



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

GIULIA YASMIN FERREIRA DE SOUZA

BIOVALETAS – INFRAESTRUTURA VERDE SUSTENTÁVEL

MOSSORÓ

2022

GIULIA YASMIN FERREIRA DE SOUZA

BIOVALETAS – INFRAESTRUTURA VERDE SUSTENTÁVEL

Monografia apresentada a
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia.

Orientador: Marineide Jussara Diniz,
Prof. Dr.

MOSSORÓ

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S729b Souza, Giulia Yasmin Ferreira de .

BIOVALETAS - INFRAESTRUTURA VERDE SUSTENTÁVEL
/ Giulia Yasmin Ferreira de Souza. - 2022.
34 f.: il.

Orientadora: Marineide Jussara Diniz.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Elemento filtrante. 2. águas pluviais. 3.
drenagem. I. Diniz, Marineide Jussara, orient.

II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor (a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Kenia Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

GIULIA YASMIN FERREIRA DE SOUZA

BIOVALETAS – INFRAESTRUTURA VERDE SUSTENTÁVEL

Monografia apresentada a
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia.

Defendida em: ____ / ____ / 2 ____.

BANCA EXAMINADORA

Marineide Jussara Diniz, Prof. Dra. (UFERSA)
Presidente

Ana Beatriz Alves de Araújo, Prof. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Layla Bruna Lopes Reges, Mestre (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida e por ter me dado força e paciência para ter chegado até aqui.

Agradeço ao meus pais, Maria Djenane e José Nilson, por estarem sempre ao meu lado, por terem me dado condições de continuar com esse sonho, apesar de tantas dificuldades, e por todo amor que sentem por mim.

Agradeço aos demais familiares, em especial aos meus tios Elano e Erivaldo que me deram todo suporte necessário na cidade de Mossoró e por estarem sempre de portas abertas para me receber.

Agradeço aos meus amigos, que de forma direta ou indireta me deram apoio, me ouviram e me ajudaram, cito aqui Maria de Fátima, Gabriely Maia, Mércia Ferreira, Suzyanne Costa e Lutigardy Estácio.

Agradeço a minha orientadora Marineide Jussara Diniz por todo o ensinamento compartilhado, por todo incentivo, pela paciência, dedicação e confiança em mim depositada.

Por fim, agradeço a Banca Examinadora por ter disponibilizado tempo e dedicação para estar presente nesse momento tão importante da minha vida acadêmica.

*“O insucesso é apenas uma
oportunidade para recomeçar com
mais inteligência”*

Henry Ford

RESUMO

O crescimento populacional constante pode ocasionar uma possível falta de água potável no futuro, por este motivo, frequentemente são desenvolvidos estudos que viabilizam maneiras de economizar ou substituir a água potável em situações que não exijam a utilização dela. Dentro desses estudos, as infraestruturas verdes estão ganhando destaque, pelo fato de que podem auxiliar no processo de drenagem de águas pluviais em áreas urbanas, com isto, essa água pode ser utilizada posteriormente em outras situações, pois foi coletada da forma correta, além de minimizar possíveis impactos ambientais e sociais causados pelo acúmulo da água proveniente de chuvas, nas ruas das cidades. As biovaletas são exemplos de infraestruturas verdes que estão sendo implementadas nas grandes cidades, podendo ser construídas em diversos locais, como por exemplo, parques e estacionamentos. Podem realizar o processo de purificação da água e auxiliam na infiltração dela no solo, facilitando o caminho até espaços de captação. Dessa forma, este trabalho fez uma breve contextualização de infraestruturas verdes, chamados também de dispositivos de drenagem verde, que possibilitam a devolução de águas pluviais para os aquíferos das regiões, explanando com maior ênfase as biovaletas pelo seu alto poder paisagístico.

Palavras-chave: Elemento filtrante; águas pluviais; drenagem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Aproveitamento da água de chuva	17
Figura 02 – Esquema de jardim de chuva	21
Figura 03 – Jardim de chuva na cidade Portland, Estados Unidos	22
Figura 04 – Modelo de lagoa pluvial	23
Figura 05 – Lagoa Pluvial Meadowbrook, Estados Unidos	23
Figura 06 – Modelo de um alagado construído	24
Figura 07 – Alagado construído em área urbana	24
Figura 08 – Exemplo de teto verde e seus elementos de composição	25
Figura 09 – Teto do prédio Multnomah County, Portland	25
Figura 10 – Modelo de biovaleta	26
Figura 11 – Biovaleta em Portland, Estados Unidos	27
Figura 12 – Biovaleta na cidade de São Paulo, Brasil /.....	28
Figura 13 – Infraestruturas verdes implantadas no Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha	28
Figura 14 – Biovaleta no parque East Esplanade em Portland, Estados Unidos	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Percentual dos tipos de sistemas de drenagem nos municípios, em 2017	19
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis	17
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IV – Infraestrutura Verde

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional

MME – Ministério de Minas e Energia

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

S2ID – Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 – Objetivos Geral	14
2.2 – Objetivos Específicos.....	14
3. METODOLOGIA.....	15
4. REVISÃO DE LITERATURA	16
4.1 – Águas Pluviais.....	16
4.2 – Sustentabilidade do manejo de águas.	18
4.3 – Tipologia de infraestruturas verdes no manejo de águas pluviais.....	20
4.4 – Biovaletas – Valetas de biorretenção.....	26
4.5 – Aplicações das biovaletas no Brasil e no mundo.	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO.	33

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022), aproximadamente 97,5% da água disponível no planeta é imprópria para o consumo humano, sendo apenas 2,5% de água doce, encontrada de acordo com a seguinte divisão, 69% nas geleiras, 30% nos aquíferos e 1% em rios. Com isso, surge a necessidade de outras alternativas, para que a água doce disponível por fácil acesso seja preservada e em um futuro próximo a população mundial não fique sem esse bem tão importante.

Buscando soluções para essa problemática, estudos foram desenvolvidos para que encontrassem possíveis substituições ou formas de economizar a água potável. A partir disso surgem pesquisas relacionadas a água pluvial, que segundo Santana e Medeiros (2017, p.2) são recursos renováveis que podem ser utilizados em atividades que não exijam água potável, após coleta e armazenamento de forma adequada, mas para que isso ocorra da melhor forma possível, é preciso seguir determinações propostas por leis federais e normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Uma das formas encontradas pelas cidades para auxiliar na coleta de águas pluviais foi o investimento em sistemas de drenagem, que realizam a coleta de forma adequada permitindo a utilização da água posteriormente; dentro desse método, entram as infraestruturas verdes, que podem auxiliar no escoamento das águas pluviais, minimizar os impactos causados pelas chuvas, como por exemplo as enchentes e podem melhorar a estética da cidade, trazendo um pouco da natureza para as áreas urbanas, como cita Benedict (2006).

As infraestruturas verdes podem desenvolver diversos processos, como purificação e infiltração, como afirma Vasconcellos (2011), além disso, podem ser desenvolvidas de diversas formas, atendendo as necessidades de cada localidade onde será instalada. As biovaletas são exemplos de infraestruturas verdes, que podem ser projetadas para serem instaladas em ruas, estacionamentos e parques, de acordo com as particularidades do local e dos objetivos que almejam ser alcançados.

2. OBJETIVOS

2.1 – Objetivo Geral

Contextualização das diversas tipologias de infraestruturas verdes ou dispositivos de drenagem que contribuem para a solução dos problemas associados à água, ao clima e a ecologia urbana, bem como projetos paisagísticos de espaços públicos visando a sustentabilidade ambiental.

2.2 – Objetivos Específicos

Destacar a infraestrutura verde, Biovaletas, pelo seu alto poder paisagístico.

Enfatiza um melhor manejo das águas de chuva equilibrando o ambiente construído e o natural.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica, buscando obras já publicadas relevantes para um maior conhecimento e análise do tema proposto a ser pesquisado.

A pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o tema, baseando-se no estudo de teorias já publicadas, sendo fundamental que o pesquisador leia, reflita e escreva, reconstruindo a teoria e aprimorando os fundamentos teóricos.

Os instrumentos utilizados para confecção desta pesquisa bibliográfica foram: livros, artigos científicos, teses, dissertações, revistas técnicas, leis e outros tipos de fontes escritas que já foram publicadas. Estes materiais foram fundamentais para construção de uma base teórica da pesquisa colaborando no desenvolvimento do trabalho.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 – Águas Pluviais

Para Santana e Medeiros (2017, p.2), águas pluviais podem ser definidas como recursos renováveis, que possibilitam um aproveitamento de maneira simples, pois é possível armazenar a água da chuva, através da contenção de escoamento e destinação dessa água para reservatórios onde serão armazenadas. Além disso, os autores citados destacam um ponto importante, pois comumente se utiliza do termo reutilização quando se refere ao consumo de águas pluviais, porém as águas pluviais não são reutilizadas, são apenas coletadas da chuva e armazenadas.

Nos últimos anos foi possível observar o crescimento de medidas que visam diminuir o gasto de água potável, isso ocorre com o objetivo de economizar na conta a ser paga pelo consumidor e preservar as reservas de água doce existentes que possuem fácil acesso. Uma maneira frequentemente utilizada é a coleta de águas provenientes de chuvas, conhecidas por águas pluviais, que podem ser utilizadas em atividades domésticas que não necessitem de água potável, como por exemplo descarga sanitária, limpeza de casa, lavagem de roupa e louça.

De acordo com o que já foi citado anteriormente, as águas pluviais não passam pelo processo de reuso, pelo fato de serem apenas captadas da chuva, mas não podem ser utilizadas em processos que exijam água potável, pelo fato de que podem ser contaminadas no processo de captação, pois é possível que impurezas sejam arrastadas no percurso que escoarem.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou em 2007 a NBR 15527, Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. A norma tem como objetivo apresentar à sociedade as condições necessárias para que as águas de chuva em áreas urbanas possam ser utilizadas em atividades que não exijam água potável.

A Tabela 01 apresenta os parâmetros exigidos pela ABNT (2007) para comprovar a qualidade da água de chuva, a frequência em que as análises

devem ser feitas e os valores de referência que servem para avaliar a qualidade da amostra.

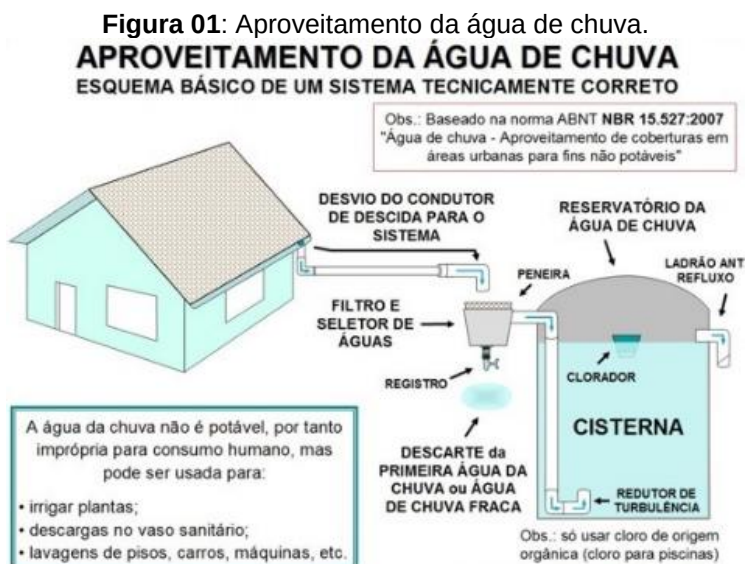
Tabela 01: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis.

PARÂMETRO	ANÁLISE	VALOR
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT
Cor aparente	Mensal	< 15 uH
pH	Mensal	6,0 a 8,0

Fonte: ABNT (2007).

Além dos parâmetros que foram citados anteriormente e que devem ser analisados, a NBR 15527/2007 cita outras condições que precisam ser levadas em consideração, como por exemplo a NBR 12217/1994 que trata das especificações relacionadas aos reservatórios onde a água que servirá para o abastecimento público deve ser armazenada. Mencionada também na primeira NBR citada, a NBR 12214/1990 fala sobre sistemas de bombeamento, que podem ser necessários em algumas atividades de abastecimento, o documento apresenta as definições, documentos e os passos básicos da elaboração do projeto. A NBR 15527/2007 cita a maneira como o sistema de aproveitamento deve receber manutenções e a frequência das manutenções. Por fim, apresenta em seu anexo seis métodos de cálculo utilizados no dimensionamento de reservatórios: Método de Rippl, Método da simulação, Método Azevedo Neto, Método prático alemão, Método prático inglês e Método prático australiano.

A Figura 01 representa uma das possíveis formas de aproveitamento de água da chuva, de acordo com as recomendações da NBR 15527/2007, existem esquemas mais elaborados e para diferentes tipos de edificação. No esquema demonstrado é possível observar os passos que devem ser seguidos para a coleta e o tratamento que deve ser feito.



Fonte: Ambiente Brasil

4.2 – Sustentabilidade do manejo de águas.

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022) cerca de 97,5% de toda a água que constitui o planeta terra é imprópria para o consumo humano e para a utilização em outros serviços essenciais, um exemplo disso é a irrigação. Do restante, dentre cerca de 2,5% de água doce, estimasse que 69% encontrem-se nas geleiras, enquanto os aquíferos detêm 30% e os rios apenas 1%. Segundo estudos feitos pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2020), com o crescimento populacional, consumo excessivo e não tratamento de água potável, até o ano de 2050, entre 3,5 bilhões e 4,4 bilhões de pessoas terão dificuldade na utilização de água.

O consumo excessivo de água potável pode acarretar problemas de escassez para a população, além de trazer problemas climáticos que já são vistos atualmente, por esse motivo, o número de estudos voltados para a viabilização da reutilização de água tem crescido constantemente, pois é necessário buscar maneiras de minimizar o gasto e o desperdício desse bem tão importante para a vida humana. Uma das maneiras possíveis de reduzir o impacto causado pelo desperdício de água é o manejo, de forma correta, da água potável já utilizada ou de águas pluviais, por exemplo.

A Lei Federal N° 11.445/2007, denominada por Lei do Saneamento Básico, apresenta as diretrizes nacionais necessárias do saneamento básico e a política federal que deve ser empregada nesse assunto, cita por exemplo a

importância de serviços como o manejo de águas pluviais e drenagem, em áreas urbanas, locais em que o crescimento populacional e a impermeabilização do solo podem acarretar problemas mais graves.

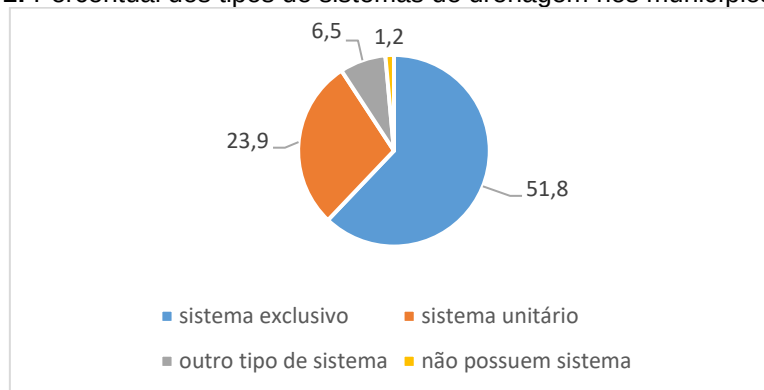
A partir da lei citada anteriormente, foi criado o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), aprovado pelo Decreto N° 8.141 de 20 de novembro de 2013 e pela Portaria Interministerial N° 571 de 05 de dezembro de 2013, o plano representa todo o planejamento do saneamento básico, atentando-se aos quatro principais componentes: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, coleta de lixo e manejo dos resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, tendo como meta 20 anos, entre os anos de 2014 e 2033.

De acordo com o PLANSAB (2019), as ações do Governo Federal com relação a drenagem e o manejo de águas pluviais se dão primordialmente através do Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) e o Ministério de Minas e Energia (MME).

Para realizar a caracterização e as análises da drenagem e o manejo de águas pluviais, o PLANSAB utilizou,

“As informações constantes do segundo Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, elaborado com base nas informações e indicadores do módulo “Águas pluviais” do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS-AP), que possui 2017 como ano de referência e combina informações do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) da Defesa Civil/MDR, da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (PLANSAB, 2019, p. 34).”

De acordo com os dados obtidos na caracterização, os municípios que fazem parte do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS-AP, 2017) possuem basicamente dois tipos de sistema para drenagem e manejo, os que são apenas para águas pluviais (exclusivos) e os que são para águas pluviais misturadas com esgoto sanitário (unitário), 1.930 municípios (51,8%) possuem sistema exclusivo, 891 municípios (23,9%) possuem sistema unitário, 243 municípios (6,5%) possuem outro tipo de sistema e 667 (17,9%) não possuem sistema de drenagem, como exposto no Gráfico 01.

Gráfico 01: Percentual dos tipos de sistemas de drenagem nos municípios, em 2017.

Fonte: SNIS

Além dos dados já citados, outro aspecto analisado foi as soluções desenvolvidas pelos municípios para minimizar o escoamento superficial das águas. No SNIS-AP (2007) foi notificado a existência de 259 parques lineares, 473 reservatórios ou bacias de retenção e 48.907 km de faixas ou valas de infiltração divididos em 604 municípios. Por isso, é necessário que haja maiores investimentos para fomentar a construção de biovaletas, lagoas de captação e jardins de chuva, pelo fato de serem alguns dos vários exemplos de maneiras utilizadas para a drenagem e manejo de águas pluviais, direcionando-as para um tratamento adequado ou ajudarem no processo de infiltração até chegarem aos aquíferos.

4.3 – Tipologia de infraestruturas verdes no manejo de águas pluviais.

O desenvolvimento de estudos voltados para a implantação da infraestrutura verde nas cidades se deu a partir da necessidade de inserir um pouco da natureza em locais com o crescimento urbano acelerado, pois esse crescimento em ascensão poderia trazer prejuízos para as populações futuras, como por exemplo as enchentes que na maioria das vezes são causadas pelo fato de que a água da chuva não tem caminho para escoar, pois a área urbana está com o solo praticamente impermeável. Com isso, o investimento em infraestrutura verde (IV) vem crescendo e tendo seu local de grande importância para a sociedade.

Segundo Benedict (2006), a infraestrutura verde consegue ser implantada em uma área de diversas formas e escalas, atendendo as características e

necessidades exigidas, para isso, a IV pode ser desenvolvida em escala particular, local, estadual, regional ou nacional. No meio particular, que normalmente está ligado a casas ou edifícios, pode ser desenvolvido telhados e muros verdes. No meio local, pode ser desenvolvido biovaletas, jardins de chuva e canteiros pluviais, que ajudam no processo de manejo de águas pluviais. E por fim, no ambiente estadual, regional e nacional, a IV é desenvolvida para buscar a proteção das paisagens e do habitat para animais.

De acordo com Vasconcellos (2011), a infraestrutura verde em escala local tem como uma das suas principais funções sanar problemas relacionados a drenagem de águas pluviais, para isso, possui cinco etapas básicas que devem ser feitas de forma correta, para que o processo ocorra da melhor maneira possível, que são eles: purificação, detenção, retenção, condução e infiltração.

- **Purificação:** Na etapa de purificação, as águas pluviais passam por processos de sedimentação, filtração ou absorção biológica, com o objetivo de melhorar a qualidade da água.
- **Detenção:** Na etapa de detenção, as águas pluviais passam por um processo para que o fluxo seja desacelerado para diminuir a pressão exercida no sistema de drenagem e impedir o escoamento superficial.
- **Retenção:** Na etapa de retenção, as águas pluviais passam por um processo onde ficarão retidas em um local, como por exemplo, uma cisterna, para diminuir a pressão do fluxo no sistema de drenagem, depois desse processo, a água volta para o sistema.
- **Condução:** Na etapa de condução, as águas pluviais passam por um processo para serem transportadas do início ao destino final.
- **Infiltração:** Na etapa de infiltração, as águas pluviais já purificadas se infiltrarão no solo até chegarem as bacias hidrográficas ou aquíferos.

A seguir são descritas algumas tipologias de infraestruturas verdes, com suas características e quais processos realizam, as infraestruturas apresentadas podem ser desenvolvidas em diversos locais.

a) Jardim de chuva:

Conforme Cormier e Pellegrino (2008) cita em seu trabalho, jardins de chuva são infraestruturas verdes que possuem diferenças topográficas, para que

recebam águas pluviais provenientes do escoamento de superfícies impermeáveis próximas.

Normalmente são constituídos por solo e plantas, nesse caso, o solo terá como função sugar a água enquanto que as plantas e os microrganismos presentes no solo possuem a função de remover possíveis poluentes presentes na água. Os componentes dos jardins de chuva devem agir em conjunto, para que possam realizar os processos de purificação, detenção e infiltração.

A Figura 02, trata-se de um esquema de jardim de chuva, indicando as características presentes na infraestrutura verde citada.

Figura 02: Esquema de jardim de chuva.



Fonte: Cormier e Pellegrino (2008)

Ainda de acordo com o autor, os jardins de chuva possuem grande eficiência na retenção e melhoria da água, isso ocorre pois apesar de em alguns casos os jardins possuírem espaços pequenos, as formas nas quais eles são construídos e o material que o compõem ajudam para que eles executem o processo de forma eficaz. Na Figura 03, é possível visualizar um jardim de chuva real, construído na cidade de Portland no estado do Óregon nos Estados Unidos, este jardim foi construído ao lado do meio-fio, para receber a água que escoada da estrada e das calçadas.

Figura 03: Jardim de chuva na cidade Portland, Estados Unidos.



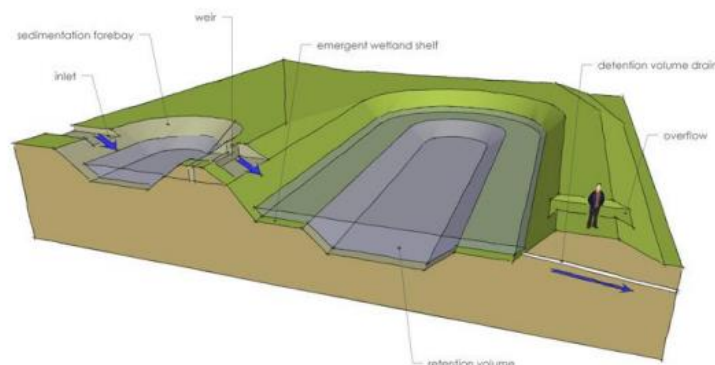
Fonte: Cormier e Pellegrino (2008)

b) Lagoa pluvial:

De acordo com Vasconcellos (2011), lagoas pluviais possuem o funcionamento semelhante aos de uma bacia de retenção, tem como função acondicionar o excesso de água proveniente de chuvas para que não ocorra enchentes. Sua capacidade para armazenamento tem como base o volume que é gerado por meio do nível permanente e o nível de transbordamento da água.

A Figura 04 mostra o modelo e a estrutura de uma lagoa pluvial, de acordo com Cormier e Pellegrino (2008), esse tipo de infraestrutura verde é um modelo que necessita de um espaço maior do que os outros modelos costumam necessitar, pois normalmente são construídos em canteiros ou em espaços ao redor de calçadas, mas apesar disso, as lagoas pluviais possuem grande relevância por conseguir armazenar um volume consideravelmente grande de água.

Figura 04: Modelo de lagoa pluvial.



Fonte: Vasconcellos (2011)

As lagoas pluviais realizam os processos de purificação, retenção e infiltração das águas que são armazenadas nelas. E podem servir de habitat para a fauna local, como mostra a Figura 05, de uma lagoa localizada nos Estados Unidos, que serve de habitat para pássaros e outros animais que vivem na zona urbana.

Figura 05: Lagoa Pluvial Meadowbrook, Estados Unidos.



Fonte: Cormier e Pellegrino (2008)

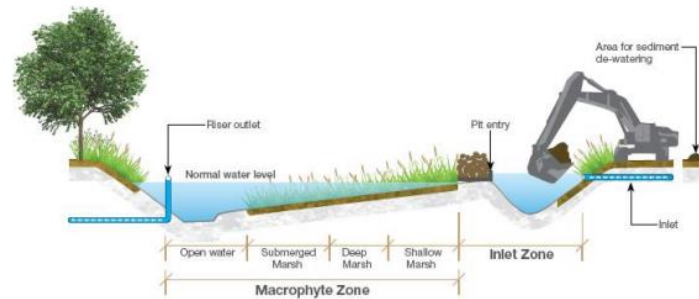
c) Alagado construído:

Segundo Vasconcellos (2011), um alagado construído trata-se de uma área com cobertura vegetal que será coberta por água, com uma profundidade relativamente pequena, podendo realizar os processos de purificação, infiltração e retenção.

Comumente são constituídos por três fases, sendo a fase 1, a zona de entrada, fase na qual ocorre o processo de remoção de sedimentos de grande ou médio porte através de uma bacia de sedimentação; a fase 2, é a zona macrófita, fase em que ocorre a remoção de partículas pequenas e parte dos poluentes, através da vegetação que compõe a fase. E por fim, a fase 3, que é a zona de by-pass, que tem como função proteger a zona macrófita.

A Figura 06 mostra um dos modelos possíveis para a elaboração e execução de um alagado construído, pois esse tipo de infraestrutura verde pode ser desenvolvido de diferentes formas e escalas, sendo levado em consideração o local onde será construído e a estimativa que deve ser feita em relação ao volume de água que a estrutura pode captar.

Figura 06: Modelo de um alagado construído.



Fonte: Vasconcellos (2011)

Quando construídos em áreas urbanas, podem ter escalas reduzidas para que possam se adequar a paisagem urbana, já em áreas maiores, como em uma escala regional, podem assumir áreas mais longas, tendo maior captação de água e sendo habitat para várias espécies da fauna. A Figura 07 mostra um alagado construído em uma área urbana, se tornando parte da paisagem.

Figura 07: Alagado construído em área urbana.



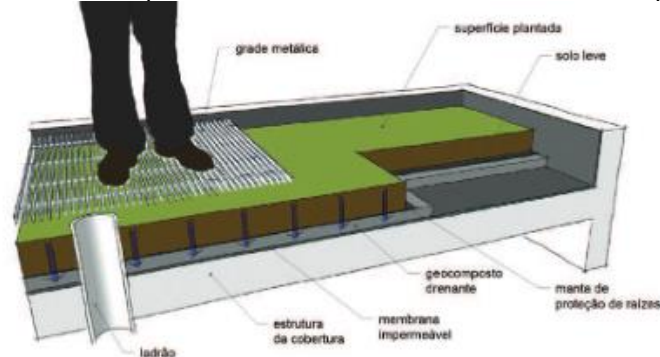
Fonte: Vasconcellos (2011)

d) Teto verde

Teto verde é uma tipologia que deve ser desenvolvida de forma técnica, para que possa ter seu funcionamento correto garantido. Segundo Cormier e Pellegrino (2008), o teto verde possui uma cobertura vegetal que deve ser plantada em um solo bem tratado com compostos orgânicos, sendo colocado acima de uma barreira contra raízes, um reservatório que fará a drenagem e uma membrana à prova de água, para que não traga riscos a estrutura que está

abaixo. Na Figura 08 podemos ver um exemplo de um teto verde e os seus elementos de composição.

Figura 08: Exemplo de teto verde e seus elementos de composição.



Fonte: Cormier e Pellegrino (2008)

Os tetos verdes podem possuir tamanhos diferentes, tem os que possuem maior captação de águas pluviais têm de 20 a 60 cm, enquanto os com menor captação têm de 5 a 15 cm. Essa tipologia pode realizar a captação de águas pluviais, contribuir para a diminuição do calor nas áreas urbanas, melhorar a eficiência energética das edificações e servir como habitat para diversos tipos de animais silvestres. A Figura 09 mostra o prédio Multnomah County, em Portland nos Estados Unidos, que possui a infraestrutura de teto verde.

Figura 09: Teto do prédio Multnomah County, Estados Unidos.



Fonte: Cormier e Pellegrino (2008)

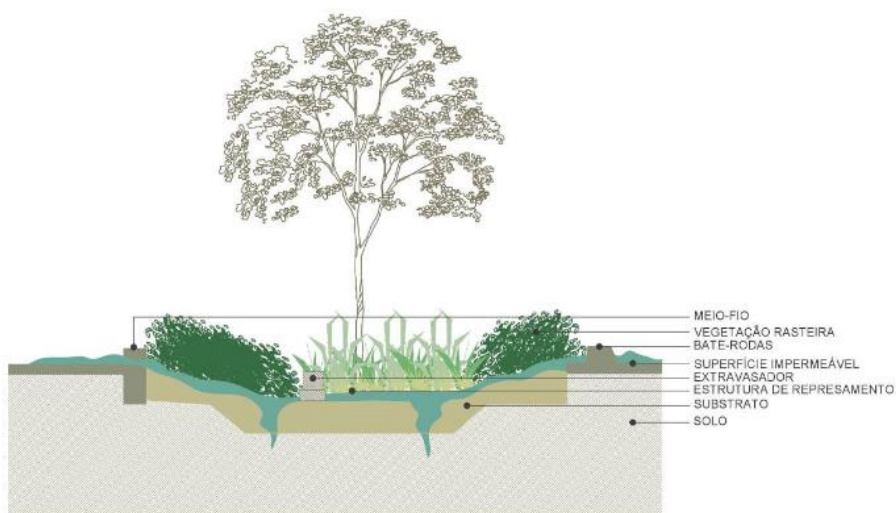
4.4 – Biovaletas – Valetas de biorretenção

De acordo com Medeiros (2015), as biovaletas possuem semelhança com a infraestrutura de um jardim de chuva, mas ambas apresentam características

particulares que diferem uma da outra. A biovaleta é formada por uma depressão linear coberta por vegetação, constituída por células em série, compostas por diferentes vegetações, solo e outros elementos que devem agir como filtro para as águas pluviais, realizando assim o primeiro processo de limpeza.

Na Figura 10 abaixo é possível visualizar um modelo de biovaleta e os elementos que compõem essa infraestrutura, como por exemplo a vegetação rasteira, superfície impermeável, substrato e o solo.

Figura 10: Modelo de biovaleta.



Fonte: Teixeira e Silva (2019)

Segundo Teixeira e Silva (2019), as biovaletas possuem a função de realizar a limpeza da água pluvial que é acumulada em sua estrutura, mas também realiza o processo que estende o tempo necessário para o escoamento dessa água, que pode ir para outra infraestrutura verde como o jardim de chuva ou para um sistema específico de retenção e detenção.

Teixeira e Silva (2019) ainda citam que os tipos de vegetações que compõem as biovaletas devem possuir propriedades filtrantes para que através dessas, as águas pluviais sejam filtradas e fiquem livres de poluentes que foram adquiridos durante o escoamento pelas ruas. Com isso, ao serem infiltradas no solo, não acarretarão tantos riscos de contaminação do solo, além disso, a vegetação presente na infraestrutura auxilia no processo de escoamento, fazendo com que esse processo ocorra de forma mais lenta.

Segundo as definições propostas por Vasconcellos (2011), as biovaletas realizam os processos de purificação por sedimentação, filtração e absorção biológica, retenção e condução.

Na Figura 11 é possível visualizar a estrutura de uma biovaleta instalada em uma rua da cidade Portland, nos Estados Unidos. Como observado, as biovaletas são construídas normalmente em ruas ou estacionamentos, na primeira opção, podem ser construídas entre as calçadas e o meio fio ou dentro da própria via (MARUYAMA, 2017).

Figura 11: Biovaleta em Portland, Estados Unidos.



Fonte: Maruyama, Leite e Deus (2017).

As infraestruturas verdes auxiliam no mecanismo de drenagem de águas pluviais, aproximam as áreas urbanas da natureza e em consequência trazem melhorias para a umidade do ar e para a fauna dessas localidades. Teixeira e Silva (2019) citam em seu trabalho os tipos de vegetações que podem ser plantadas nas áreas das biovaletas, pois elas devem atender a aspectos como crescimento rápido em diversas condições, resistência a variação de pH, capacidade de transpiração, facilidade na plantação e outros. Os tipos de vegetações são: *Talauma ovata*, conhecida popularmente por baguaça (árvore), *Hibiscus diversifolius*, conhecido popularmente por hibisco-do-banhado (arbusto), *Hibiscus diversifolius*, conhecido popularmente por hibisco-do-banhado (trepadeira), *Senecio bonariensis*, conhecido popularmente por margarida-do-banhado (herbáceas) e *Regnellidium diphyllum*, conhecida popularmente por samambaia-borboleta (forrações).

Além do que já foi citado, um aspecto importante a ser analisado para a implantação de uma biovaleta ou um sistema composto por várias biovaletas em uma cidade, é o investimento econômico e o retorno que será obtido a partir do investimento. De acordo com Moura, Corrêa, Checchia e Marini (2007), para realizar um projeto eficiente, é preciso ter dados relacionados ao tamanhos das biovaletas, a intensidade pluviométrica do local, considerando os valores obtidos com esses dados, é feito a média de capacidade das biovaletas, ou seja, a quantidade de água que ela irá conseguir reter, fazendo esses cálculos, é possível concluir se o projeto é viável ou não economicamente, pois dependendo da porcentagem encontrada para a capacidade da biovaleta, a mesma torna-se indiferente para o problema a ser resolvido.

4.5 – Aplicações das biovaletas no Brasil e no mundo.

De acordo com a Ciclo Vivo (2020), a Prefeitura de São Paulo por intermédio da Subprefeitura de Sé inaugurou na Avenida 23 de Maio a primeira biovaleta da cidade, a infraestrutura verde foi instalada com o objetivo de reestruturação da paisagem natural no espaço e para servir como auxílio para o sistema de drenagem utilizado pelo município, a estrutura construída possui 500 metros, tendo como função filtrar e encaminhar a água pluvial coletada para o sistema de drenagem. A Figura 12 mostra parte da biovaleta da Avenida 23 de Maio, ainda segundo o site, a infraestrutura verde citada é constituída de plantas que possuem eficácia em ações de fitorremediação, como por exemplo: lótus, papiro gigante, banana d'água, vetiver, copo-de-leite e outros.

Figura 12: Biovaleta na cidade de São Paulo.



Fonte: Ciclo Vivo (2020)

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP-2014), o estádio nacional de Brasília Mané Garrincha, recebeu um projeto elaborado com o intuito de inserir medidas para um sistema de manejo de águas pluviais para melhoria do estádio e não desperdício dessa água que pode ser utilizada em atividades que não exijam água potável. Na Figura 13, é indicado por números os tipos de infraestruturas verdes que foram implementadas no estádio através do projeto que foi apresentado, as biovaletas estão sendo representadas pelo número 8, localizadas no estacionamento, construída entre as vagas de carros.

Figura 13: Infraestruturas verdes implantadas no Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2014.

De acordo com a AECweb (2021), as prefeituras de cidades do Brasil e do mundo buscaram investir em infraestruturas verdes para tentar diminuir os transtornos causados pelas chuvas, como por exemplo enchente e transbordo de bueiros, Portland nos Estados Unidos é um exemplo de cidade que investiu em biovaletas e outras infraestruturas verdes, para minimizar os problemas já ditos anteriormente. A Figura 14 mostra uma biovaleta construída no parque East Esplanade da referida cidade, além de resolver totalmente ou parcialmente os problemas relacionados as chuvas, a infraestrutura deixa o ambiente mais harmonioso, pelo fato de melhorar a paisagem.

Figura 14: Biovaleta no parque East Esplanade em Portland, Estados Unidos.



Fonte: Cormier e Pellegrino (2008)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de tudo que foi exposto no decorrer do trabalho, é possível concluir que as biovaletas são infraestruturas verdes eficientes, que podem contribuir de forma válida em sistemas de drenagem, realizando a purificação, retenção e infiltração de águas pluviais, evitando que ocorram transtornos como enchentes nas cidades. Além disso, é importante destacar que as biovaletas também contribuem com o ambiente pelo fato de possuir vegetação em sua composição, que trazem um pouco da natureza para áreas urbanas, deixando assim o ambiente das cidades mais bonitos e também mais arejado.

Porém, é necessário salientar que para que funcionem de forma eficaz, trazendo melhorias para as cidades, as biovaletas precisam ser construídas de forma correta, seguindo um projeto, que será elaborado de acordo com as necessidades da área que irá recebê-la, e que precisam passar por manutenções periódicas, para que seu funcionamento não seja comprometido, colocando em risco o sistema de drenagem que é ligado a ela.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO.

ABNT. **NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**, 2007.

ABNT. **NBR 12217: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público**, 1994.

ABNT. **NBR 12214: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público**, 1990.

AECweb. **Jardins de chuva oferecem mais permeabilidade e verde às cidades**, 2021. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/jardins-de-chuva-oferecem-mais-permeabilidade-e-verde-as-cidades/22514>.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Água no mundo**, 2022.

Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). **Manejo Integrado de Águas Pluviais: Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha Brasília- DF** Disponível em: <https://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2014/04/AF_11_DF_ESTADIO%20DE%20BRASILIA_WEB.pdf>

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais do saneamento básico.

BENEDICT, Mark A.; MCMAHON, Edward T. **Green Infrastructure – Linking Landscapes and Communities**. Washington, D.C.: Island Press, 2006.

Ciclo Vivo. **Avenida 23 de Maio, em SP, ganha biovaleta**. 2020. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/urbanismo/avenida-23-biovaleta/>.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. **Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana**. Paisagem e Ambiente, [S. l.], n. 25, p. 127-142, 2008.

MARUYAMA, C. M.; LEITE, L. P.; DEUS, L. B. D. de. **Corredor de infraestrutura verde: Rota Cicloviária como conexão entre Parque do Povo – Ibirapuera**. Revista LABVERDE, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 65-90, 2017.

MOURA, Matheus das Neves; CORRÊA, Ana Cristina Strava; CHECCHIA, Tatiane; MARINI, Giovanni. **Estudo de viabilidade para implantação de biovaletas no sistema de drenagem urbana do Porto Velho – RO**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, 2007.

MEDEIROS, C. F. de. **PAISAGEM E DRENAGEM URBANA: estratégias de infraestrutura verde para a revitalização do centro histórico tombado de Laguna/SC**. 2015. 230 f. Dissertação (Mestrado) - Curso Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

PLANSAB. **Plano Nacional de Saneamento Básico**, 2013.

ONU. Organização das Nações unidas. **No dia mundial da água, Guterres lembra que cerca de 2,2 bilhões carecem de água potável**. 2020.

SANT'ANA, D. R.; MEDEIROS, L. B. P. **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reuso de Águas Cinzas em Edificações**.: padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção. Distrito Federal, 2017.

TEIXEIRA, B. K.; SILVA, A. de S. **Tipos de vegetação para medidas compensatórias de controle pluvial na fonte em zonas subtropicais**. Revista LABVERDE, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 103-127, 2019.

VASCONCELLOS, A. A. **Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana na Bacia ambiental do Córrego D"Antas, Nova Friburgo – RJ**. Rio de Janeiro, 2011.