

16° ENEPEA
ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE
PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA
E URBANISMO NO BRASIL **2022**
14 a 19/11 CUIABÁ-MT

trans.ver.paisagens



DISPOSITIVO DE BIORRETENÇÃO

Experiência de implementação de projeto piloto na Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eixo Temático III: **Redes Dialógicas de Paisagens em Extensão**

BIORETENTION DEVICE

Experience of implementing a pilot project at the Federal University of Ceará (UFC)

APPLEYARD, Maria Gabriela Cunha
Universidade Federal do Ceará (UFC), mestranda
gabrielaappleyard@alu.ufc.br

BRAZ, Lara D' Assumpção
Universidade Federal do Ceará (UFC), graduanda
larabraz@arquitetura.ufc.br

GUEDES, Joana Pimentel
Universidade Federal do Ceará (UFC), mestranda
joanapguesdes@alu.ufc.br

MOURA, Newton Célio Becker de
Universidade Federal do Ceará (UFC), professor
newtonbecker@ufc.br

RESUMO

O alto grau de urbanização de nossas cidades nos impõe o desafio atual de incorporar em nossos projetos alternativas mais resilientes e sustentáveis fazendo uso de Soluções baseadas na Natureza (SbN) como maneira de se chegar a um resultado que mimetize processos hidrológicos naturais. Este artigo tem como finalidade relatar a experiência de implementação de um dispositivo de biorretenção - biovaleta e jardim de chuva dentro de um *campus* universitário. O projeto foi idealizado por alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Ceará (DAU-UFC) a partir de uma experiência de projeto ocorrida durante a pandemia COVID-19. A proposta inicialmente serviu como uma oportunidade de aprendizado colaborativo e posteriormente surgiu a oportunidade de implementação pela Prefeitura Especial de Gestão Ambiental (PEGA-UFC). Isso exigiu que fossem realizados ajustes e mudanças na proposta idealizada pela equipe de alunos, pois havia fatores orçamentários que não haviam sido contemplados na fase de projeto. Os desafios impostos durante a implementação do projeto garantiram a otimização de recursos, bem como uma maior performance do dispositivo frente ao que havia sido idealizado inicialmente, servindo como aprendizado para implantações futuras.

Palavras-chave: Soluções baseadas na Natureza (SbN); Dispositivo de biorretenção; Projeto piloto.

ABSTRACT

The high degree of urbanization of our cities imposes on us the current challenge of incorporating more resilient and sustainable alternatives into our projects, making use of Nature based Solutions (NbS) as a way to achieve a result that mimics natural hydrological processes. This article aims to report the experience of implementing a bioretention device - bioswale and rain garden inside a university campus. The project was conceived by students of the Architecture and Urbanism course at the Federal University of Ceará (DAU-UFC) from a project experience that took place during the COVID-19 pandemic. The proposal initially served as an opportunity for collaborative learning and later the opportunity for implementation by the Special Prefecture for Environmental Management (PEGA-UFC) arose. This required adjustments and changes to be made in the proposal conceived by the team of students, as there were budgetary factors that had not been considered in the design phase. The challenges imposed during the implementation of the project ensured the optimization of resources, as well as ensuring a greater performance of the device compared to what had been initially conceived, serving as a learning experience for future deployments.

Key-words: Nature based Solutions (NbS); Bioretention device; Pilot project.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo contínuo, dinâmico e multifacetado que tem causado grandes impactos no meio ambiente e em toda a cadeia de processos ecológicos (HASSAN RASHID; MANZOOR; MUKHTAR, 2018; MOURA; PELLEGRINO; MARTINS, 2014). O aumento das superfícies impermeáveis, a alteração das características físicas do solo, a remoção da vegetação nativa e a ocupação de áreas ambientalmente frágeis são características desse processo que ocasionaram alterações significativas no ciclo hidrológico que remontam a década de 1960 (FERREIRA; WALSH; FERREIRA, 2018; MENDONÇA; MEDEIROS LEITÃO, 2009; MOURA; PELLEGRINO; MARTINS, 2014). Tais alterações tornaram as cidades mais vulneráveis a desastres naturais e às ameaças promovidas pelas mudanças climáticas (AMINPOUR et al., 2022). Além

disso, a contaminação dos recursos hídricos por poluentes de diversas origens (tráfego veicular, efluentes industriais, falta de infraestrutura adequada, etc.) ameaçam a saúde de todos os seres vivos (BALHAZARD-ACCOU et al., 2020; MENDONÇA; MEDEIROS LEITÃO, 2009; MEYER; PAUL; TAULBEE, 2005).

A adoção de uma nova forma de planejamento, que seja capaz de se adequar ao dinamismo urbano e que integre o suporte biofísico, faz-se necessária (BONZI, 2017). O objetivo passa a ser tornar as cidades mais resilientes, ou seja, capazes de responderem a mudanças ou perturbações e ainda manterem suas funções e estruturas básicas (WALKER; SALT, 2006). Para isso, são propostas cinco estratégias de planejamento e *design* urbano que incluem: multifuncionalidade (um mesmo elemento desempenhando mais de uma função); redundância e modularização (mais de um elemento desempenhando a mesma função); diversidade (biológica e social); redes e conectividade (compreensão do meio ambiente como um sistema integrado); e planejamento e *design* adaptativos (tomada de decisão com conhecimento imperfeito como uma oportunidade de aprendizado) (AHERN, 2011; NOVOTNY; AHERN; BROWN, 2010).

Soluções baseadas na natureza (SbN) é um conceito guarda-chuva que abrange ações para lidar com os ecossistemas modificados a fim de torná-los resilientes. Elas visam proteger, gerenciar e restaurar o capital natural - recursos que mantêm a vida e o bem-estar - podendo incluir práticas tanto estruturais quanto não estruturais. Dentre essas práticas estruturais, uma está ganhando força: a adoção de infraestruturas verdes (IV). Elas consistem de uma rede áreas naturais e seminaturais planejadas para entregar serviços ecossistêmicos (benefícios) com maior qualidade e menor custo podendo ou não ser integradas às infraestruturas tradicionais (infraestrutura cinza) já existentes (BROWDER et al., 2019; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2021). São soluções que envolvem múltiplos conhecimentos e que, por serem uma nova forma de pensar o meio urbano, requerem um novo tipo de visualização pelos profissionais envolvidos (PELLEGRINO, 2017a). A falta de conhecimento e documentação adequada da implantação desse tipo de infraestrutura, no entanto, ainda representam grandes desafios para sua utilização (BROWDER et al., 2019).

Dessa forma, o presente trabalho visa relatar a execução de elementos de biorretenção, um dispositivo de manejo de água de chuva, aderente aos princípios de IV, no Departamento de Arquitetura e Urbanismo e *Design* da Universidade Federal do Ceará (DAUD-UFC). Através desta experiência, buscamos demonstrar os problemas e soluções encontrados para que futuras implantações possam ser feitas com mais segurança.

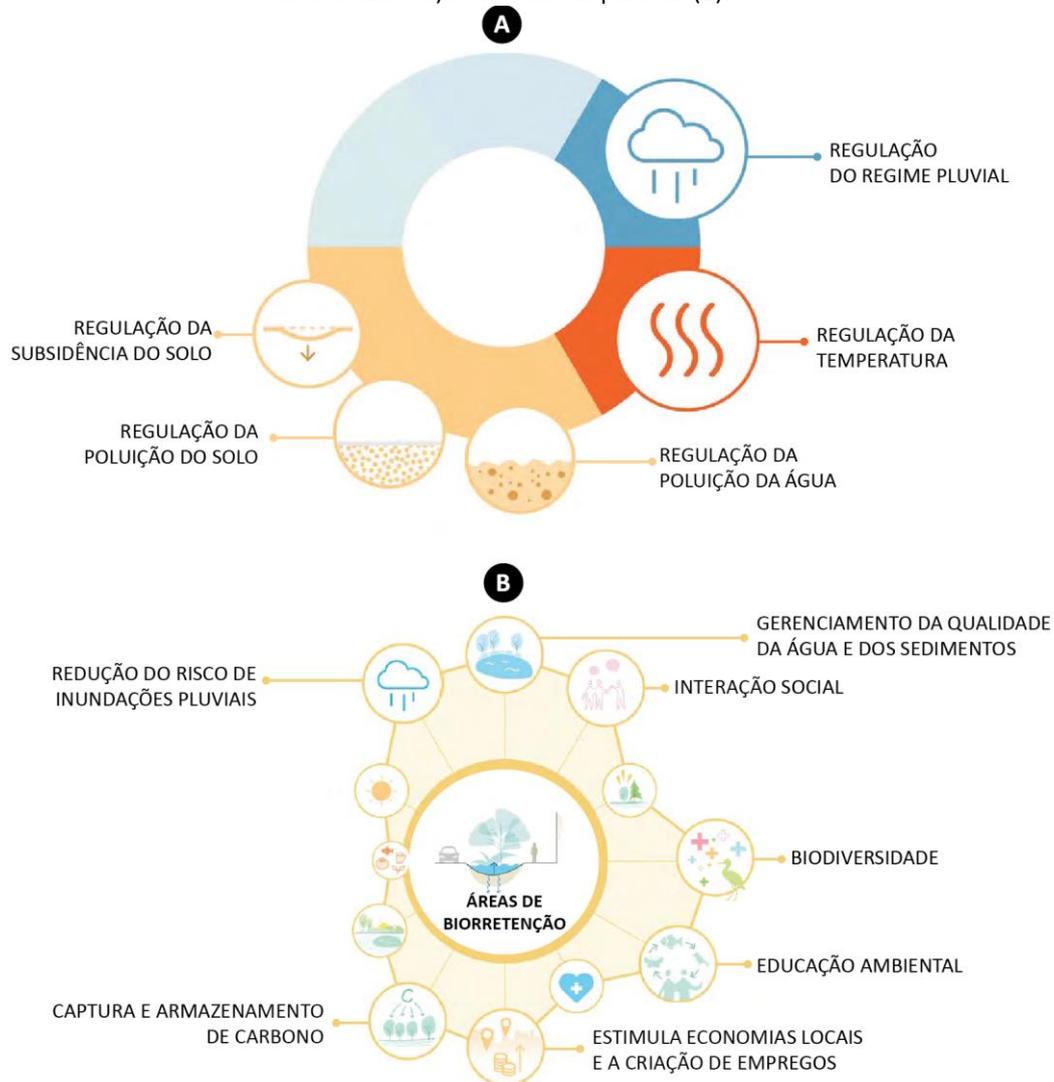
2 BIORRETENÇÃO

Biorretenção é um tipo de SbN que busca imitar as condições do ciclo natural da água e é utilizada para aumentar a capacidade das infraestruturas cinzas existentes. São soluções construídas localizadas em pequenas regiões vegetadas que procuram infiltrar, reter e filtrar a água da chuva, promovendo a gestão dos volumes de escoamento e o tratamento da qualidade da água (ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2007; TAHVONEN, 2018; WORLD BANK, 2021).

Devido a suas dimensões relativamente pequenas, são facilmente utilizadas como elementos arquitetônicos, integradas ao paisagismo, e podem ser adaptadas a diferentes contextos, gerando múltiplos benefícios e desempenhando diversas funções (Figura 1). Como tem a capacidade de ser aplicada em diversas escalas, é uma estratégia particularmente valiosa para cidades já consolidadas (MOURA; PELLEGRINO; MARTINS, 2014; WORLD BANK, 2021). Recomenda-se que elas sejam aplicadas de forma sistêmica, integrada e localizadas próxima às

origens do escoamento (cabeceira) para uma maior contribuição à drenagem urbana. No entanto, as características do local de implantação são cruciais para a definição de elementos (dimensão, tipos de substratos e vegetação utilizados, etc.), assim como o envolvimento da comunidade local (ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2007; PEREIRA et al., 2021).

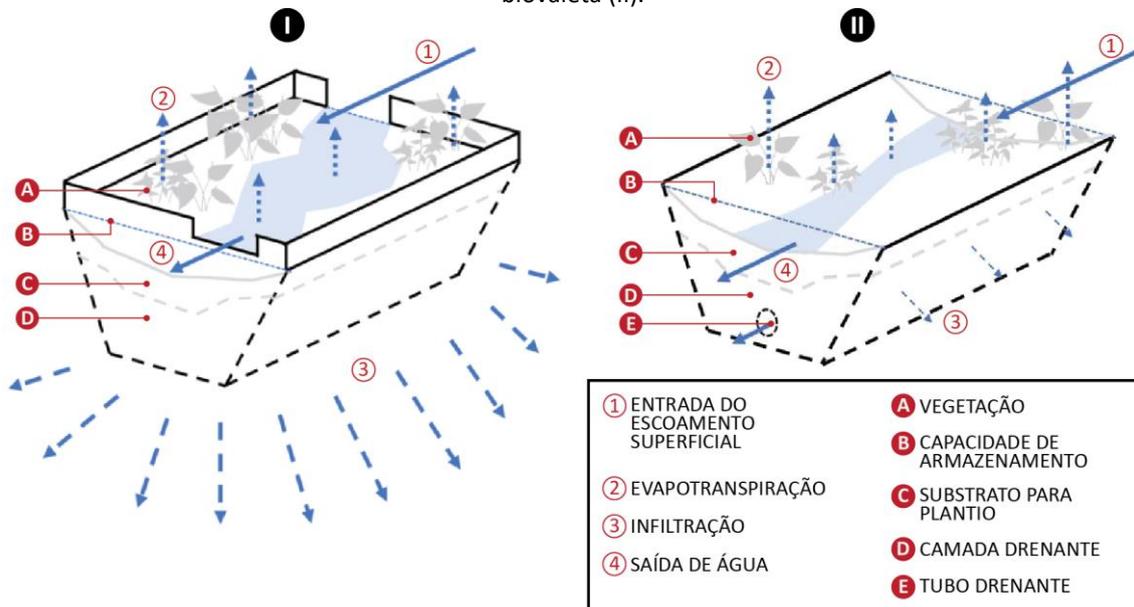
Figura 1: Principais funções desempenhadas pelas células de biorretenção (A) e seus benefícios (serviços ecossistêmicos) fornecidos às pessoas (B).



Fonte: Adaptado de Environmental Services Division (2007)

Dentre os tipos de células de biorretenção, duas delas são mais representativas: as biovaletas e os jardins de chuva (Figura 2). Ambas são áreas vegetadas que tem como objetivo a coleta e tratamento do escoamento das águas. A principal diferença entre elas está na capacidade de infiltração: enquanto os jardins de chuva têm como principal função permitir infiltração da água no solo, as biovaletas servem primariamente como condutores das águas até áreas de infiltração, aumentando seu tempo de escoamento (ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2007; MOURA; PELLEGRINO; MARTINS, 2014; PEREIRA et al., 2021). Dessa forma, as células funcionam de forma mais eficiente quando combinadas. Durante os períodos sem chuva, a vegetação existente contribui para a qualidade paisagística das áreas urbanas e para a manutenção do sistema.

Figura 2: Esquema simplificado da estrutura e dinâmica hídrica de um jardim de chuva (I) e de uma biovaleta (II).



Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2021)

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

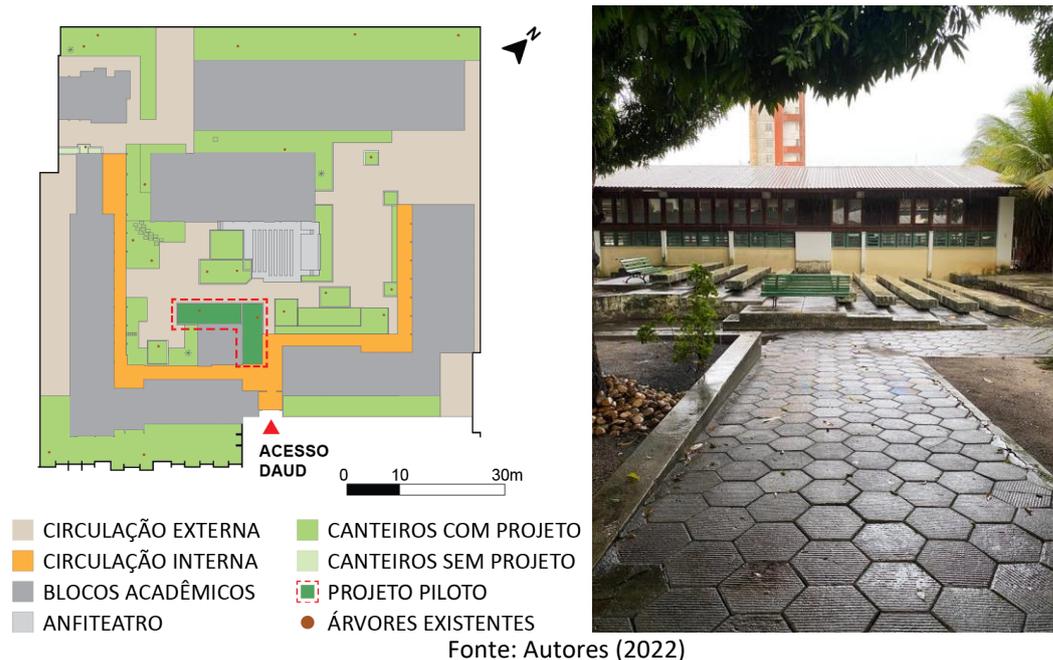
O projeto executado surgiu de uma experiência remota realizada pelos alunos do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, que faz parte do Departamento de Arquitetura, Urbanismo e *Design* da Universidade Federal do Ceará (DAUD-UFC) no período de isolamento da COVID-19, entre abril e agosto de 2020. Essa experiência, coordenada pelo Prof. Dr. Newton Becker, contou com a participação voluntária de alunos que já tinham cursado a disciplina de Projeto de Arquitetura Paisagística (PAP) e tinha como objetivo aprofundar o conhecimento dos estudantes nessa área de atuação. Para isso, os alunos foram divididos em equipes, que fizeram um projeto de requalificação para canteiros do *campus* previamente selecionados (Figuras 3 e 4).

Figura 3: Limite do Município de Fortaleza e localização do DAUD (à esquerda) e Planta de situação do DAUD - em vermelho (à direita).



Fonte: Autores (2022)

Figura 4: Planta de locação do DAUD (à esquerda) e vista do pátio de acesso com lateral ao canteiro eleito para implementação de projeto piloto (à direita).



Fonte: Autores (2022)

As propostas elaboradas detalharam o conceito, a vegetação e os materiais que deveriam ser utilizados, sendo desenvolvidas até o nível de anteprojeto (Figura 5). Na época de desenvolvimento, ainda não havia demanda específica de intervenção, portanto, limitações orçamentárias não foram previstas pelos alunos.

Figura 5: Exemplos de propostas elaboradas pelos alunos.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

3 A OBRA

3.1 Contatos iniciais

Em março de 2020, a Prefeitura Especial de Gestão Ambiental da Universidade Federal do Ceará (PEGA-UFC) através da sua gestora, Raquel Amaral, contactou informalmente o DAUD para tratar acerca da possibilidade de cessão de material para requalificação de algumas áreas ajardinadas da UFC. Nesta ocasião, sugeriu-se que os jardins do DAUD servissem como uma área para experimentação de um projeto piloto que agregasse conceitos de Infraestrutura Verde. Algumas

premissas foram definidas como norteadoras para a implementação da proposta, as quais podemos citar:

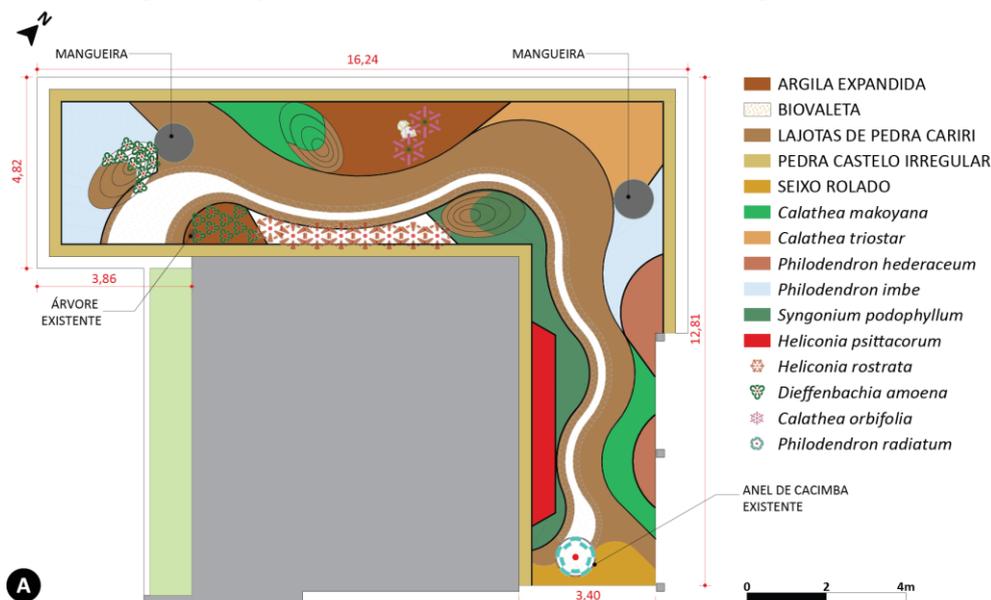
- Recursos limitados para implantação, com restrições administrativas tanto para variedade de aquisição de materiais quanto para o preço unitário de espécies vegetais;
- Baixa manutenção dos jardins e uso inteligente de água, com regas que priorizem a economia deste recurso;
- Aplicação de conceitos de infraestrutura verde para manejo das águas pluviais.

De acordo com as demandas apresentadas, foi selecionado um projeto produzido pelos alunos durante a experiência remota, intitulado Jardim Silencioso (Figura 6). O uso de tal projeto foi uma forma de engajar a comunidade acadêmica na requalificação de seus espaços livres, servindo também como uma oportunidade de aprendizado. Assim, após uma reunião preliminar ocorrida no dia 18 de fevereiro de 2022 que contou com a participação do coordenador e idealizador do projeto, o professor Dr. Newton Becker; o chefe do DAUD, Renan Cid; a Prefeita da PEGA, a arquiteta Raquel Amaral e mestrandos do PPGAUD e então estagiária docente da disciplina de PAP, Gabriela Appleyard, o projeto digital foi disponibilizado para a PEGA e para coordenação do DAUD, com execução iniciada em 10 de junho de 2022 em caráter piloto de acordo com a disponibilidade de materiais e mão-de-obra pela Prefeitura.

3.2 Projeto

O projeto selecionado estava localizado em um dos principais canteiros do departamento. A proposta tem um grande apelo visual e conta com a implantação de uma célula de biorretenção - uma biovaleta (Figura 6 - A e B). No entanto, foram necessárias algumas adaptações a fim de reduzir custos de insumos, de materiais e de disponibilidade de mão de obra para garantir a sua implementação.

Figura 6: Projeto Jardim Silencioso – Planta baixa (A) e imagem 3d (B).





Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

3.3 Precedentes à implementação do Projeto Piloto

A primeira providência tomada foi garantir que os recursos utilizados para a implantação do projeto fossem utilizados de maneira otimizada, já que existia um fator financeiro que limitava seu uso. Na tentativa de reduzir os custos, foi feita uma revisão na proposta do quantitativo do material inerte e do extrato vegetal a ser solicitado para a PEGA. Para tanto, no início do período letivo de 2022.1, foram realizadas visitas técnicas aos espaços livres do DAUD. Esta etapa antecede as ações de projeto e intervenção nos jardins e resultou no inventário dos canteiros do departamento. Como consequência, foi produzido um relatório apresentando uma lista de materiais inertes já disponíveis *in loco*, bem como a identificação e quantificação para fins de aproveitamento, armazenamento e/ou descarte (Figuras 7 e 8).

Figura 7: Imagens do levantamento preliminar do canteiro para identificação dos elementos já existentes *in loco*.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

Figura 8: Imagens do levantamento preliminar do canteiro para identificação dos elementos já existentes *in loco*.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

A vistoria apontou para alguns aspectos que tratam de encaminhamento e pendências, cujos equacionamentos deveriam preceder a execução dos projetos para os canteiros ajardinados do departamento, listados a seguir:

- Recuperação das torneiras de jardim para que fosse realizado o serviço de irrigação e adubação do jardim;
- Limpeza e preparação dos canteiros;
- Local de armazenamento de materiais e de equipamentos;
- Operacionalização durante a obra de preparo da execução dos jardins;
- Compatibilização com as atividades de manutenção predial;

Após a elaboração do inventário, essas informações foram encaminhadas para a chefia do DAUD, a fim de que fosse resolvida essa demanda preliminar à fase de execução do projeto piloto.

Com relação a aquisição do extrato vegetal solicitado pelo projeto, também foi realizada uma revisão da proposta, contando com a consultoria do engenheiro agrônomo Antônio Sérgio. A fim de não descaracterizar a proposta idealizada pela equipe de alunos, uma alternativa que viabilizou a manutenção das espécies selecionadas na proposta foi a proposta de aquisição de exemplares de menor porte. Ademais, foi feita a alteração e/ou supressão de materiais inertes; a diminuição da área correspondente à biovaleta e, conseqüentemente, o aumento das áreas de manutenção; e a simplificação geral do desenho e de seus elementos (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: Revisão dos tipos de materiais inertes previstos no projeto.

Proposta Original	Mantidos / substituídos / *adicionados (Proposta alterada <i>in loco</i>)
Argila expandida	
Pedra Castelo irregular	Brita nº 0
Lajotas de Pedra Carijó	

Telha quebrada
 Seixo rolado
 Limitador de plástico

Seixo rolado
 Limitador de plástico
 *Pedra tipo Macadame (Brita nº 2)
 *Manta Geotêxtil

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

Tabela 2: Revisão dos tipos e quantidades de extratos vegetais previstos no projeto.

Código	Nome Científico	Nome Popular	Qty (Projeto)	Qty (Final)
fCAM	<i>Calathea makoyana</i>	Maranta-pavão	145	24
fCAO	<i>Calathea orbifolia</i>	Calateia-melancia	2	2
fCAT	<i>Calathea triostar</i>	Maranta tricolor	50	100
hDIA	<i>Dieffenbachia amoena</i>	Comigo-ninguém-pode	29	29
hHEP	<i>Heliconia psittacorum</i>	Planta-papagaio	58	58
hHEU	<i>Philodendron radiatum</i> substituído por <i>Heliconia undulaum</i>	Guaimbé	1	1
aHER	<i>Heliconia rostrata</i>	Bananeira-ornamental	8	4
fPHH	<i>Philodredon hederaceum</i>	Filodendro-brasil	129	225
fPHI	<i>Philodendron imbe</i>	Cara-de-cavalo	324	216
hDIS	<i>Syngonium podophyllum</i>	Singônio	205	130

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

3.4 Execução do Projeto Piloto

Dada às recomendações iniciais pré-obra e as alterações necessárias na proposta buscando sua otimização, foi iniciada a marcação do trecho que daria origem à biovaleta. De início, a demarcação ocorreu tendo em vista o ajuste realizado na proposta para a simplificação da sua forma. Para tal, foi feito o uso de pequenos piquetes de bambu cortados *in loco*, bem como uma corda de seda que auxiliou na criação do desenho da curva, além de ter sido um elemento que facilitou a realização de ajustes na forma da biovaleta para a marcação da cova a ser escavada pela equipe de jardinagem (Figura 9).

Figura 9: Marcação da cova para execução do projeto para os trechos da Biovaleta.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

Após exame minucioso do projeto e devido a fatores limitantes observados durante a execução da obra, verificou-se a necessidade de alteração da tipologia de célula de biorretenção. A área, que tinha sido pensada inicialmente como uma grande biovaleta, agora foi dividida em dois tipos de células - biovaleta e jardim de chuva. Essa mudança foi crucial na execução do projeto pois surgiu a partir de desafios que foram impostos ao longo de sua implementação. Isso permitiu que o dispositivo trabalhasse de maneira diferenciada ao longo do seu percurso, o que possibilitou uma escavação menos profunda nos trechos de biovaleta (Figura 10), diferente do que estava previsto em projeto, reduzindo substancialmente o volume de terra gerado e, conseqüentemente, diminuindo o tempo de trabalho da equipe que realizava a obra e os custos de execução - quanto menor a escavação, menos material inerte seria necessário para a realização da matriz orgânica prevista em projeto (Figura 10 - A e B).

Figura 10: Diferença entre a profundidade de escavação do jardim de chuva (A) e da biovaleta (B).

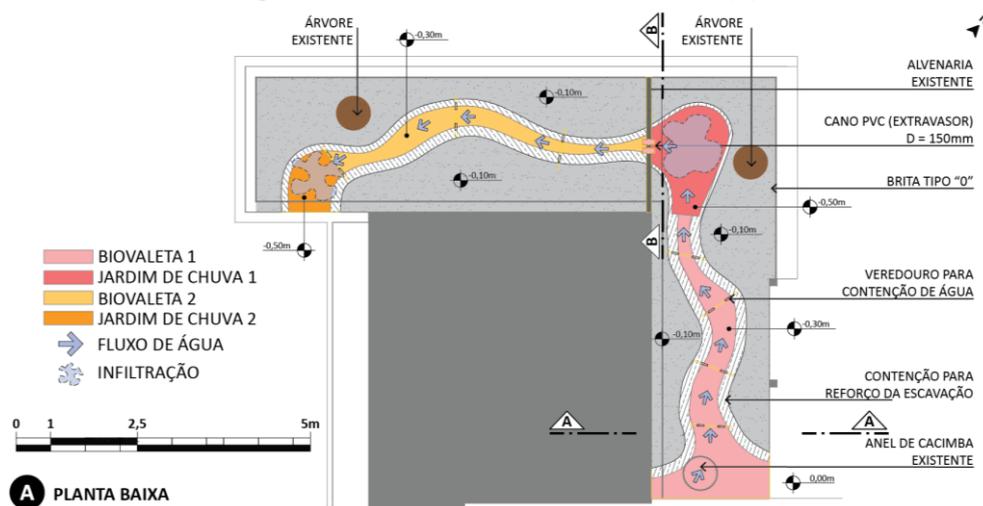


Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

A partir da proposta de subdividir o dispositivo em duas células diferenciadas, viu-se também a oportunidade de agregar um novo elemento de contenção no projeto - o vertedouro - que entrou com a função de otimizar o sistema de biorretenção e de auxiliar no aumento de tempo do escoamento superficial realizado nos trechos de biovaleta (Figuras 11 - A e 13 - B).

O dispositivo está previsto para funcionar da seguinte maneira: ao início de um evento de chuva, as águas pluviais serão captadas pelas calhas que correspondem a edificação em cinza (Figura 11) e, na seqüência, as águas recolhidas serão lançadas no anel de cacimba já existente no local (Figura 13 - A).

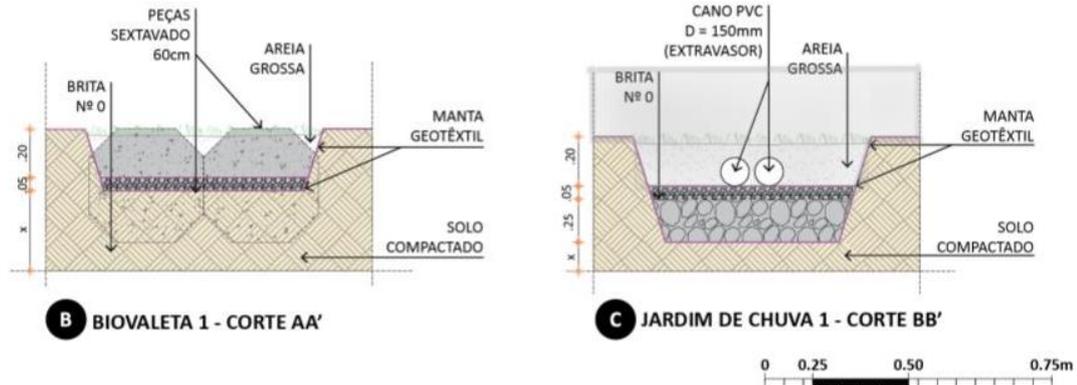
Figura 11: As built do canteiro – Planta baixa (A).



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

Por já possuir uma abertura, direciona a água captada para o percurso interno que corresponde ao dispositivo biovaleta 1 que, por gravidade, conduz a água para o dispositivo Jardim de Chuva 1, onde ocorrerá a primeira infiltração, pois o nível do Jardim de Chuva está abaixo da Biovaleta (Figura 10 - A). Em um evento de chuva extremo, o dispositivo Biovaleta 1 + Jardim de Chuva 1, conta com o acionamento do subsistema 2, após atingido o nível crítico de vazão de água, o elemento extravasor vai direcionar esse excesso de água para a Biovaleta 2 e este vai encaminhar o percurso da água para o Jardim de Chuva 2 (Figuras 12 - C e 14).

Figura 12: As built do canteiro – Cortes Esquemáticos (B, C).



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

Como artifício para otimizar o funcionamento do dispositivo de biorretenção, os níveis foram executados no próprio solo da obra, além de terem sido utilizadas peças de concreto sextavado, posicionadas lado-a-lado, a fim de formar o desenho de um vertedouro (Figura 12 - B e C), bloqueando parte da passagem da água, porém sem impedir totalmente seu percurso pela galeria. Essas peças já estavam disponíveis no DAUD, o que não onerou a execução da obra e ainda auxiliou no escoamento da água retida.

Figura 13: Anel de cacimba (A) e vertedouros feitos com peças sextavadas existentes (B, C).



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

Outra alteração significativa no projeto foi a execução das áreas de borda em taludes, a fim de evitar a erosão do solo nas regiões menos compactadas. Viu-se também a necessidade de implantação de dois tubos de PVC de 150mm de diâmetro a fim de garantir a conectividade

entre os dois canteiros que se apresentavam desvinculados, pois a presença de uma alvenaria impedia a comunicação entre os dois trechos de biovaleta (Figura 12 - C e 14). A fim de garantir o funcionamento de retenção do Jardim de Chuva 1, que faz parte do primeiro trecho do dispositivo, os tubos foram instalados de maneira alinhada com o nível do fundo da Biovaleta 2, fazendo com que o sistema 2 seja acionado apenas quando o sistema 1 não suporte o nível de vazão e extravase para o trecho subsequente. A alvenaria já existente no canteiro (Figura 14) foi prevista para não ser demolida a fim de evitar a geração de entulho durante a obra.

Figura 14: Alvenaria existente separando os trechos do canteiro (subsistemas 1 e 2).



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

Atualmente, o projeto encontra-se pausado (Figura 15) até a retomada das aulas no DAUD, quando será executada a fase de plantio. Dessa forma, busca-se integrar toda a comunidade presente no *campus*, tornando-o um processo cada vez mais participativo e educativo.

Figura 15: Estado atual do Jardim Silencioso.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2022)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente texto tem como objetivo relatar a execução de uma obra para a implantação de uma IV em um *campus* universitário. O projeto piloto executado está inserido em um projeto mais amplo, intitulado *Jardins do DAUD*, que visa a implantação de IV de forma sistêmica e integrada. Como pôde ser observado, diversas alterações foram feitas tanto para a correção de falhas no projeto quanto para adequação da proposta e viabilização técnico-financeira de sua execução.

Essas alterações podem funcionar como um *checklist* durante a elaboração do projeto de forma a reduzir modificações *in loco*.

Inicialmente, foi verificada uma resistência da comunidade na execução dessa intervenção. Isso se deu devido tanto à falta de compreensão generalizada do funcionamento das células de biorretenção quanto a uma falha de representação no projeto, que mostrou a área de biovaleta de forma semelhante a um córrego. A falta de conhecimento acerca dos conceitos e dinâmicas de funcionamento das IV é o principal desafio para sua utilização em larga escala (ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2007). Ainda assim, mesmo quando executadas em pequena escala, as IV estão inseridas em um contexto ambiental mais amplo. Essa percepção holística é crucial para a compreensão de sistemas complexos e para a nossa capacidade de nos adaptarmos a mudanças. O pensamento sistêmico deve ser incorporado não somente por profissionais da área da construção civil, mas por toda a população, uma vez que a falta de compreensão ecológica nos leva a perceber o mundo de forma limitada, ignorando as interdependências existentes (AMINPOUR et al., 2022).

A participação de profissionais de outras áreas ressalta o potencial multidisciplinar existente em projetos que trabalham com SbN. Segundo Novotny et al., (2010) apud Pellegrino (2017b), esse vínculo entre o saber técnico, a cultura e a sociedade civil vai além de inter ou multidisciplinaridade, podendo ser denominado de transdisciplinaridade, pois está progressivamente se tornando o *modus operandi* para a prática e a pesquisa da sustentabilidade.

Estas experiências ilustram uma oportunidade para aplicação de princípios ecológicos, bem como de exercitar a criatividade e inovação a partir da prática projetual. Vimos que além de adquirirmos novos conhecimentos a partir dessas experiências, foi possível identificar saberes que podem servir de balizadores para futuras intervenções (PELLEGRINO, 2017b).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahern, J. **From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world.** *Landscape and Urban Planning*, v. 100, n. 4, p. 341–343, 2011.

Aminpour, P. et al. **Urbanized knowledge syndrome**—erosion of diversity and systems thinking in urbanites' mental models. *npj Urban Sustainability*, v. 2, n. 1, p. 1–10, 2022.

Balthazard-Accou, K. et al. **Pollution of Water Resources and Environmental Impacts in Urban Areas of Developing Countries: Case of the City of Les Cayes (Haiti).** *Environmental Health - Management and Prevention Practices*, p. 1–20, 2020.

Bonzi, R. S. **Paisagem como infraestrutura.** In: PELLEGRINO, P.; MOURA, N. B. (Eds.). *Estratégias para uma infraestrutura verde.* Barueri: Manole, 2017. p. 1–24.

Browder, G. et al. **Integrating Green and grey: Creating Next Generation Infrastructure.** Washington: [s.n.].

ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION. **Bioretention Manual.** Maryland: [s.n.].

Ferreira, C. S. S.; Walsh, R. P. D.; Ferreira, A. J. D. **Degradation in urban areas.** *Current Opinion in Environmental Science and Health*, v. 5, p. 19–25, 2018.

Hassan Rashid, M. A. Ul; Manzoor, M. M.; Mukhtar, S. **Urbanization and Its Effects on Water Resources: An Exploratory Analysis.** *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, v. 15, n. 1, p. 67–74, 29 jan. 2018.

Mendonça, F.; Medeiros Leitão, S. A. **Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos.** GeoTextos, v. 4, n. 1 e 2, p. 145–163, 9 mar. 2009.

Meyer, J. L.; Paul, M. J.; Taulbee, W. K. **Stream ecosystem function in urbanizing landscapes.** Journal of the North American Benthological Society, v. 24, n. 3, p. 602–612, 2005.

Moura, N. C. B.; Pellegrino, P. R. M.; Martins, J. R. S. **Transição em infraestruturas urbanas de controle pluvial: uma estratégia paisagística de adaptação às mudanças climáticas.** Paisagem e Ambiente, n. 34, p. 107–128, 2014.

Novotny, V.; Ahern, J.; Brown, P. **Water Centric Sustainable Communities: Planning, Retrofitting, and Building the Next Urban Environment.** Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc, 2010.

Pellegrino, P. **Conclusão.** In: PELLEGRINO, P.; MOURA, N. C. B. (Eds.). Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri: Manole, 2017a. p. 291–308.

Pellegrino, P. **Paisagem como infraestrutura hídrica.** In: Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri: Manole, 2017b. p. 25–41.

Pereira, M. C. S. et al. **Soluções baseadas na natureza: quadro da ocupação da cidade de São Paulo por células de biorretenção.** Revista LABVERDE, v. 11, n. 1, p. 95–120, 14 dez. 2021.

Tahvonen, O. **Adapting Bioretention Construction Details to Local Practices in Finland.** Sustainability, v. 10, n. 2, p. 276, 23 jan. 2018.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Guidelines for Integrating Ecosystem-based Adaptation into National Adaptation Plans:** Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines. Nairobi: [s.n.]. Disponível em: <www.un.org/Depts/Cartographic/english/htmain.htm>.

Walker, B.; Salt, D. **Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world.** Washington: Island Press, 2006.

World Bank. **A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience.** Washington: World Bank Group, 2021.