base mineral, que lhe conferem uma textura de espessura média, capilaridade e drenagem elevadas e equilibradas. Este substrato caracteriza-se por uma elevada componente mineral, pela ausência de parasitas, de espécies infestantes e de germes patogénicos e por uma elevada resistência estrutural. É composto por:

- Húmus de casca de pinheiro fermentado certificado, granulometria 0-15mm;
- Turfa branca selecionada, granulometria 0-40 mm;
- Argila expandida - granulometria 2/4mm;
- Rocha vulcânica especial, tamanho de grão 3-9 mm;
- pH corrigido de 5,5-6,5.

O sistema GUL serviu de inspiração para o desenvolvimento do protótipo mBiGUL (mBiG Green Urban Living based), que será aplicado na cidade do Porto, na escola, EB1 Falcão, e os seus principais benefícios para o projeto LIFE-mybuildingisgreen estão relacionados com o sistema de ser:

- Apresenta um design ecológico que incorpora materiais renováveis e recicláveis;
- Permitir a personalização geométrica;
- Ser auto-drenante (não existem telas sintéticas disponíveis);
- Capacidade autónoma de retenção de água;
- Elevada eficiência térmica;
- Elevado desempenho acústico;
- Economicamente competitivo, permitindo vantagens de desempenho tangíveis;
- Fácil de aplicar, o que o torna um alternativa às soluções atualmente disponíveis no mercado.



Exemplo de instalação com o sistema GUL.
Fonte: Neoturf.

O protótipo mBiGUL representa uma solução integrada, pronta a instalar, constituída por um sistema multicamada. A base é formada por uma camada de impermeabilização, seguida de uma camada de aglomerado de cortiça (material reciclado e reciclável), com base no sistema GUL desenvolvido pela Amorim Isolamentos em colaboração com a Neoturf, o Itecons (Inst. de Investigação e Desenvolvimento Tecn. Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade) e a



REAL JARDIN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





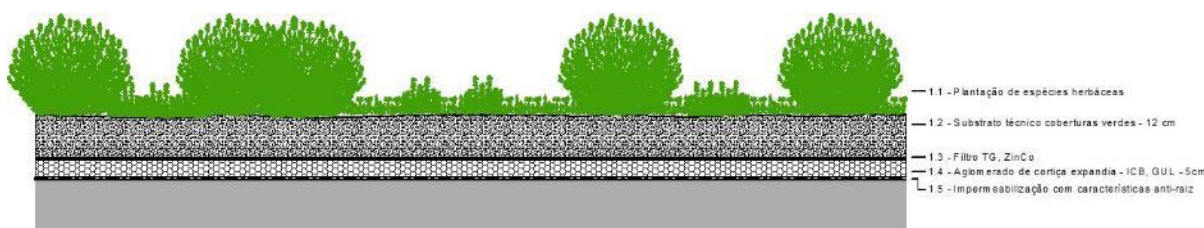
my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de bases de dados e de uma matriz

26

ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais). Sobre a cortiça é colocada uma tela anti-raiz, seguindo-se o substrato e a vegetação. A figura seguinte mostra um corte transversal do protótipo.



Secção transversal da composição do protótipo mBiGUL.

7. . mBiGSECAR. Soluções sustentáveis para a maioria dos tipos de telhados e condições climáticas.

Sedum Carpet é uma solução de cobertura verde sustentável e 100% biodegradável, que foi concebida com o objetivo de reduzir o tempo de instalação de uma cobertura verde. É constituída por uma estrutura à base de fibra de coco pré-plantada com vegetação do género Sedum spp.

Como plantas do género Sedum (diversas variedades), possuem um conjunto de características adequadas e adaptadas ao contexto das aplicações em coberturas verdes, tais como uma elevada resistência a diferentes condições climáticas.



Modelo de tapete Sedum. Fonte: Landlab.

as temperaturas são mais baixas. Para além da regulação térmica diária (dia e noite), estas plantas têm também a capacidade de contribuir para a regulação térmica, acumulando calor durante as estações mais frias (outono e inverno) e produzindo arrefecimento (por evapotranspiração) nas estações mais quentes (primavera e verão).

O Sedum é uma planta alpina. Por isso, é uma planta com uma enorme capacidade de suportar variações bruscas de temperatura, como um clima seco, solos pobres com pouca matéria orgânica, exposição ao sol intenso, locais com neve, ventos fortes, entre outros. Dependendo da variedade, o Sedum pode adaptar-se a condições climáticas extremas, ao contrário da maioria das espécies vegetais. Como qualquer CAM planta, pode reservar água nas folhas, que utiliza apenas à noite, quando



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Este sistema permite a obtenção de um coberto vegetal quase imediato, sendo uma excelente solução para estruturas inclinadas, uma vez que é de fácil aplicação, baixa manutenção, altamente resistente às condições climáticas e tem baixas exigências ecológicas (substrato e água).

Após a aplicação do Sedum Carpet, o aspeto final é o de uma vegetação uniforme, sem lacunas ou espaços vazios, pois este tipo de vegetação tem uma grande dispersão radicular que permite uma cobertura homogénea do espaço. A utilização de diferentes espécies e variedades de Sedum contribui para uma maior diversidade da vegetação da copa e confere um aspeto mais natural e diversificado.

A multiplicidade de espécies de Sedum aplicáveis neste sistema contribui para a vasta gama de utilizações e pode ser aplicada na maioria das paisagens.

telhados e em vários tipos de clima.

As vantagens e os benefícios deste tipo de solução são variados:

- Obtendo uma cobertura verde quase instantânea e de baixa manutenção;
- Livre de ervas daninhas;
- Visualmente apelativo;
- Instalação rápida e fácil;
- 85% de vegetação garantida;
- Solução ligeira;
- Necessidade de reduzir a camada de substrato (de 6 cm);
- Resistente a várias condições climáticas;
- Biodegradável;
- Adequado para quase todos os tipos de telhados;
- Contribui para o isolamento térmico no verão e no inverno;
- Permite isolar o som;
- Menos danos para as aves porque mais de 85% da copa das árvores é imediatamente coberta por vegetação.



Tapete de sedum num telhado. Fonte: LandLab.

O Sedum Carpet também permite a reutilização da água da chuva, com uma retenção de água da chuva de aproximadamente 50% (dependendo das diferenças regionais) e proporciona poupanças de energia substanciais. A retenção da água da chuva ocorre através do armazenamento de água pela planta para utilização em períodos mais secos, mas também permite uma maior regulação dos fluxos de precipitação, abrandando o fluxo da água da chuva e reduzindo assim os fluxos de inundação e os picos na gestão do sistema de águas pluviais urbanas.

Manutenção do tapete Sedum

O tapete de sedum, quando corretamente instalado, requer pouca manutenção. Após a instalação, deve ser regado regularmente durante 2 a 3 semanas para assegurar o correto desenvolvimento inicial da vegetação e a subsequente proliferação do sistema radicular que constitui o tapete. Como as raízes se fixam no substrato, a cobertura só deve ser fertilizada uma ou duas vezes por ano (abril e/ou setembro).

Como o Sedum é uma planta de montanha, se o sistema for utilizado em climas quentes e secos, pode ser necessário e conveniente instalar um sistema de irrigação para regas mais frequentes. A instalação de um sistema de rega gota a gota subterrâneo será uma ferramenta útil se se optar por utilizar este sistema nas regiões da Andaluzia em Espanha (Solana de los Barros) e do Alentejo em Portugal (Évora).



O tapete Sedum tem as seguintes características

- Espessura de 2 a 4 cm;
- Peso seco aprox. 10 g/m;
- Peso saturado aproximado de 15 kg/m;
- Espessura necessária do substrato >10 cm.

- Maior tolerância à secura;
- Maior proteção contra as ervas daninhas;

E as principais vantagens:

- Facilidade de colocação em funcionamento;



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

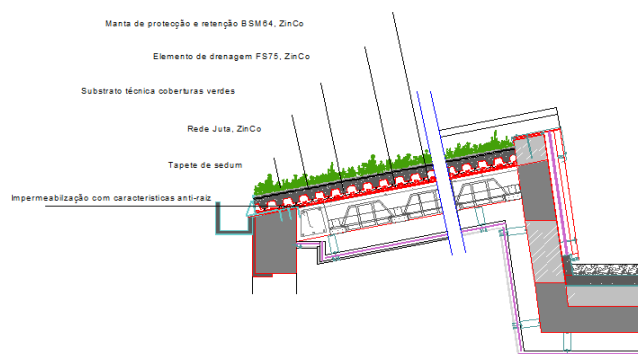
Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

29

- Multiplicidade de espécies que permite variedades e combinações sensoriais e cromáticas: *Sedum album* 'Coral carpet'; *Sedum album* 'Murale'; *Sedum acre*; *Sedum sexangulare*; *Sedum* 'Hispanicum minus'; *Sedum spurium* 'Fuldaglut'; *Sedum floriferum*; *Kamschaticum sedum*; *Sedum hybridum* 'Immergrunche'; *Sedum Lydium* e *Sedum Reflexum*.

Para a EB1 Falcão, foi desenvolvido um protótipo baseado em tapete de sedum, que reflecte os principais benefícios do tapete de sedum (uma camada pré-plantada), facilitando a sua instalação. O mBiGSECAR (SEdum CARpet), reúne a componente tradicional de um sistema de cobertura verde com a facilidade de montagem e fixação de um tapete de sedum, tornando este sistema ideal para instalações em coberturas inclinadas. Este sistema foi especialmente considerado para a EB1 Falcão, devido às suas coberturas inclinadas, para enriquecer e diversificar o conjunto de soluções e constituir um sistema experimental para o ensino do ciclo urbano da água em contexto real. A combinação do mBiGSECAR com o mBiGPond permite a criação de um fluxo de água pluvial entre a captação (cobertura - mBiGSECAR), encaminhamento para o meio intermédio (reservatório) e descarga no meio recetor, lago (mBiGPond), onde será reutilizada para infiltração no solo contribuindo para fechar o ciclo da água.

O mBiGSECAR é constituído por uma camada de impermeabilização, seguida de uma manta de retenção e de um elemento de drenagem para melhorar o escoamento das águas pluviais. O substrato é colocado em cima dos elementos de drenagem, coberto por uma rede que permitirá uma melhor fixação do tapete de sedum ao substrato.



Secção transversal da composição do protótipo mBiGSECAR.

8. .mBiGBioSol. A integração sinérgica das energias renováveis com a criação de habitats biodiversos.

O Bio Solar Roof é a combinação de um telhado verde com um conjunto de painéis solares. De facto, a combinação não é apenas uma soma de benefícios, mas uma simbiose quase perfeita de eficiência energética, biodiversidade e produção sustentável. A instalação de um telhado verde proporciona



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

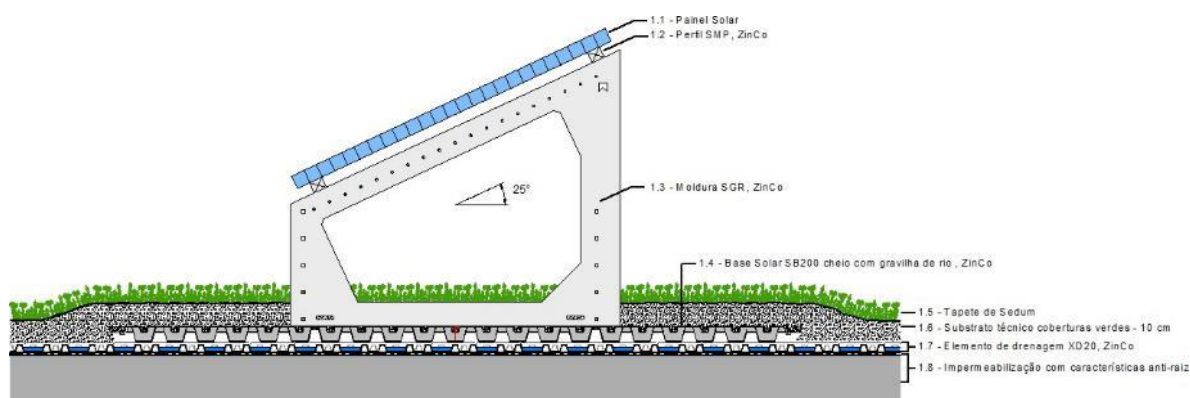
30

um conjunto de benefícios ambientais e económicos, nomeadamente ao nível da regulação da temperatura interior e da promoção da biodiversidade, permitindo simultaneamente uma maior durabilidade da cobertura (reduzindo a exposição às intempéries) e a redução do consumo de energia para climatização interior, resultando numa poupança efectiva.

Por outro lado, os painéis solares contribuem para a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis e neutras, sem emissões de carbono para a atmosfera, ao mesmo tempo que reduzem o consumo e a dependência do edifício em relação ao fornecimento de eletricidade. No entanto, a instalação de painéis solares em coberturas verdes cria uma simbiose entre as duas soluções. Os painéis solares proporcionam uma forte sombra e proteção contra o vento e a chuva à vegetação existente na cobertura, enquanto os processos biológicos de evapotranspiração das plantas contribuem para o arrefecimento dos painéis solares aumentando a sua eficiência e, como tal, obtendo um maior rendimento na produção de energia, que na ausência de uma cobertura verde seria menor.

Sendo a EB1 do Falcão uma das 25 escolas da cidade do Porto que irá albergar um conjunto de painéis solares no âmbito do programa municipal de instalação de equipamentos de produção de energia para autoconsumo denominado "Porto Solar", o protótipo mBiGBioSol (Tejado Bio Solar) foi desenvolvido como proposta de integração dos dois projectos de forma inovadora e numa perspectiva win-win.

Assim, o mBiGBioSol é apresentado como um sistema modular de fixação e suporte de painéis solares fotovoltaicos, constituído por uma base drenante modular à qual é fixado o suporte do painel. A base drenante recebeu o lastro e o substrato onde será plantada a vegetação.



Secção transversal da composição do protótipo mBiGBioSol



REAL JARDIN
BOTANICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

31

FAÇADES

1. mBiGToldo. Protótipo para a criação de superfícies verdes verticais.

Descrição geral

O sistema foi concebido para criar superfícies verticais com vegetação de espessura e peso muito reduzidos para criar sombreamento com contribuição de humidade para o ambiente. O sistema é constituído por uma folha impermeável sobre a qual é colado um feltro não tecido e sobre o qual é projetado um substrato semi-tecido.

Devido à finura do substrato, é integrado um sistema de irrigação hidropónica, que é distribuído por gravidade através da superfície do substrato. Um canal é integrado na zona inferior para recolher o excesso de água e devolvê-lo à estação de irrigação.



A irrigação é efectuada por meio de um sistema hidropónico.

estação de irrigação com uma programação adequada para cobrir as necessidades do jardim vertical em todas as estações e condições ambientais. É necessário ligar a estação de irrigação, que será instalada abaixo do nível do mBiGToldo, a todos os jardins, tanto para fornecer irrigação como para recolher as águas pluviais que caem nos decks superiores.

Os principais componentes do mBiGToldo são:

- Estrutura de suporte. Estrutura com as dimensões adequadas, realizada com o material utilizado para construir a estrutura do paramento vertical que suportará os protótipos de fachada.
- Suporte impermeável. Deve ser um material em folha que seja resistente a perfurações e rasgos para facilitar a fixação. O material atualmente recomendado é a lona de PVC, mas estão a ser procurados materiais mais sustentáveis.
- Película de fixação radicular à base de feltro não tecido ou lã de rocha.
- Mistura de substrato e sementes compatíveis aplicada por pulverização.
- As características das espécies seleccionadas serão facilmente propagadas por semente.
- Tubo de rega gota a gota na parte superior e caleira de recolha de água e relevo para o tubo de recolha de água em excesso.

O sistema só é compatível com a irrigação hidropónica por gotejamento que pode ser integrada



REAL JARDIN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

na estrutura de suporte da copa. O projeto inclui um sistema para recolher o excesso de água de rega e devolvê-lo ao reservatório para otimizar o consumo de água. As espécies que podem ser utilizadas são a *Festuca rubra*, *Agrostis stolonifera*, *Saginas ubulata* e *Cymbalaria muralis*, mas outras podem ser avaliadas em função do local e das sugestões do Royal Botanic Garden.

Dimensões

2000x2000x20mm sem espécies vegetais. Estas dimensões podem ser modificadas de acordo com as necessidades da instalação.

Peso

O peso do módulo proposto 2000x2000x20mm com a estrutura. A estrutura de secção quadrada 50x50,3mm pesaria aproximadamente 8-10kg (alumínio) e o toldo (saturado de água) pesaria um máximo de 40kg. A estrutura de aço com as mesmas dimensões teria um peso aproximado de 30 kg.

Sustentabilidade

Estão em curso trabalhos para melhorar a sustentabilidade da solução em termos dos materiais a utilizar.

- O material de suporte à prova de água é o cloreto de polivinilo, PVC, que pode ser reciclado (polímero termoplástico), mas a atual taxa de recuperação e reciclagem é relativamente baixa. Estão a ser procuradas alternativas a partir de materiais naturais ou, na sua falta, a partir de materiais recuperados, mas isto não é fácil.
- O material utilizado como substrato leve está atualmente a ser avaliado. Disponível Os materiais podem ser têxteis não tecidos (PP), lã mineral e lã de ovelha. Dos materiais disponíveis, a lã de ovelha seria o mais adequado e a sua utilização será prioritária com base na disponibilidade e no custo.



Em termos de operações de manutenção, a sustentabilidade desta solução é moderada, uma vez que requer irrigação hidropónica para a manter em condições adequadas. No entanto, a recolha dos excedentes de água e a integração das águas pluviais melhoram o sistema neste aspeto. O número de operações de corte e manutenção da vegetação dependerá de vários factores que terão de ser avaliados em função da localização do sistema e das espécies seleccionadas. Isto será avaliado durante o projeto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

33

Primeiras tentativas



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

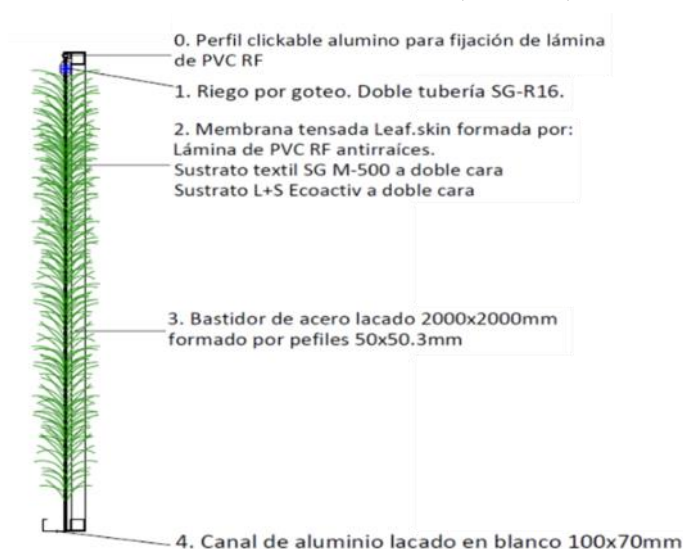
34

ESPECIFICAÇÕES (50 unidades 2x2m, 100 m)²

O sombreamento de uma fachada típica necessitaria de 50 unidades do sistema para um total de 100 m². O custo pode ser escalonado por unidade de toldo.

- Estrutura de alumínio lacado 2x2m com perfis de 40x40,4mm
- Fixações nos cantos do aro para fixação ao sistema FAVE, permitindo alterar o ângulo de instalação em relação à fachada.
- Película impermeável de PVC FR 500gr/m²
- Tecido não tecido de poliéster-acrílico de camada dupla com 3,8 mm de espessura, resistência 7,6 kN/m, tensão de ruptura 170 kg
- Aderência da película de impermeabilização ao tecido não tecido por meio de um adesivo específico para PVC com aditivo reticulante.
- mBiG Substrato orgânico ligado e espécies de sementes especialmente seleccionadas para o clima local
- Inclui a instalação de um sistema de rega com dois tubos de rega gota a gota de 1,6l/h a cada 20cm.
- Ligação ao sistema de irrigação através de um tubo de polietileno de 16 mm com proteção UV, desde o tubo de 25 mm até ao tubo de gotejamento.
- Inclui um canal de alumínio lacado para a recolha de águas residuais.
- Colocação em funcionamento

• **Total (250€/m²)**



25.000€

Sistemas de ancoragem
propostos



Para fixar o toldo aos perfis, utilizar um perfil de encaixe disponível no mercado.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

2. mBiGFAVE. Protótipo para a criação de superfícies verdes verticais.

Descrição geral

Sombreamento de fachadas para reduzir a irradiação solar e, por conseguinte, as altas temperaturas atingidas nos meses de verão. Especificamente, tendo em conta que as maiores transmissões de temperatura ocorrem através de aberturas envidraçadas (que também são necessárias para a iluminação dos espaços), o objetivo é criar sistemas de sombreamento, principalmente para aberturas (embora o sombreamento de partes cegas também seja benéfico), utilizando soluções baseadas na natureza.

Como requisitos principais, o protótipo deve perseguir os objectivos de ser fácil de implementar, modular, adaptável a qualquer edifício, durável, acessível e compatível com o edifício.

Optámos pela criação de sistemas sobrepostos à fachada que geram sombras nos vãos, ou seja, que impedem a radiação direta dos raios solares sobre os vãos. Para este efeito, são necessárias coberturas e elementos suspensos na fachada que representem um parapeito aos raios solares. Estes elementos devem ser constituídos por soluções baseadas na natureza, nas plantas e nas espécies vegetais. As dimensões da proteção vegetal não devem, na medida do possível, bloquear o sol no inverno. Para o efeito, foi considerada a utilização de espécies caducifólias.

Trabalhámos na criação de uma subestrutura leve e modular que serve de suporte a diferentes soluções vegetais, separada da fachada e ancorada a esta ao nível do chão e do teto, para facilitar a sua adaptação a qualquer edifício. Está projectada para um máximo de 2 pisos. É amovível e serve de suporte a duas soluções possíveis baseadas na natureza. Chama-se FAVE (FACade VEgetal). Gera possíveis superfícies horizontais e verticais acima e à frente dos vãos, a maior ou menor distância. Nestas superfícies, e em função da orientação da fachada e da disposição dos vãos em cada edifício, serão dispostas espécies vegetais para proporcionar sombreamento.

O sistema é constituído por um sistema modular de sombreamento da fachada que utiliza caixilhos amovíveis em tubulares metálicos ancorados na fachada ao nível da laje e apoiados em solo sólido por caixas de betão maciço.

No que diz respeito à seleção das espécies vegetais, é necessário ter em conta que, durante o inverno, as protecções vegetais devem permitir a entrada de luz solar através das janelas. As espécies vegetais devem ser de folha caduca e trepadeiras. Por exemplo, o Real Jardim Botânico (CSIC) seleccionou as seguintes espécies, incluindo os requisitos para a plantação, aquisição e manutenção, destacando as espécies de folha caduca.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

36

NOME COMUM	NOME CIENTISTA	IMAGEM	EXPIRA/ PERENNE	PROFUNDIDADE RECOMENDADO	SOL/ SOMBRA	CRESCIMENTO	IRRIGAÇÃO	OUTROS
HIEDRA	HEDERA HÉLIX		PERENNE	80 CM	SOMBRA	20 toneladas		
JAZMIN SILVESTR	Jasminum fruticans		PERENNE / semicaducifolío	(50 cm)	SOL (4 H) / SOMBRA	1-2 toneladas		Fertilização. Mediterrâneo. Azinheira em vegetação rasteira
JAZMINA COMUM	Jasminum officinale		PERENNE / confusão semicaducificada em alguns casos		SOL	6 mt. LENTO		Ásia Menor
JASMINA ESTRELA	Trachelospermum jasminoides		PERENNE		SOL	10 mt		Importante para a orientar
MADRESSILVA ETRUSCA	Lonicera etrusca		EXPIRA	70 cm	SOL/SOMBRA	4 tm		vasos grandes. Rega/fertilizante
MADRESELVA Mediterrâneo	Lonicera implexa		PERENNE		SOL/SOMBRA			



REAL JARDÍN BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

37

PARRA	Vitis vinifera		EXPIRA						
UVA VIRGEM	Parthenocisus quinquefolia		EXPIRA	50 cm	SOMBRA/SOL				nativo dos EUA. espaço radicular
VINHA DO JAPÃO	Parthenocisus tricuspidata		EXPIRA						nativo da Ásia Oriental.raízes espaciais
ajan /Trepadeira-andalusiana	CLEMATIS CIRROSA		PERENNE						
clematite	CLEMATIS CAMPANIFLORA		PERENNE						sierra norte Andalucía. Sombra

Dimensões

As dimensões do FAVE são apresentadas na imagem seguinte. As dimensões gerais podem ser modificadas de acordo com as necessidades da instalação, mas as dimensões do módulo devem ser mantidas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



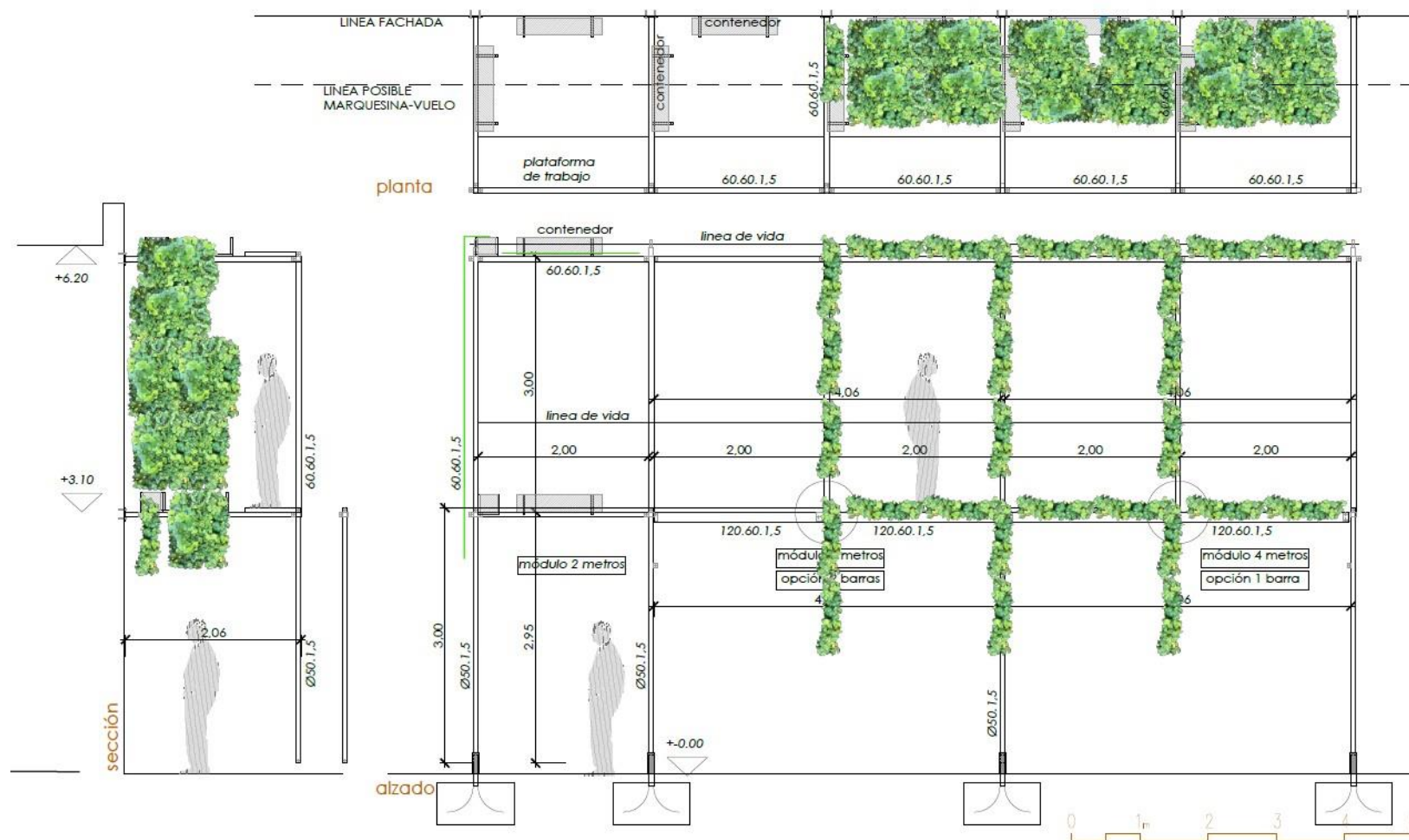
Porto.



any building is green
A LIFE PROJECT

LIFE nomenclátor de
LIFE EN ENES 00088

Resultado: Desenvolvimento de
base de dados de uma matriz
de trabalho do SNE.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

MIGUEL ÁNGEL ANTÓN GAMERO

PROTOTIPO NBS "FAVE"

E. 1/50 FECHA: JULIO 2019 REV. MA 12-7-19

PLANO: PLANTA, ALZADOS, SECCIONES



AAAAA 2000-0000-0000-0000-0000-0000-0000-0000

01/--

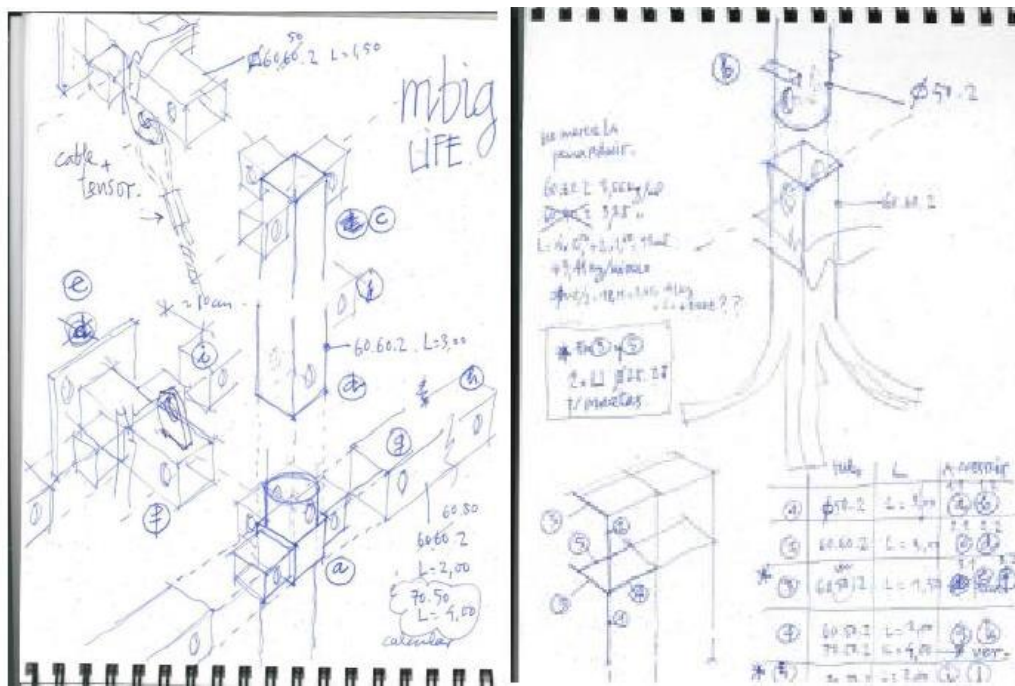


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

39



Peso

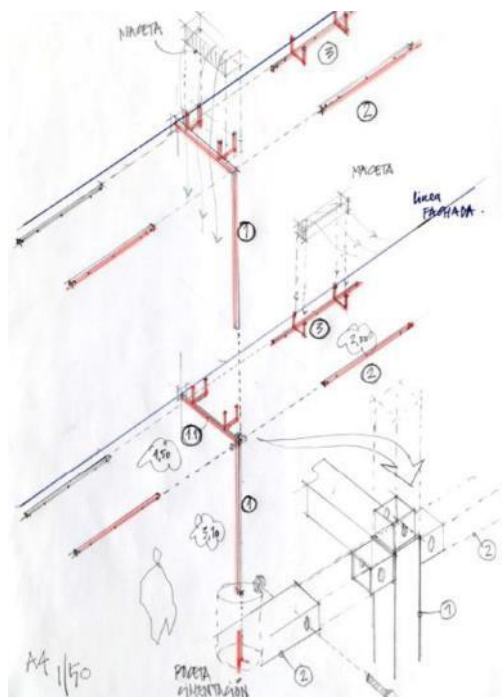
O mBiGFAVE é uma solução autossuficiente.

Sustentabilidade

Devido aos requisitos mecânicos e de manutenção, o aço galvanizado por imersão a quente tem sido o material de eleição.

Recriação visual da solução

As imagens seguintes mostram o feedback visual para a Escola CEIP Gabriela Mistral em Solana de los Barros, na província de Badajoz (Espanha). Neste caso, o mBiGFAVE foi projetado para a fachada Este com módulos de sombreamento verticais. Os projectos do mBiGFAVE para as fachadas Sul incluem módulos de sombreamento horizontais.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



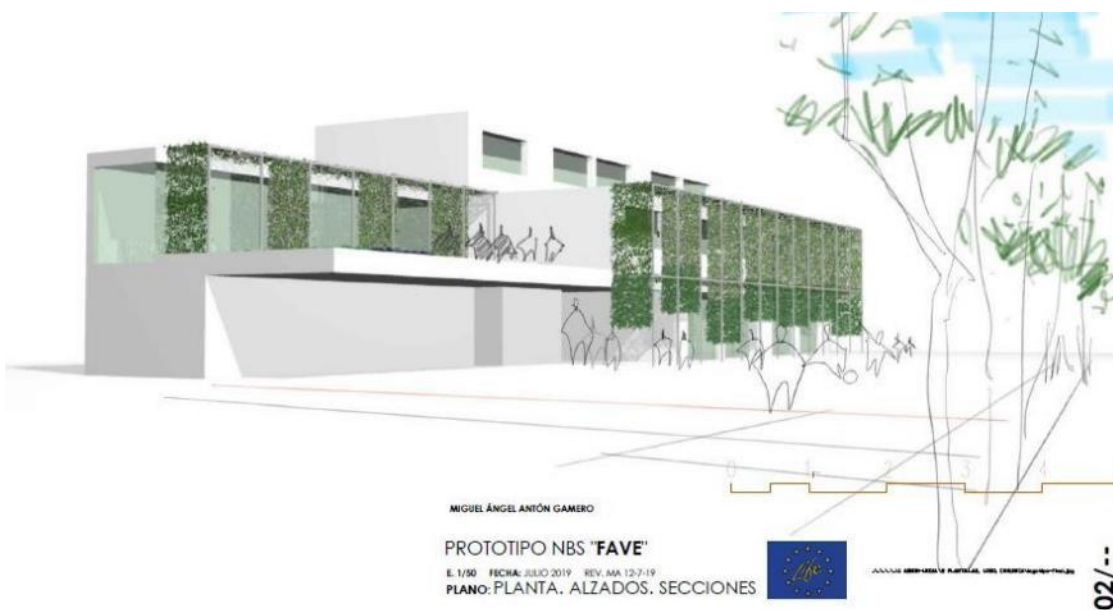


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

40



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



Porto.



3. mBiGFAC. Protótipo para a criação de superfícies verdes verticais.

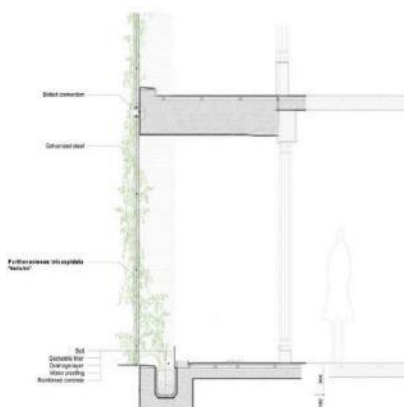
As fachadas têm sido objeto de constante evolução, sendo um componente fundamental do edifício. Estão também fortemente expostas aos elementos naturais, especialmente ao sol, vento e chuva, pelo que a instalação de paredes verdes atenua o impacto destes elementos na estrutura, ao mesmo tempo que proporciona outros benefícios. Os benefícios são evidentes tanto no exterior como no interior e está provado que um ambiente com vegetação tem um efeito positivo no bem-estar das pessoas.

Está provado que as fachadas verdes ajudam a reduzir as emissões de dióxido de carbono e de oxigénio, reduzindo assim a poluição, ao mesmo tempo que ajudam a reduzir a exposição direta ao sol e favorecem a suavização do ar interior.

Para a EB1 do Falcão foi especialmente desenvolvido o **protótipo mBiGFAC (FAÇade verde)**, um sistema simples de cordas entrelaçadas que suportam o desenvolvimento de uma espécie de vegetação trepadeira. Esta solução simples não só promove a diversidade de soluções de acordo com as necessidades e características dos edifícios, como também pretende ser uma solução experimental e demonstrativa na escola, uma vez que a maioria das fachadas da EB1 do Falcão possuem alinhamentos de árvores na sua proximidade, contribuindo naturalmente para o efeito de sombreamento nas fachadas a sul, resultante da forte exposição solar nos meses de primavera e verão.

Assim, o mBiGFAC é constituído por um sistema de cabos de suporte de uma espécie trepadora. A espécie vegetal selecionada para a colocação na parede verde foi a trepadeira virgem, *Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii', por ser uma espécie caducifolia, que permite a entrada de luz solar no inverno, uma vez que estará desprovida de folhas, e no verão proteger o edifício da radiação solar direta, tornando assim o edifício mais eficiente do ponto de vista térmico e energético, apoiada pela beleza das sombras que esta espécie assume, criando assim um ambiente que se transforma com as estações do ano.

A vinha virgem será instalada num parterre com 30 cm de espessura, e acompanhando todo o comprimento da divisão. Entre os arames haverá um espaçamento de 30 cm, com suporte de fixação médio na varanda e final no espaço antes da copa. As plantas ficarão enraizadas no solo e, por conseguinte, não necessitarão de um fornecimento dispendioso de água e de nutrientes. O uso mínimo de material proporciona grandes benefícios energéticos, com uma longa vida útil e baixa manutenção.



Esquema em corte transversal da composição do protótipo mBiGFAC. Exemplo de uma fachada verde com cabos.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

43

PARQUES INFANTIS OU ESPAÇOS EXTERIORES

1. **mBiGRain**. Protótipo para criar coberturas de chuva para parques infantis utilizando uma árvore.

Descrição geral

Módulo em madeira para criar um espaço de proteção para as crianças quando chove. Este sistema integra uma árvore de folha caduca para deixar entrar a luz do sol no inverno e a sombra no verão. A estrutura terá zonas translúcidas variáveis no telhado, consoante a localização.

O mBiGRain pode ser colocado numa árvore antiga existente ou numa árvore nova. O mBiGRain pode ser criado em módulos isolados ou pode ser ligado para criar diferentes espaços.

O mBiGRain está atualmente a ser desenvolvido em colaboração com o LIFE EcoTimberCell¹⁶ para criar uma solução sustentável que promova a madeira certificada local.



As águas pluviais recolhidas pelo telhado devem ser encaminhadas para a zona central, onde será criado um jardim de chuva ou um sistema de drenagem natural no terreno arborizado. A água da chuva infiltra-se para regenerar o solo. Podem ser utilizados diferentes sistemas para gerir a água da chuva na envolvente das árvores. O sistema será definido de forma adequada para cada local.

¹⁶ <https://www.life-ecotimbercell.eu/>



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





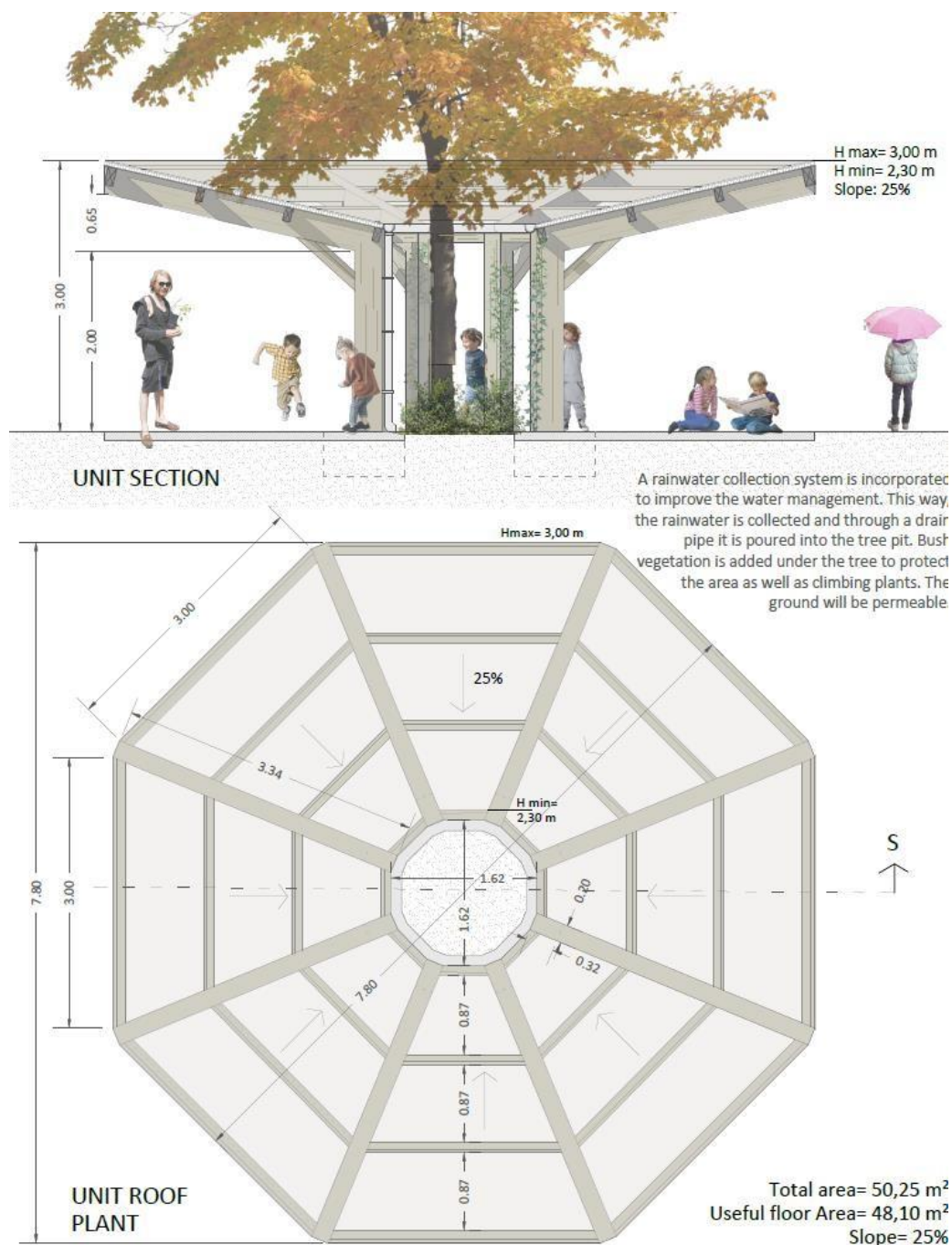
my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

44

Dimensões



MbiGRain

CENTRO
TECNOLÓGICO

CARTIF



my building is green
A LIFE PROJECT



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

45

Sustentabilidade

O material principal do mBiGRain é a madeira local certificada. Pode também incluir um painel de cobertura translúcido feito de PVC ou PC. Utilizando o software SimaPro e seguindo o método de avaliação do impacto ReCiPe Endpoint (H), o PVC (223mPt) será mais amigo do ambiente do que o PC (223mPt).
PC (654mPt)¹⁷.



O mBiGRain está atualmente em fase de desenvolvimento, seguindo a conceção ecológica metodologia. Uma vez concluída a fase de conceção, será apresentado um estudo completo de sustentabilidade da solução.

ESPECIFICAÇÕES (50 unidades 2x2m, 100 m)²

O mBiGRain está atualmente em fase de desenvolvimento. Quando a fase de conceção estiver concluída, incluirá especificações completas.



¹⁷ [PlasticsEurope, 2005]: Eco-profiles of the European Plastics Industry. Plastics Europe, 2005.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



2. UGUCompactPollinators. Protótipo para a criação de módulos polinizadores compactos.

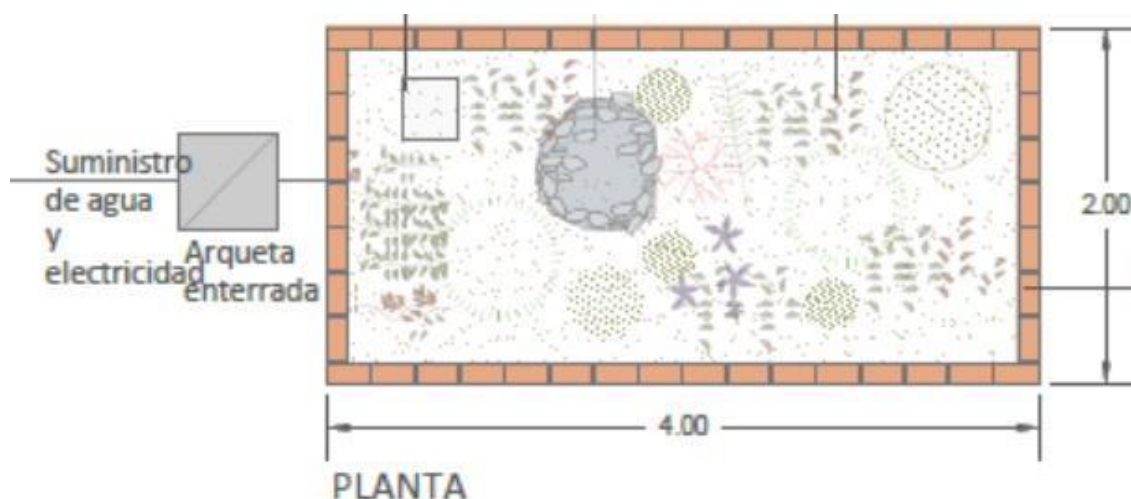
Descrição geral

Estes pequenos espaços são concebidos para atrair polinizadores e a biodiversidade em geral, como abrigo (zonas mais frescas no tempo quente e abrigo para o inverno) e alimentação (zonas de fornecimento de água e alimentos aos polinizadores). É também importante incorporar nesta NBS, alojamento para polinizadores, tanto insectos como outras espécies como aves, morcegos.... Terá a função de alojamento mas será também um elemento de sensibilização para os cidadãos.

As zonas urbanas são o refúgio de muitos polinizadores, por exemplo, 83% das borboletas vivem numa zona urbana e estão a desaparecer mais rapidamente das cidades do que do campo, 2/3 das espécies de borboletas estão em declínio. No entanto, um jardim pode atrair mais de 18 espécies de borboletas, para isso é necessário: escolher um local ensolarado e abrigado com flores durante toda a estação dos polinizadores, com uma fonte de água e evitar a turfa, utilizando composto sem turfa. Fonte: Butterfly Conservation.

Cada módulo polinizador pode ser instalado no solo e estima-se que tenha uma área de 5-10 m².

Além disso, esta NBS poderia incluir (dependendo da sua localização e características) algum tipo de mobiliário urbano, como bancos de rua, bebedouros ou alguns elementos para criar um ponto de interação entre a natureza e os cidadãos em locais sem zonas verdes próximas.





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

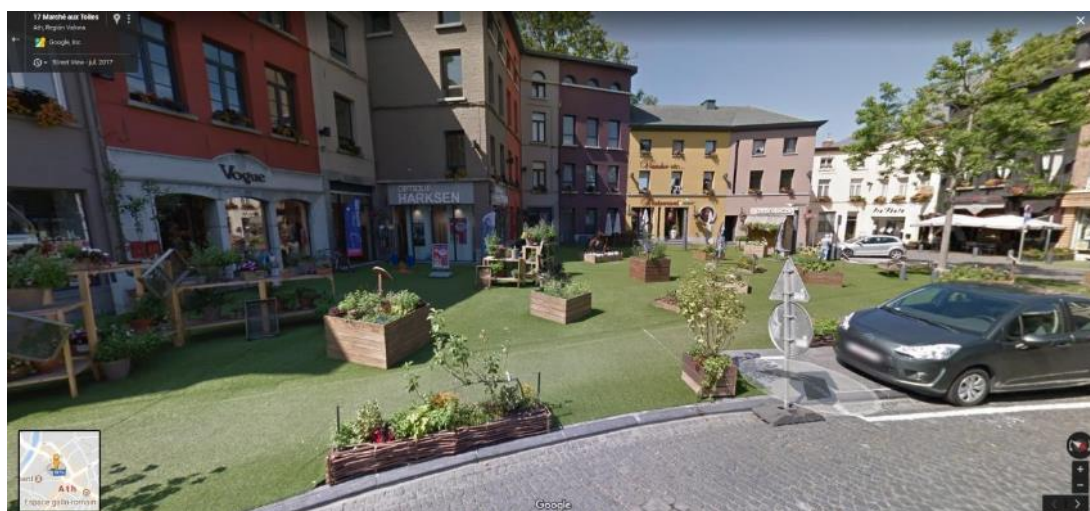
47

MÓDULO DE POLINIZADORES COMPACTO



O impacto esperado é contribuir para a criação de ligações e/ou redes de ligações entre espaços ou zonas verdes e azuis em meio urbano, aumentar o nível de biodiversidade, melhorar a qualidade do ar, atenuar as escorrências, poupar energia, aumentar o valor das propriedades, o bem-estar dos cidadãos e a coesão social.

Conectividade. A distância entre os módulos será afetada pelas características do espaço urbano, a presença de outros elementos verdes (como árvores ou linhas de arbustos), a disponibilidade de espaço, etc. Estas estruturas instaladas nas zonas urbanas permitirão ligar as diferentes zonas da cidade com a zona periurbana, muitas vezes ligada de alguma forma ao campo.



Exemplo de módulos polinizadores compactados no centro da cidade de Ath (Bélgica). Fonte: google maps



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



Este espaço verde atrai polinizadores e biodiversidade através de flores e plantas. Para tal, uma sequência de floração favorável permite a produção de pólen, néctar e óleos essenciais. Por conseguinte, é obrigatório selecionar uma combinação ótima de diferentes plantas autóctones (para evitar o risco de introdução de espécies invasoras não autóctones e de agentes patogénicos) (árvores, arbustos, flores silvestres) com diferentes florações para cobrir o período entre março e novembro, especialmente na primavera, quando é mais provável que ocorram falhas de fome.

Além disso, é necessário fornecer aos módulos muitos habitats de nidificação seguros: relva longa, solo nu, fendas em pedra seca ou paredes de madeira, hotéis para insectos, paredes ou torres de polinização para abelhas, abelhões, polinizadores, etc. Todos estes elementos devem ser fabricados com materiais não pesticidas e não tóxicos.

Esta é a única forma de garantir que os polinizadores cheguem e se estabeleçam continuamente.

Descrição dos elementos-chave:

- **Elementos de construção:** Materiais de construção naturais/orgânicos (como a madeira).
- O **módulo** é um grande contentor de plantas ou um grupo de parcelas (criando várias camadas de plantas diferentes) a colocar na cidade. Deve ser móvel, de modo a poder ser deslocado ou transferido, se necessário. Deve ser robusto e de tamanho conveniente para a sua utilização (ter em conta a maquinaria do município para a sua deslocação). Superfície total dos módulos polinizadores compactados entre 5-10m² (padrão, mas depende do espaço disponível). A forma do módulo pode ser adaptada ao espaço disponível.
- **Plantas** (árvores, arbustos e flores). Esta NBS prestará especial atenção à instalação de espécies autóctones e antialérgicas (*Lavandula latifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia lavandulifolia*, *Corylus avellana*, *Malus* spp., *Acer campestre*, *Viburnum tinus*, *Cistus* spp. etc.) com diferentes períodos de floração.
- **Fonte de água.**
 - Inclui um tanque de água ou um tanque de recolha de águas pluviais que armazena parte da água de drenagem (o excesso de água deve ser evacuado através de um sistema de drenagem). É possível ligar estes módulos aos algerozes dos edifícios vizinhos.
 - Se necessário, poderá ser instalado um sistema de irrigação para suprir as necessidades.
 - Deve dispor de um sistema de drenagem para evitar o alagamento das raízes.
 - É necessário prever uma fonte de água para o polinizador, com um ponto de terra para que ele não se afogue na água (é por isso que ele voa frequentemente à volta dos estendais ou perto de uma fonte). É a sua forma de beber água em segurança.
- **Alojamento** para a biodiversidade (polinizadores, aves, outros insectos...). Estes blocos de nidificação de polinizadores (também designados por casas de polinizadores, casas de abelhas ou hotéis para abelhas) apoiarão a biodiversidade através da criação de locais ou áreas propícias à vida selvagem e contribuirão para preservar e melhorar a biodiversidade local nas zonas urbanas. Para sustentar a sua ninhada, as abelhas precisam de néctar e pólen, bem como de áreas com solo limpo e sol pleno, troncos ou madeira velhos e até mesmo áreas com casca ou pedras.
- **Bancos de rua**, fontes de água para humanos, estruturas de sombra ou outros elementos (por exemplo, árvore de sombra), etc. Mobiliário urbano.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

49

- **Funcionalidade adicional.** A recolha de águas pluviais pode ser integrada em todo um SUD e direccionada para uma área de armazenamento interior que fornecerá humidade adicional ao substrato vegetal.
- **Conectividade:** Criação de uma rede de módulos (habitats para a biodiversidade) ligando os espaços verdes da cidade.
- **Flores**
A seleção das plantas mais adequadas e a combinação de plantas basear-se-ão em diferentes parâmetros, como a localização, a vegetação circundante, a acessibilidade ao pólen e ao néctar para os polinizadores, entre outros.
 - **CrITÉrios de conceção.** Dois tipos de módulos diferentes. Um com uma grande diversidade de plantas com flores e o outro para fins de vigilância. É necessário criar "grandes" áreas com a mesma estrutura vegetal (quantidade e espécies) (pelo menos 5-10 m2).
- Os critérios da arquitetura da paisagem urbana na cidade devem ser tidos em conta.

3. UGUNaturalPollinators. Protótipo para criar módulos compactados de polinizadores.

Descrição geral

Estes espaços serão concebidos para atrair polinizadores e a biodiversidade em geral, de acordo com as condições climáticas, como abrigo (zonas mais frescas no tempo quente e abrigo para o inverno) e alimentação (zonas que fornecem água e alimentos aos polinizadores).

É importante incorporar nesta NBS o alojamento de polinizadores, tanto de insectos como de outras espécies como aves, morcegos e pequenos répteis... Terá a função de habitação, mas será também um elemento de sensibilização para as pessoas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

50

Cada módulo polinizador natural pode ser instalado no solo e estima-se que tenha uma área de 10-20 m².

Além disso, esta NBS poderia incluir algum mobiliário urbano, como bancos de rua, bebedouros ou alguns elementos para criar zonas de sombra, como árvores ou pérgulas com plantas.

Os locais devem ser seleccionados em função das horas de irradiação solar e das características da zona envolvente (vegetação, zonas verdes, mobiliário urbano, estradas, etc.). As localizações devem também ser seleccionadas de modo a criar ligações e/ou redes de ligações entre espaços ou zonas verdes e azuis no meio urbano. Devem igualmente dispor de uma fonte de irrigação ou da possibilidade de serem facilmente regados.

Este espaço verde atrai polinizadores e biodiversidade através de flores e plantas. Para tal, uma sequência de floração favorável permite a produção de pólen, néctar e óleos essenciais. Por conseguinte, é obrigatório seleccionar uma combinação óptima de diferentes plantas autóctones (para evitar o risco de introdução de espécies invasoras não autóctones e de agentes patogénicos) (árvores, arbustos, flores silvestres) com diferentes florações para cobrir o período entre março e novembro, especialmente na primavera, quando é mais provável que ocorram falhas de fome.



É igualmente necessário fornecer aos módulos muitos habitats seguros para a nidificação: relva longa, solo nu, fendas em pedra seca ou paredes de madeira, hotéis para insectos, paredes ou torres para abelhas, abelhões, polinizadores, etc. Todos estes elementos devem ser fabricados com materiais sem pesticidas e não tóxicos.

Esta é a única forma de garantir que os polinizadores cheguem e se estabeleçam numa

base contínua. Descrição dos elementos-chave:

- **Elementos de construção:** Materiais de construção naturais/orgânicos.
- O **solo/substrato** será feito com SUDs. Deverá ser utilizado um substrato sem turfa (as turfeiras são um habitat importante para muitas espécies, borboletas em geral).
- **Plantas** (árvores, arbustos e flores). Esta NBS prestará especial atenção à instalação de espécies autóctones e antialérgicas (*Lavandula latifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia lavandulifolia*, *Corylus avellana*, *Malus spp.*, *Acer campestre*, *Viburnum tinus*, *Cistus spp.* etc.) com diferentes períodos de floração.
- Fonte de **água**.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

51

- Poderá incluir um jardim de chuva (ver VAc10) que contribua para a gestão da água; trata-se de uma bacia de biorretenção pouco profunda concebida para recolher, armazenar, filtrar e tratar o escoamento da água.
- Se necessário, poderá ser instalado um sistema de irrigação para suprir as necessidades.
- Terá um sistema de drenagem para encher o jardim de chuva ou para recolher água para as hortas urbanas ou para o parque inundável.
- É necessário prever uma fonte de água para o polinizador, com um ponto de terra para que ele não se afogue na água (é por isso que ele voa frequentemente à volta dos estendais ou perto de uma fonte). É a sua forma de beber água em segurança).
- **Alojamento** para a biodiversidade (polinizadores, aves, outros insectos...). Estes blocos de nidificação de polinizadores (também designados por casas de polinizadores, casas de abelhas ou hotéis para abelhas) apoiarão a biodiversidade através da criação de locais ou áreas propícias à vida selvagem e contribuirão para preservar e melhorar a biodiversidade local nas zonas urbanas. Para sustentar a sua ninhada, as abelhas precisam de néctar e pólen, bem como de áreas com solo limpo e sol pleno, troncos ou madeira velhos e até mesmo áreas com pedaços de casca de árvore ou pedras.
- **Elementos de proteção.** Os elementos anti-vandalismo, como as vedações de espinheiros, podem ser incluídos na BSS.
- **Bancos de rua,** fontes de água para as pessoas, estruturas ou elementos de sombra (árvore de sombra), etc. Mobiliário urbano.
- **Funcionalidade adicional.** A recolha de águas pluviais pode ser integrada em todo um SUD e direccionada para uma área de armazenamento interior que fornecerá humidade adicional ao substrato vegetal.
- **Flores**
A seleção das plantas mais adequadas e a combinação de plantas será feita de acordo com diferentes parâmetros, como a localização, a vegetação circundante, a acessibilidade ao pólen e ao néctar para os polinizadores, entre outros.
- Os critérios da arquitetura da paisagem urbana na cidade devem ser tidos em conta.

4. Loteamentos UGUA. Solução para a criação de hortas.

Descrição geral

Trata-se de uma área de terreno dedicada ao cultivo de legumes, frutas e flores para efeitos de produção de alimentos. Este tipo de solução tem lugar em espaços públicos, hortas comunitárias ou propriedades residenciais privadas. São normalmente explorados por desempregados, reformados, famílias com recursos limitados ou pessoas interessadas. Também se pode aplicar às escolas, em colaboração com professores e alunos.

Existem diferentes variantes:

Em função do tipo de pomar, podem distinguir-se dois tipos principais:

Variação do pomar:



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

52

- **Tradicional:** Os produtos hortícolas mais comuns nesta região e outros menos comuns, como o aipo.
- **Alimentos básicos:** apenas tomate e abóbora.
- **Salada e ervas aromáticas:** ervas aromáticas e ingredientes tradicionais para saladas.
- **Complexo:** são cultivados todos os tipos de legumes, incluindo espécies menos comuns aqui cultivadas, como a mizuna, a alface-de-milão.... As hortas complexas são as que produzem o maior volume de produtos hortícolas de entre as aqui enumeradas.
- **Tomate e salsa:** esta horta tem os legumes mais populares. Por exemplo, o tomate, a alface, a curgete...



Horta apenas com alface, couve e salsa)

© CARTIF

Jardim com plantas aromáticas (Salada e ervas aromáticas) © CARTIF



Variação das práticas de jardinagem:

- **Integrado:** evitar os produtos químicos e os OGM
- **Produtos químicos:** A utilização de pesticidas e herbicidas inorgânicos é autorizada nestes pomares.
- **Consumidor informado:** hortas privadas cultivadas por pessoas interessadas em produzir os seus próprios produtos hortícolas.
- **Solo:** a melhoria da qualidade do solo é o seu principal objeto
- **Económicas:** são geridas por horticultores que vendem os produtos hortícolas que produzem. A maior parte deles dispõe de estufas.



Jardim integrado e solo. © CARTIF



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

53

Diferentes sistemas de cultivo:

Sulco / linha: As plantas ou sementes são colocadas diretamente no solo plano ou em cima dos sulcos.



Pomar em sulcos regulares
© CARTIF



Pomar em sulcos regulares ©
CARTIF



Terraço: método de cultivo em encostas ou encostas de montanhas através da plantação em terraços horizontais escavados na encosta. Embora exija muita mão de obra, este método tem sido utilizado eficazmente para maximizar a área cultivável em diferentes tipos de terrenos e para reduzir a erosão do solo e as perdas de água.



Jardim do terraço © CARTIF



Jardim do terraço © CARTIF



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

54

Mesas de cultivo: o cultivo é efectuado em mesas.



Foto: www.gardeners.com

Keyhole ou horta africana: trata-se de uma mesa de cultivo com um cesto de compostagem no centro.



Furo de fechadura na Universidade Agrária INEA de Valladolid © CARTIF

Parades en crestall: Cultura dividida; deve consistir em, pelo menos, 2 rectângulos de terreno com 1,5 m de largura e 3 a 6 m de comprimento. Estes rectângulos, designados por parades, são separados alternadamente por dois tipos de caminhos: caminhos de palha e tijolo e caminhos só de palha. Apenas os caminhos de palha podem ser percorridos, o que facilita o ensino, nomeadamente para as crianças mais pequenas. Em cada paragem é cultivada uma família de plantas de alta densidade para competir com as ervas daninhas. Além disso, é necessário construir tantas paragens quantas quisermos para fazer rotações de culturas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

**Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz**

55

Cada desfile tem rega gota a gota.



Desfiles de Crestall © CARTIF



Diagrama do brasão dos desfiles ©
CARTIF

Jardins de varandas e terraços: os legumes são cultivados em vasos nas varandas e terraços privados.



Horta na varanda ©.

<https://www.rojomenta.com/blog/consejos-huerta-urbana-varandas-terraços/>



Jardins urbanos num terraço © CARTIF



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



Porto.

5. mBiGPond. Proposta para um espaço exterior para a construção de um pequeno espelho de água que favorece a infiltração da água no solo.

Uma parte importante do projeto LIFE-mybuildingisgreen centra-se nas zonas azuis do ponto de vista da gestão da água, o que pode dever-se ao aumento da superfície permeável (favorável à infiltração da água no solo), à reutilização das águas pluviais e à redução da água de rega.

Continuando com as soluções relacionadas com a água, seria importante que o projeto contribuísse também para reforçar esta relação urbana construída - solo permeabilizado - massa de água. Neste contexto, os charcos urbanos desempenham um papel importante na formação de pequenos ecossistemas aquáticos de baixa exigência e complexidade.

Os lagos são massas de água permanentes ou temporárias, de águas paradas ou de muito baixo caudal, dependendo do clima, da geologia do terreno e da disponibilidade de água. Os lagos caracterizam-se pela sua pouca profundidade, pela penetração total da luz na água, pela possibilidade de crescimento de plantas em toda a sua superfície e pela ausência de estratificação da água, podendo ter origem em processos naturais, geológicos ou ecológicos, ou, mais frequentemente, em resultado de actividades humanas, intencionais ou não intencionais.

Os lagos são verdadeiros habitats, uma vez que muitas plantas e animais evoluíram ao longo de milhões de anos para se adaptarem às condições de sobrevivência dos lagos e dependem atualmente deste tipo de habitat para sobreviver.

O Charco é apresentado como uma solução de base natural que actua em várias dimensões:

- Assegura o estabelecimento de um ecossistema aquático
- Assegura a disponibilidade de água (para a fauna e a flora)
- Promove a biodiversidade
- Aumenta a área permeável
- Favorece a infiltração da água no solo
- Reduz a necessidade de água para irrigação

Em termos ambientais, apresenta múltiplos benefícios e vantagens em domínios como:

- **Biodiversidade** - Muitas plantas e animais aquáticos (como anfíbios e macroinvertebrados) são totalmente dependentes destes habitats para a sua sobrevivência ou reprodução. Estas massas de água também fornecem alimento e abrigo a numerosas espécies terrestres.
- **Reserva de água doce:** À escala terrestre, os lagos representam cerca de 30% da superfície mundial de água doce, o que os torna um excelente instrumento para a gestão local da água.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

57

- **Sumidouro de carbono** - Os lagos recolhem e armazenam grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera, ajudando a regular o clima.
- **Produtividade primária** - Os lagos têm uma elevada produtividade primária (quantidade de matéria orgânica produzida por algas e plantas a partir da energia solar), o que constitui um meio muito importante de entrada e transferência de energia para os níveis tróficos superiores e para os ecossistemas circundantes.
- **Serviços ambientais** - Os lagos desempenham funções ambientais importantes, como a redução das inundações, a manutenção da humidade do solo em períodos secos, a purificação da água e o abastecimento dos aquíferos subterrâneos. Desempenham também um papel importante na produção de oxigénio, no ciclo de nutrientes e na formação do solo.
- **Agricultura** - Nos sistemas agrícolas tradicionais, os charcos têm funções importantes como bebedouros para o gado e sistemas de irrigação associados.
- **Controlo de pragas** - Algumas espécies presentes nos charcos, como os anfíbios e as libélulas, ajudam a controlar as pragas agrícolas ou os insectos vectores de doenças.
- **Valor paisagístico** - Os lagos e lagoas têm um importante valor estético e paisagístico, criando espelhos de água, que constituem espaços de contemplação e são elementos indispensáveis nos parques e jardins modernos.
- **Valor educativo** - As lagoas são importantes recursos educativos e no contexto do ecoturismo, pois permitem inúmeras actividades recreativas e científicas, como a observação de aves, anfíbios e outros animais.
- **Valor científico** - Os lagos são excelentes locais de estudo para muitos domínios da ciência, como a biologia, a geologia e a hidrologia. Para além da biodiversidade e ecologia das lagoas, dos ciclos de nutrientes, etc., os sedimentos das lagoas podem também fornecer informações importantes sobre a história do ambiente.

Estrutura de um lago

- **Zona de inundação** - O nível da água nas lagoas está sujeito a variações frequentes e fortes. Nos Invernos chuvosos, o nível da água pode subir muito acima do seu nível normal, provocando inundações na zona circundante.
- **Margens** - A margem de uma lagoa é definida pela fronteira entre a terra seca e a área inundada da lagoa. Embora a margem se desloque de acordo com as variações do nível da água, é nesta zona de interface que ocorre a maioria das plantas emergentes.
- **Zona de águas pouco profundas** - A maior parte das espécies encontradas nos charcos vive em zonas onde a água tem geralmente menos de 10 cm de profundidade. Estas zonas podem ser favorecidas pela existência de margens ligeiramente inclinadas e pela topografia irregular do fundo do lago.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE O meu edifício é verde
LIFE17 ENV/ES/000088

Resultado: Desenvolvimento de
bases de dados e de uma matriz

58

- **Zona de águas profundas (zona inundada)** - Esta é a área mais profunda e mais longa inundada da lagoa e a área onde se encontra a maioria das plantas subaquáticas. As zonas de águas profundas são geralmente consideradas como uma componente essencial para o sucesso da fauna das lagoas.
- **Bentos do lago** - O fundo do lago é particularmente importante porque alberga uma grande variedade de microrganismos, invertebrados e plantas, além de servir de local de repouso para várias espécies.

Os lagos são uma solução interessante quando localizados em terrenos produtivos, como pequenas explorações familiares ou hortas urbanas, favorecendo a infiltração da água no solo e melhorando a disponibilidade de água no solo, reduzindo a necessidade de rega, contribuindo para a ciclagem de nutrientes, promovendo a biodiversidade e fixando polinizadores e também no controlo de pragas.

Para uma maior eficiência e sustentabilidade do tanque como NBS, este deve ser alimentado com a utilização de águas pluviais recolhidas dos telhados verdes (aumentar a área de captação de águas pluviais) e ter as seguintes características construtivas de um **mBiGPond**:

- Superfície total entre 9 e 15 m² ;
- Profundidade entre 0,7 e 1,20 m;
- Tela de impermeabilização no fundo (para garantir uma profundidade entre 0,50 e 0,90 m);
- Construção de uma bacia de desaceleração para diminuir a velocidade da água recolhida nos telhados;
- Construção de uma zona de descarga de água em caso de inundação (para evitar a inundação dos terrenos circundantes);
- Aplicação de um ponto de abastecimento de água preventivo para evitar a perda total de água em períodos de seca prolongada.

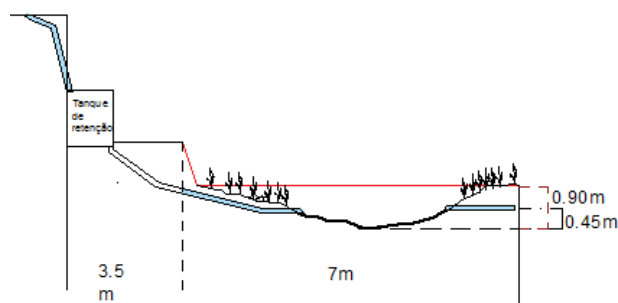


Figura 1: Esquema em corte transversal do protótipo do mBiGPond.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA

