



Etec
Adolpho Berezin
Mongaguá



ETEC ADOLPHO BEREZIN
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

ALEXANDRE HENRIQUE SALLES RENTAS
ARISMAR BORGES DA SILVA
GUSTAVO MIGUEL DA SILVA
NATALIA LEITE DE SOUZA
PATRICIA JANIKIAN SIQUEIRA

IRRIGAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA JARDIM VERTICAL
ESTUDO DE CASO: SANITÁRIOS PRAIA GRANDE-SP

ETEC ADOLPHO BEREZIN

ALEXANDRE HENRIQUE SALLES RENTAS
ARISMAR BORGES DA SILVA
GUSTAVO MIGUEL DA SILVA
NATALIA LEITE DE SOUZA
PATRICIA JANIKIAN SIQUEIRA

IRRIGAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA JARDIM VERTICAL ESTUDO DE CASO: SANITÁRIOS PRAIA GRANDE-SP

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Etec “Adolpho Berezin”,
do Centro Estadual de Educação
Tecnológica Paula Souza, como
requisito para a obtenção do diploma de
Técnico de Edificações o em 2025 sob a
orientação do(s) Professor e Orientador
RODRIGO ASENJO BLANCO de PTCC
e DTCC.

**MONGAGUÁ – SP
NOVEMBRO / 2025**

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos conceder força, sabedoria e proteção em cada etapa desta trajetória acadêmica. Sem Sua presença, não teríamos alcançado esta conquista.

Agradecemos também às nossas famílias, que nos apoiaram incondicionalmente com amor, paciência, compreensão e incentivo diário. Foram elas que sustentaram nossos sonhos, mesmo nos momentos mais difíceis, oferecendo o suporte emocional necessário para que seguíssemos firmes.

Agradecemos a todos os professores por nos proporcionarem não apenas conhecimento técnico e racional, mas também pela manifestação de caráter, ética e afetividade no processo de formação profissional. A palavra “mestre” nunca fará justiça aos professores dedicados que, mesmo sem serem nomeados individualmente, terão sempre nossos eternos agradecimentos.

Ao professor Rodrigo, nosso orientador, agradecemos por sua dedicação, orientação, paciência e amizade, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

EPÍGRAFE

"Aqueles que contemplam a beleza da terra encontram forças que durarão para sempre."

— Rachel Carson

RESUMO

O jardim vertical é uma técnica de cultivo que utiliza estruturas verticais para o crescimento de plantas, sendo uma solução estética e funcional para áreas urbanas com espaço limitado. Além de embelezar ambientes, contribui significativamente para a sustentabilidade, promovendo a purificação do ar, isolamento térmico e acústico, e o aumento da biodiversidade. Sua implantação reduz ilhas de calor e melhora a qualidade de vida em centros urbanos. A sustentabilidade do jardim vertical está diretamente relacionada ao uso eficiente de recursos naturais, como a água. Para isso, sistemas de irrigação automatizados e inteligentes, como gotejamento, são essenciais. Esses sistemas minimizam o desperdício hídrico ao fornecer a quantidade exata de água necessária para cada planta. O reaproveitamento de águas pluviais, também pode ser integrado, tornando o sistema ainda mais eficiente. Assim, os jardins verticais representam uma união entre natureza e tecnologia, promovendo um ambiente urbano mais equilibrado e ecologicamente responsável.

ABSTRACT

Vertical gardens are a cultivation technique that uses vertical structures for plant growth, offering an aesthetic and functional solution for urban areas with limited space. Besides beautifying environments, they significantly contribute to sustainability by promoting air purification, thermal and acoustic insulation, and increased biodiversity. Their implementation reduces heat islands and improves the quality of life in urban centers. The sustainability of vertical gardens is directly related to the efficient use of natural resources, such as water. For this, automated and intelligent irrigation systems, such as drip irrigation and capillary irrigation, are essential. These systems minimize water waste by providing the exact amount of water needed for each plant. Rainwater harvesting can also be integrated, making the system even more efficient. Thus, vertical gardens represent a union between nature and technology, promoting a more balanced and ecologically responsible urban environment.

LISTA DE QUADROS, FIGURAS E SIGLAS

	pag.
Figura 1 – Exemplo ilustrativo de jardim vertical	13
Figura 2 - Vegitecture -em Barcelona	14
Figura 3 - Bosco Verticale – A Floresta Vertica	15
Figura 4 – Parede viva no aeroporto	15
Figura 5 – O Jardim Patrick Blanck	16
Figura 6 – Jardins da Baia em Singapura	16
Figura 7 – Uma obra de Van Gogu “Viva”	17
Figura 8 – Lyfada de Ar Fresco no Mexico	17
Figura 9 – O Jardim da Biblioteca	18
Figura 10 – Torre de Flor	18
Figura 11 – Gotejamento	23
Figura 12 – Microaspersor	24
Figura 13 – Capilaridade	25
Figura 14 - Exemplo ilustrativo do sistema on-grid	27
Figura 15 – Exemplo ilustrativo do sistema off-grid	28
Figura 16 – Exemplo ilustrativo do sisema Hibrido	29
Figura 17 – Tabela de caractristicas das plantas	31
Figura 18 – Croqui	32
Figura 19 – Preparação de apoio jardim Vertical ????	32
Figura 21 a 26	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	07
2. EXPOSIÇÃO DO TEMA	09
2.1 Objetivo geral	09
2.2 Objetivo Específico	09
2.3 Justificativa	10
3. METODOLOGIA	11
4 JARDIM VERTICAL	13
4.1 Incriveis jardins verticais pelo mundo	14
5 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS	19
6 SISTEMAS DE IRRIGAÇÕES	23
6.1 Gotejamento	23
6.2 Microaspersores	24
6.3 Irrigação por capilaridade	25
6.4 Sistema atual	26
7 ENERGIA SUSTENTAVEL FOTOVOLTAICA	27
8 PROPOSTA	30
9 TIPO DE VEGETAÇÃO E SUAS CARACTERISTICAS	31
10 PROTOTIPO	32
10.1 croqui	32
10.2 execução	32
11 PROJETO	36
11.1 – Planta Baixa	36
11.2 – Vistas 01	37
11.3 – Vistas 02	38
11.4 – Detalhes	39
11.5 – Sanitários da Orla	40
11.6 – Dimensionamento dos reservatórios	41
12 – SISTEMA ELETRICO OFF -GRID DO JARDIM VERTICAL	43
13 – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	45
14 – CONCLUSÃO	46
15 – REFERENCIAS	47
16 – GLOSSARIO (SE HOUVER)	49
17 – APENDICE	50
18 – ANEXOS	53

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem crescido a preocupação com o uso racional dos recursos naturais e a sustentabilidade em espaços urbanos. Nesse contexto, os jardins verticais surgem como uma alternativa ambientalmente responsável para melhorar a qualidade do ar, regular a temperatura e contribuir para o paisagismo urbano (MEDEIROS et al., 2014). Contudo, sua manutenção adequada é um desafio, especialmente em ambientes públicos.

No município de Praia Grande, litoral sul de São Paulo, a Prefeitura tem adotado iniciativas para promover o paisagismo urbano, como a instalação de sanitários públicos com jardins verticais. Em 18 de abril de 2023, foram oficialmente entregues novos sanitários na orla da cidade, com destaque para a presença de jardins verticais, voltados à integração de práticas sustentáveis no ambiente urbano (PREFEITURA DE PRAIA GRANDE, 2023).

Apesar da boa intenção, muitos desses espaços enfrentam problemas de manutenção, o que compromete os benefícios ambientais esperados. Reportagem do jornal Diário do Litoral destaca que, embora a proposta seja visualmente agradável e ecologicamente correta, diversos desses jardins têm sido negligenciados, resultando na morte das plantas por falta de irrigação adequada (DIÁRIO DO LITORAL, 2024).

Em contrapartida, empreendimentos privados como o supermercado Carrefour Vila Lobos, em São Paulo, mostram o sucesso na aplicação dos jardins verticais quando há investimento em manutenção profissional. Nesse projeto, desenvolvido pela empresa Muro Verde, foi instalado um jardim vertical de grandes dimensões, que além de melhorar o conforto térmico e visual do espaço, é constantemente irrigado e mantido, evidenciando a eficácia da gestão privada nesse tipo de estrutura (MURO VERDE, 2022).

Diante desse cenário, este Trabalho de Conclusão de Curso propõe a implementação de um sistema de irrigação automatizado para jardins verticais em banheiros públicos de Praia Grande, utilizando energia solar fotovoltaica e água da chuva. O sistema contará com acionamento temporizado da bomba de irrigação, promovendo a autonomia hídrica e energética da instalação.

A proposta está alinhada com a certificação ambiental LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), amplamente utilizada como referência mundial em

construções sustentáveis. Especificamente, o projeto visa atender aos seguintes créditos LEED: WE Credit: Outdoor Water Use Reduction, ao reduzir o uso de água potável através de sistemas inteligentes de irrigação com água pluvial; e EA Credit: Renewable Energy, ao empregar painéis solares fotovoltaicos para acionar o sistema de irrigação (USGBC, 2024).

A viabilidade do reaproveitamento da água da chuva será assegurada pelo atendimento à ABNT NBR 15527, que estabelece critérios técnicos para captação, armazenamento e utilização da água pluvial para fins não potáveis, como irrigação de jardins. Além disso, as instalações elétricas atenderão à ABNT NBR 5410, que trata das instalações elétricas de baixa tensão, garantindo segurança e conformidade técnica.

Segundo Capra (2006), o verdadeiro desenvolvimento sustentável exige uma mudança sistêmica que considere a interdependência entre os sistemas sociais e naturais. Já Sachs (2009) destaca a importância de soluções que integrem fatores ambientais, sociais e econômicos para alcançar a sustentabilidade em ambientes urbanos.

Dessa forma, este trabalho busca apresentar uma solução replicável para municípios que desejam manter práticas ecológicas em espaços públicos. Ao utilizar recursos naturais renováveis e tecnologias acessíveis, o sistema proposto contribui para a valorização do espaço urbano, a educação ambiental da população e a preservação dos recursos hídricos e energéticos

2. EXPOSIÇÃO DO TEMA

O presente trabalho aborda a aplicação de um sistema de irrigação automatizado e sustentável voltado a obras públicas, com foco em jardins verticais instalados nos sanitários da orla da Praia Grande/SP. A proposta busca solucionar um problema comum nessas estruturas: a falta de manutenção adequada, que leva ao ressecamento das plantas e à perda do investimento público. O sistema proposto utiliza água da chuva armazenada em reservatório subterrâneo e superior, garantindo que não falte água. A irrigação é feita por uma bomba hidráulica acionada por energia solar fotovoltaica, controlada por um temporizador automatizado alimentado por pilhas, o que garante autonomia, economia de recursos e maior sustentabilidade para os jardins verticais em ambientes públicos e expostos à maresia.

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo promover a eficiência no uso de recursos naturais por meio da implantação de um sistema de irrigação automatizado e sustentável em jardim vertical instalado em obra pública, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e para a valorização estética e funcional do paisagismo urbano.

2.2 Objetivo Específico

Apresentar uma solução sustentável e eficiente de irrigação automatizada para jardins verticais instalados em obras públicas, contribuindo para a atuação de gestores públicos, engenheiros, arquitetos, empresas contratadas e auditores, alinhada às práticas ESG e certificações ambientais.

2.3 Justificativa

Foram observadas algumas patologias recorrentes em jardins verticais implantados em obras públicas, como é o caso dos sanitários da orla da Praia Grande/SP.

Atualmente, a irrigação é realizada por meio de caminhões-pipa, um método ineficiente, custoso e que não garante regularidade e nem atende às reais necessidades hídricas das plantas. Além disso, muitos desses projetos sofrem com falta de planejamento técnico, principalmente no que diz respeito à incidência solar um fator essencial para determinar a posição ideal do jardim e a viabilidade das espécies vegetais utilizadas. Sem esse estudo, é comum que plantas sejam colocadas em áreas com pouca luz, dificultando a fotossíntese e contribuindo para sua morte precoce.

Outro ponto crítico observado é o acúmulo de água parada nas estruturas de irrigação mal projetadas, o que favorece o surgimento de pragas urbanas, como mosquitos e fungos. A isso se soma a falta de manutenção constante, problema comum em obras públicas, o que acelera a degradação do paisagismo e representa um desperdício de recursos públicos.

Diante desse cenário, este trabalho se justifica pela necessidade de programar uma solução mais eficiente, econômica e sustentável. O sistema proposto utiliza reaproveitamento de água da chuva, complementado com água da concessionária quando necessário, além de um sistema de bombeamento movido por energia solar e controlado por temporizador automatizado, contribuindo com a melhoria visual do espaço, a preservação ambiental e a redução dos custos de manutenção em longo prazo.

3. METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza qualitativa e exploratória, voltada à proposição de soluções técnicas e sustentáveis para o uso em obras públicas. A metodologia foi elaborada com o objetivo de permitir a reprodução do sistema proposto por outros profissionais, órgãos públicos ou instituições que atuem na área de infraestrutura urbana e paisagismo.

A pesquisa foi conduzida por meio de visita técnica aos sanitários públicos localizados na orla da cidade de Praia Grande/SP, onde foram realizados registros fotográficos e observações diretas quanto ao estado atual da vegetação, forma de irrigação, posição solar, incidência de luz, condições do ambiente externo (umidade, maresia), além da estrutura física do jardim vertical.

A partir dessas observações, foram identificados problemas como irrigação ineficaz por caminhão-pipa, ausência de estudo de insolação, acúmulo de água parada, surgimento de pragas e falta de manutenção contínua. Com base nesse diagnóstico, iniciou-se a fase de proposição técnica da solução, que envolveu:

- Levantamento de informações sobre sistemas de irrigação automatizados;
- Consulta às normas técnicas, especialmente a NBR 5410/2004 (instalações elétricas de baixa tensão) e a NBR 5626/2020 (instalações prediais de água fria), para assegurar que os sistemas hidráulicos e elétricos propostos estejam em conformidade com a legislação vigente;
- Estudo de métodos de irrigação aplicados a jardins verticais e seleção dos componentes compatíveis com áreas urbanas expostas e com restrições de manutenção.

Foram especificados os seguintes materiais e equipamentos: painel solar fotovoltaico com controlador de carga e bateria; temporizador automático alimentado por pilhas; bomba hidráulica de baixa potência para captação de água de um reservatório subterrâneo; sistema de tubulação e gotejadores; caixa d'água de apoio superior; reservatório para captação de água da chuva.

A amostra da pesquisa foi constituída por um estudo de caso único, representando uma estrutura de sanitário público padronizado da orla da Praia Grande. Por se tratar de uma intervenção física localizada e específica, a amostra corresponde a 100% do objeto

de análise direta, sendo considerada suficiente para representar situações similares em outras estruturas da mesma tipologia.

Os instrumentos de pesquisa utilizados foram: observação direta em campo; registros fotográficos; estudo de normas técnicas e documentos legais; levantamento técnico de materiais e equipamentos disponíveis no mercado.

Os dados coletados foram organizados de forma descritiva e qualitativa, analisando as condições reais de funcionamento da estrutura atual e comparando com os benefícios técnicos e sustentáveis do sistema proposto. A proposta final busca atender tanto à funcionalidade quanto à sustentabilidade, sendo compatível com as exigências atuais de responsabilidade ambiental, diretrizes ESG e certificações sustentáveis em obras públicas.

4. JARDIM VERTICAL

A ideia de cultivar plantas nas paredes não é recente. Civilizações antigas, como os babilônios, já utilizavam técnicas parecidas, como nos famosos Jardins Suspensos. No entanto, o conceito moderno de jardim vertical ganhou força a partir do trabalho do botânico francês Patrick Blanc, na década de 1980. Ele foi pioneiro ao desenvolver um sistema que permite o cultivo de plantas em superfícies verticais, sem depender diretamente do solo, unindo estética, funcionalidade e sustentabilidade (SCHERER; FEDRIZZI, 2015).

Desde então, os jardins verticais passaram a ser aplicados em projetos urbanos e arquitetônicos ao redor do mundo, promovendo benefícios como melhoria da qualidade do ar, conforto térmico, isolamento acústico e valorização dos espaços. Hoje, mais do que um elemento decorativo, o jardim vertical é considerado uma solução verde para ambientes urbanos cada vez mais densos e impermeabilizados (SCHERER; FEDRIZZI, 2015).

Figura 01: Exemplo ilustrativo de jardim vertical.



Fonte: 180 Engenharia.

4.1 Incríveis jardins verticais pelo mundo

Eles absorvem poluentes do ar, agem como isolantes térmicos, reduzem o consumo de energia e, de quebra, embelezam a cidade. Cada vez mais, os jardins verticais ganham adeptos pelo mundo. A utilização de áreas verticais é uma forma de inserir espaços verdes na área urbana sem que seja preciso expandir o território da cidade.

Figura 02: "Vegitecture", em Barcelona



Fonte: Site Ambiente Melhor

O termo que mistura "vegetação" com "arquitetura" dá nome ao elegante jardim vertical desenvolvido pela firma Capella Garcia para a fachada de um prédio residencial em Barcelona, na Espanha. Visto de longe, o paredão verde - de 21 metros de altura e quase 300 metros quadrados de área - chega a se confundir com a paisagem arborizada das ruas que cercam o edifício. Pensando em atrair os bichos da vizinhança, os arquitetos equiparam o jardim com pequenos "abrigos" para as aves urbanas.

Figura 03: Bosco Verticale, A floresta Vertical



Fonte: Site Ambiente Melhor

As obras no primeiro prédio do mundo a abrigar uma floresta vertical, o Bosco Verticali, na Itália, está em pleno vapor e com previsão de término ainda para este ano. Mais de 900 árvores vão ocupar as varandas das duas torres, ajudando a filtrar a poluição do ar e garantir um clima ameno no interior durante o verão. O projeto, no bairro de Isola, nasceu com a ideia de fazer frente ao crescimento urbano e a "cimentação" da cidade, que muitas vezes ignoram a necessidade de áreas verdes.

Figura 04: Parede viva no Aeroporto



Fonte: Site Ambiente Melhor

A primeira parede verde dentro de um terminal na América do Norte fica no Aeroporto Internacional de Edmonton, em Alberta, no Canadá. Inaugurada em maio do ano passado, a cobertura possui 1,4 mil metros quadrados e tenta reproduzir uma cena de montanha, sendo composta por 8 mil plantas de 32 espécies diferentes. Projetada pela firma canadense About Green, a parede proporciona uma lufada de ar fresco e uma vista tão exuberante quanto acolhedora em um terminal sempre corrido.

Figura 05: O jardim de Patrick Blanck



Fonte: Site Ambiente Melhor

Criado por Patrick Blanc, desenhista, inventor, cientista e botânico francês, esse sistema de jardim vertical é famoso por ser a parede viva do Musée du Quai Branly,

em Paris. Mesmo que você passe despercebido pela rua, este edifício certamente fará você parar e olhar duas, três, quatro...inúmeras vezes. O prédio de quatro andares tem paredes que são totalmente camufladas com uma vegetação viva que vai do telhado para a calçada.

Figura 06: Jardins da Baía, em Singapura



Fonte: Site Ambiente Melhor

Unindo natureza, arte e tecnologia, esse mega jardim vertical com árvores colossais 'movidas' a energia solar fica em Singapura e abriga plantas de todos os cantos do planeta. Chamado de Gardens By The Bay, o centro de ecoturismo é dividido em sessões com fauna e flora de países distintos, lagos e uma atração de tirar o fôlego - um conjunto de árvores artificiais de até 50 metros de altura. Espalhadas pelo parque, as 12 árvores possuem dutos de ventilação de ar para estufas próximas, sistema de aproveitamento da água das chuvas e placas fotovoltaicas.

Figura 07: Uma obra de Van Gogh "Viva"



Fonte: Site Ambiente Melhor

Em 2012, pela primeira vez na história, uma pintura foi transformada em uma parede viva. A Galeria Nacional da Inglaterra em parceria com a GE deu vida ao "Campo

de Trigo com Ciprestes", pintado por Van Gogh, enquanto ele era um paciente no manicômio St-Remy. Para recriar a genialidade do artista, os designers usaram mais de 8000 plantas de 26 variedades capazes de imitar as bandas fortes de cor e textura que são encontrados na imagem original. O quadro "vivo" ficou exposto em uma das fachadas da Galeria, na Trafalgar Square, durante todo o período das Olimpíadas.

Figura 07: Lyfada de ar fresco no México



Fonte: Site Ambiente Melhor

Sete gigantes jardins verticais foram instalados, no ano passado, pelos bairros da Cidade do México, como parte de um projeto da Nissan e do grupo VerdMX, organização sem fins lucrativos que promove o design verde como forma de melhorar a qualidade de vida nos espaços urbanos e revitalizá-los. Os benefícios vêm em dose dupla, garantindo beleza para os olhos e ar puro para o pulmão. Anualmente, de acordo com o VerdMX, cada metro quadrado de um jardim vertical é capaz de "capturar" até 130 gramas de poeira gerada pela poluição de carros e outras fontes.

Figura 09: O jardim da biblioteca



Fonte: Site Ambiente Melhor

O Canadá também abriga uma das maiores paredes "verdes" do continente americano. Trata-se do jardim vertical de White Rock, subúrbio de Vancouver, que cobre a fachada da Biblioteca Pública Semiahmo. Com aproximadamente 280m², a parede dá vida uma variedade de flores e plantas, que representam mais de 120 espécies vegetais. Suportes verticais ao longo da estrutura garantem o fluxo de água e nutrientes para manutenção do jardim.

Figura 10: A "Torre de flor"



Fonte: Site Ambiente Melhor

A "Torre de Flor", projetado e construído pelo arquiteto Edouard François em Paris, contém 380 vasos de flores gigantes de concreto embutidas em cada uma das varandas do prédio. Segundo seu criador, a Torre Flor encarna a expressão do desejo de natureza na cidade. Ela é continuação vertical de um parque adjacente. Seus vasos de flores gigantes, penduradas nas varandas, foram inspirados pelos "jardins de janela parisienses que podem ser em si mesmos considerados tesouros botânicos", segundo seu criador.

5. CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS

5.1 Programa Município Verde e Azul

Segundo a Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL), a gestão ambiental municipal tem assumido papel estratégico no planejamento público, especialmente diante da necessidade de integrar desenvolvimento econômico, qualidade ambiental e sustentabilidade. No Estado de São Paulo, um dos principais instrumentos de apoio e mensuração dessa governança é o Programa Município Verde Azul (PMVA), criado em 2007 e coordenado pela SEMIL. O programa tem como finalidade estimular, monitorar e qualificar a gestão ambiental dos municípios paulistas,

promovendo a descentralização das políticas ambientais e induzindo a adoção de práticas sustentáveis pela administração pública local (SEMIL, 2024).

A estrutura do PMVA baseia-se em dez diretivas ambientais, que abrangem temas essenciais para a sustentabilidade municipal, como educação ambiental, biodiversidade, recursos hídricos, resíduos sólidos, arborização urbana e gestão do ar. A cada ciclo anual, os municípios participantes devem comprovar o cumprimento de ações específicas relacionadas a essas diretivas, por meio de documentos técnicos enviados ao sistema informatizado do programa. O desempenho é avaliado e consolidado no Índice de Avaliação Ambiental (IAA), indicador que determina a posição do município no Ranking Ambiental Paulista (SEMIL, 2024; AGIR Ambiental, 2017).

A certificação do PMVA funciona como reconhecimento oficial da qualidade da gestão ambiental municipal. De acordo com a Resolução SEMIL nº 036/2024, são certificados os municípios que atingem pontuação mínima superior a 75 pontos. A certificação também funciona como porta de acesso a benefícios administrativos, como prioridade na captação de recursos ambientais, especialmente por meio do Fundo Estadual de Controle da Poluição (FECOP). Assim, além do caráter avaliativo, o programa atua como mecanismo de incentivo e fortalecimento das políticas ambientais locais.

Dessa forma, o PMVA consolida-se como uma política pública de referência nacional, permitindo comparar o desempenho ambiental entre municípios, identificar boas práticas e promover o aprimoramento contínuo da gestão ambiental. A compreensão de seu funcionamento, de seus critérios técnicos e de seus impactos na administração municipal é fundamental para avaliar a eficiência das políticas ambientais descentralizadas no Estado de São Paulo.

O que é o Programa Município Verde Azul:

Lançado em 2007 pelo Governo do Estado de São Paulo, por meio da então Secretaria de Estado do Meio Ambiente — hoje SEMIL — o Programa Município Verde Azul (PMVA) tem o propósito de medir e apoiar a eficiência da gestão ambiental municipal, promovendo a descentralização e valorização da agenda ambiental nos municípios.

O principal objetivo do PMVA é estimular e auxiliar as prefeituras paulistas na elaboração e execução de políticas públicas estratégicas para o desenvolvimento sustentável.

A participação dos municípios ocorre mediante indicação de um interlocutor e um suplente, através de ofício encaminhado à SEMIL.

As ações propostas pelo PMVA são distribuídas em dez diretivas ambientais:

- Governança Ambiental
- Adaptação às Mudanças Climáticas
- Educação Ambiental
- Saneamento Básico (água, esgoto e drenagem)
- Resíduos Sólidos
- Qualidade do Ar e Mitigação de GEE
- Biodiversidade
- Arborização Urbana
- Recursos Hídricos
- Zoneamento Ecológico-Econômico

O Programa Município Verde Azul (PMVA) oferece capacitações técnicas aos interlocutores municipais e, ao final de cada ciclo, publica o Ranking Ambiental dos Municípios Paulistas, elaborado com base na pontuação obtida no Índice de Avaliação Ambiental (IAA). A adesão ao programa ocorre mediante ofício encaminhado pela prefeitura, manifestando interesse em participar e indicando o interlocutor titular e o suplente. A partir dessa formalização, o município passa a ter acesso às ferramentas técnicas disponibilizadas pela Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL).

Os interlocutores, escolhidos pelo prefeito, são responsáveis pelo gerenciamento das atividades necessárias para o cumprimento das diretivas ambientais do PMVA. A atuação desses representantes é essencial para o bom desempenho do município no programa e para o fortalecimento das políticas públicas ambientais no âmbito local.

O Ranking Ambiental, divulgado anualmente, orienta a formulação de políticas públicas sustentáveis e serve como base para premiações relevantes. Entre elas, destaca-se o Certificado Município Verde Azul, concedido aos municípios que atingem pontuação superior a 75 pontos, garantindo prioridade na captação de recursos junto à SEMIL. Outra premiação é o Prêmio Governador André Franco Montoro, destinado ao município que se sobressair dentro de seu grupo por meio de ações inovadoras na área ambiental.

O PMVA destaca-se por associar avaliação técnica a incentivos reais, fortalecendo o comprometimento municipal com a sustentabilidade. O programa demonstra que certificações baseadas em critérios verificáveis podem induzir políticas

públicas eficazes e promover avanços reais na gestão ambiental.

5.2 ESG - Environmental, Social and Governance

O conceito de ESG (Environmental, Social and Governance) refere-se ao conjunto de critérios utilizados para avaliar o desempenho ambiental, social e de governança das organizações. O termo ganhou relevância internacional a partir do relatório Who Cares Wins (2004), que evidenciou a relação entre sustentabilidade, mitigação de riscos e desempenho corporativo (CARVALHO; BINS, 2022). No âmbito ambiental (E), o ESG considera aspectos como preservação de recursos naturais, emissões, consumo de energia e gestão de resíduos. Na dimensão social (S), são avaliados fatores relacionados aos direitos humanos, diversidade, saúde e segurança. Já a governança (G) envolve práticas de ética, compliance, auditorias e transparência organizacional. De acordo com o World Economic Forum (2020), o ESG tornou-se uma referência global para investidores, governos e consumidores, influenciando decisões estratégicas e políticas de sustentabilidade empresarial.

A implementação de práticas ESG nas organizações geralmente ocorre de forma estruturada, iniciando-se por um diagnóstico abrangente, seguido da definição de políticas e metas alinhadas aos princípios da sustentabilidade. Em sequência, desenvolvem-se ações práticas de implementação, acompanhadas por monitoramento contínuo por meio de indicadores de desempenho (KPIs). Posteriormente, os resultados passam a ser divulgados em relatórios de sustentabilidade, complementados por auditorias periódicas que garantem a melhoria contínua dos processos.

Para a obtenção de uma certificação ESG, o processo envolve a escolha de uma certificadora especializada, a realização de um diagnóstico inicial, a adequação das práticas internas às exigências normativas, a auditoria independente e, por fim, a emissão do certificado. Entre as certificadoras mais utilizadas destacam-se ONESG, PR2030 ESG (CBG), SGS ESG, Sistema B e Origem Sustentável.

A adoção do ESG apresenta benefícios significativos, como aumento da eficiência operacional, redução de custos, melhoria do clima organizacional, maior segurança, transparência na gestão, mitigação de riscos e fortalecimento da reputação institucional, o que contribui para a atração de investimentos. Contudo, a implementação também envolve desafios, incluindo custos iniciais elevados, resistência cultural, dificuldades na definição de métricas adequadas e o risco de ocorrência de greenwashing, quando práticas sustentáveis são comunicadas sem corresponder à realidade.

Tabela 01: Indicadores dos Pilares ESG

Tabela 1 – Indicadores dos pilares ESG	
Pilar	Indicadores
Ambiental (E)	CO ₂ , energia, água, resíduos, áreas preservadas
Social (S)	diversidade, acidentes, turnover, satisfação, projetos sociais
Governança (G)	código de ética, auditorias, transparência, compliance

Fonte: Elaborada pelo grupo.

O ESG consolidou-se como ferramenta estratégica para gestão sustentável, competitividade e geração de valor. Sua implementação requer diagnóstico, planejamento, mensuração e melhoria contínua.

5.3 Certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

A Certificação LEED é um dos principais sistemas internacionais de avaliação ambiental de edificações, criado pelo USGBC e aplicado no Brasil pelo GBC Brasil. Seu propósito é promover práticas sustentáveis na construção civil, analisando o desempenho dos empreendimentos desde a concepção até a operação.

O sistema considera critérios como eficiência hídrica, eficiência energética, materiais de baixo impacto, qualidade ambiental interna, implantação sustentável, inovação e prioridades regionais. Por ser atualizado periodicamente, o LEED mantém alinhamento com novas tecnologias e diretrizes ambientais.

O processo de certificação envolve cinco etapas fundamentais: registro no LEED Online; coleta e organização da documentação; envio dos pré-requisitos e créditos; análise técnica pelo GBCI; e atribuição do nível final da certificação, que pode ser Certified (40–49 pontos), Silver (50–59), Gold (60–79) ou Platinum (80+ pontos).

Os benefícios da certificação abrangem três dimensões. Na dimensão econômica, destacam-se a redução de custos operacionais, valorização do imóvel, menor obsolescência e maior atratividade para ocupação. Na dimensão social, os projetos certificados tendem a oferecer ambientes mais saudáveis, seguros, inclusivos e produtivos, além de favorecer conscientização e capacitação dos usuários. Na dimensão ambiental, o LEED incentiva o uso racional da água e energia, a redução de impactos ambientais, a adoção de tecnologias limpas e a gestão adequada de resíduos.

Os custos e prazos variam conforme a tipologia e área da edificação. Após o envio da documentação, a análise costuma ocorrer em cerca de 25 dias úteis, podendo o

processo completo levar 4 a 6 meses após a entrega do empreendimento.

O LEED também possui credenciais profissionais, como LEED GA, LEED AP e LEED Fellow, que validam o conhecimento técnico dos profissionais envolvidos e contribuem para a qualidade dos projetos. Embora não seja obrigatória a contratação de um profissional credenciado, essa prática facilita o processo e pode adicionar 1 ponto na categoria de Inovação quando há um LEED AP especialista no rating system do projeto.

A certificação LEED representa uma referência mundial em construções sustentáveis, contribuindo para edificações mais eficientes, ambientalmente responsáveis e alinhadas às demandas contemporâneas de sustentabilidade.

6. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Existem vários sistemas de instalação hidráulica para jardins verticais, adaptados a diferentes tipos de estruturas e necessidades. Os mais comuns incluem irrigação por gotejamento, microaspersores e irrigação capilar, sendo o gotejamento uma opção popular pela sua eficiência. A escolha do sistema ideal depende do tamanho do jardim, do tipo de plantas e das condições do local.

Sistemas de irrigação:

6.1 Gotejamento

Este sistema consiste na instalação de tubos com pequenos gotejadores que liberam água diretamente na base das plantas, garantindo uma irrigação localizada e controlada.

Figura 11 – Sistema de irrigação por gotejamento



Fonte: MF Rural

6.2 Microaspersores

Utiliza pequenos aspersores para distribuir a água em uma área mais ampla, sendo útil para jardins verticais maiores ou com plantas que necessitam de maior umidade.

Figura 12 – Microaspersor Amanco MF2 para irrigação de jardim e horta



Fonte: Casa irriga

6.3 Irrigação por capilaridade

Funciona através de feltros ou tecidos que absorvem a água e a distribuem por capilaridade para as raízes das plantas, ideal para jardins verticais modulares.

Figura 13 – Exemplo ilustrativo de irrigação por capilaridade.



Fonte: Espaço Ideias.

6.4 Sistema Atual de Irrigação

Atualmente, a irrigação dos jardins verticais dos sanitários da orla de Praia Grande é realizada exclusivamente por caminhão-pipa.

Em 2020 a Prefeitura Municipal de Praia Grande reforçou a frota de manutenção urbana com a entrega de 21 novos caminhões, incluindo veículos destinados à poda, replantio e irrigação das áreas verdes, entre eles caminhões-pipa.

Para efeitos de análise de custo no presente trabalho, considerou-se a aquisição de um caminhão-pipa novo, com capacidade aproximada de 10.000 litros, como parâmetro técnico. Pesquisas em registros de preços e anúncios comerciais indicam que o valor de um caminhão-pipa 0 km de porte adequado a serviços urbanos situa-se na faixa aproximada de R\$ 500.000 a R\$ 650.000, sendo a média de mercado utilizada neste TCC R\$ 595.000. Como referência para essa estimativa consultaram-se atas/registro de preços e anúncios de veículos novos.

Além do custo de aquisição, a operação do caminhão-pipa envolve custos de pessoal e operação contínua. Adotou-se os seguintes parâmetros salariais e operacionais, baseados em pesquisas salariais e editais:

- Motorista (jornada CLT 44 h/sem): média mensal R\$ 2.600 (valor médio Estado de SP / levantamento de mercado).
- Ajudante / servente: média mensal R\$ 1.800.
- Custos operacionais (combustível, manutenção, seguro, pneus e depreciação variável): estimativa de R\$ 120 a R\$ 180 por hora de operação do veículo, dependendo da distância percorrida e do tempo de serviço (valor médio adotado de referência em contratos públicos de locação/local de prestação de serviço).

Com esses parâmetros, um custo operacional indicativo mensal (considerando carga horária e rotinas típicas) pode ultrapassar R\$ 12.000 por mês, sem contar a depreciação anual ou o custo de aquisição amortizado. Se o caminhão for adquirido por R\$ 595.000 e amortizado em 5 anos (linha de depreciação simplificada), a depreciação anual seria aproximadamente R\$ 119.000 ($\approx$ R\$ 9.900/mês), o que eleva o custo total mensal quando a aquisição é considerada.

Esses valores mostram que, embora o caminhão-pipa seja um recurso útil para demandas pontuais, seu custo de aquisição e operação torna-o menos adequado como solução permanente para irrigação de jardins verticais, reforçando a justificativa técnica para a adoção de sistemas automatizados com energia fotovoltaica e reaproveitamento de águas pluviais, como proposto neste trabalho, pois o método utilizado não atende adequadamente às necessidades do jardim vertical devido a irrigação de forma irregular, superficial e que não garante a umidade contínua que as plantas necessitam. Como consequência, observa-se ressecamento, mortalidade da vegetação, baixa eficiência na manutenção e desperdício de água.

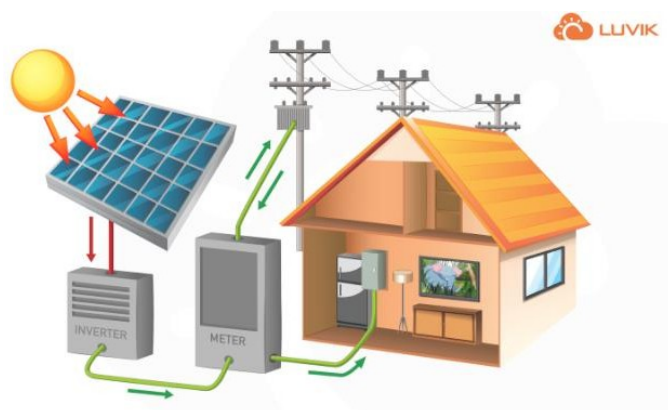
7. ENERGIA SUSTENTÁVEL FOTOVOLTAÍCA

A energia solar fotovoltaica pode ser aproveitada por diferentes sistemas, sendo os mais comuns os sistemas on-grid, off-grid e híbrido. A escolha entre eles depende de fatores como a disponibilidade da rede elétrica local, a necessidade de autonomia energética e o perfil de consumo do usuário.

7.1 Sistema On-grid

O sistema on-grid, também conhecido como grid-tie, é conectado diretamente à rede elétrica da concessionária. Durante o dia, a energia gerada pelos painéis solares é utilizada para alimentar as cargas elétricas da edificação, e o excedente é injetado na rede pública, gerando créditos energéticos conforme a regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica. À noite ou em dias nublados, quando a geração solar é insuficiente, o sistema consome energia da concessionária normalmente. Esse tipo de sistema não funciona em caso de falta de energia da rede, por segurança e proteção dos técnicos que atuam em manutenções.

Figura 14: Exemplo ilustrativo do sistema on-grid.

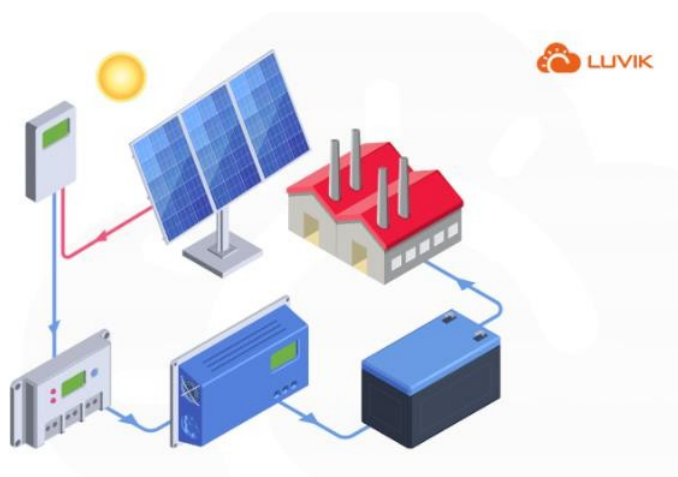


Fonte: Blog do Luvik.

7.2 Sistema Off-grid

Já o sistema off-grid é completamente independente da rede elétrica pública. Ele utiliza baterias para armazenar a energia gerada durante o dia e fornecê-la quando necessário, garantindo o abastecimento mesmo durante a noite ou em dias nublados. É ideal para locais remotos, onde não há acesso à rede elétrica, ou em projetos que buscam total autonomia energética. Este sistema exige um dimensionamento rigoroso, tanto da geração quanto do armazenamento, para evitar falhas no suprimento.

Figura 15: Exemplo ilustrativo do sistema off-grid.



Fonte: Blog do Luvik.

7.3 Sistema Híbrido

O sistema híbrido combina características dos sistemas on-grid e off-grid. Ele é conectado à rede elétrica, mas também possui baterias, permitindo o armazenamento de energia. Em caso de queda da rede, o sistema pode continuar operando com energia das baterias. Essa solução oferece maior segurança energética, sendo indicada para locais onde a rede é instável ou onde há equipamentos que não podem parar, como hospitais ou servidores de dados.

Figura 16: Exemplo ilustrativo do sistema híbrido.



Fonte: Blog do Luvik.

A escolha entre esses sistemas deve considerar aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Em projetos sustentáveis, como sanitários públicos em áreas urbanas e

turísticas, o uso do sistema off-grid tem se mostrado eficaz, por oferecer autonomia, sustentabilidade e menor dependência da infraestrutura convencional.

8. PROPOSTA

A proposta deste TCC é implantar um sistema de irrigação automatizado e sustentável para jardins verticais, aplicável inicialmente às obras públicas da cidade de Praia Grande e, posteriormente, a outros espaços públicos que desejarem adotar práticas de uso eficiente dos recursos naturais. O objetivo é melhorar o desempenho hídrico da vegetação e valorizar o paisagismo urbano.

O sistema proposto utiliza irrigação por gotejamento, alimentado por energia fotovoltaica e abastecido prioritariamente com água de chuva. Essa abordagem reduz custos de manutenção, elimina a dependência do caminhão-pipa e garante irrigação regular, precisa e de baixo impacto ambiental.

8.1 Tipos de Vegetações e suas características

Para o desenvolvimento do projeto, foi realizado um estudo das espécies vegetais com o objetivo de identificar aquelas mais adequadas ao jardim vertical, considerando fatores como resistência às intempéries e demanda hídrica.

Tabela 02: Tabela de Características das plantas.

Plantas	Tipos de plantas	Inseticida Natural	Classificações de Níveis de água		Descrições
	Cactos	Não	 1	BAIXO	A rega deve ser moderada e espaçada, com o solo secando completamente entre as regas.
	Babosa (Aloe Vera)	SIM	 1	BAIXO	A babosa (Aloe vera) é uma planta suculenta que requer pouca água.
	Rabo-de-burro (Suculenta)	SIM	 1	BAIXO	A babosa é uma planta suculenta, o que significa que suas folhas armazenam água, tornando-a resistente à seca e com baixa necessidade hídrica.
	Espada de São Jorge	Não	 1	BAIXO	A Espada de São Jorge é uma planta que requer pouca água e é bastante resistente à seca.
	Lavanda	SIM	 1	BAIXO	A lavanda requer pouca água e prefere solo seco.
	Orquídeas	Não	 2	MODERADA	A quantidade de água necessária para orquídeas varia, mas o ideal é manter um equilíbrio entre umidade e drenagem, evitando o encharcamento.
	Jiboia	Não	 1	BAIXO	A jiboia não precisa de muita água e a frequência de rega varia de acordo com a estação do ano e as condições do ambiente.
	Planta Jade	Não	 1	BAIXO	A planta-jade (Crassula ovata) é uma suculenta que não necessita de muita água.
	Chapéus de bispo	Não	 1	MODERADA	A planta chapéu-de-bispo (também conhecida como pimenta cambuci) precisa de irrigação regular.
	Hortências	Não	 3	ALTA	Necessita de uma quantidade grande d'água e ela precisa de luz solar indireta para crescer e florescer.
	Rosas	Não	 3	ALTA	Rosa necessita de uma quantidade grande d'água e gosta de sol e precisa de pelo menos 6 horas de luz solar direta por dia para um bom desenvolvimento e floração.
	Malva	Não	 3	ALTA	É uma planta medicinal com diversas aplicações e necessita de uma quantidade grande d'água.
	Rabo-de-burro	SIM	 1	BAIXO	Necessita de uma quantidade baixa d'água.

Fonte: Tabela elaborada pelo grupo.

As espécies selecionadas para o projeto foram Babosa, Lavanda e Rabo-de-Burro, por apresentarem baixa exigência hídrica e boa adaptação ao sistema de irrigação proposto.

8.2 Dimensionamento dos Reservatórios

Este texto apresenta três cenários de dimensionamento do sistema de irrigação considerando que todos os 432 blocos do jardim vertical sejam cultivados com apenas uma espécie vegetal: Aloe vera, Lavandula angustifolia (lavanda) ou Sedum morganianum (rabo-de-burro). Os cálculos utilizam a vazão do gotejador, que é de 3 mL por minuto, conforme rendimento de 15 mL a cada 5 minutos. As análises seguem as normas NBR 5626 (instalações prediais de água fria) e NBR 15527 (aproveitamento de água da chuva).

- Cenário 1 – Jardim completo com Aloe vera

Segundo a EMBRAPA (2017), a Aloe vera possui baixa demanda hídrica e é irrigada uma vez por semana.

Vazão por minuto: 3 mL/min

Tempo de irrigação semanal: 15 minutos

Volume aplicado por bloco: $3 \text{ mL/min} \times 15 \text{ min} = 45 \text{ mL}$

Volume semanal total para 432 blocos: $45 \times 432 = 19,44 \text{ L}$

Demanda diária média: $19,44 \div 7 = 2,77 \text{ L/dia}$

Reservatório superior (NBR 5626):

$V_{RS} = 2,77 \times 1,3 = 3,60 \text{ L} \rightarrow$ recomendação prática: reservatório de 50 L

Reservatório inferior (NBR 15527):

$V_{RI} = 2,77 \times 21 = 58,17 \text{ L} \rightarrow$ recomendação: 100 a 300 L

- Cenário 2 – Jardim completo com Lavandula angustifolia

A lavanda exige irrigação moderada, com dois ciclos semanais.

Vazão por minuto: 3 mL/min

Tempo de irrigação por ciclo: 10 minutos

Volume aplicado por bloco por ciclo: $3 \text{ mL/min} \times 10 \text{ min} = 30 \text{ mL}$

Volume semanal por bloco: 60 mL

Volume semanal total: $60 \times 432 = 25,92 \text{ L}$

Demanda diária média: $25,92 \div 7 = 3,70$ L/dia

Reservatório superior (NBR 5626):

$V_{RS} = 3,70 \times 1,3 = 4,81$ L → recomendação prática: reservatório de 50 L

Reservatório inferior (NBR 15527):

$V_{RI} = 3,70 \times 21 = 77,70$ L → recomendação: 100 a 300 L

- Cenário 3 – Jardim completo com Sedum morganianum (rabo-de-burro)

O Sedum apresenta baixíssima necessidade de água.

Vazão por minuto: 3 mL/min

Tempo de irrigação semanal: 5 minutos

Volume aplicado por bloco: $3 \text{ mL/min} \times 5 \text{ min} = 15 \text{ mL}$

Volume semanal total para 432 blocos: $15 \times 432 = 6,48$ L

Demanda diária média: $6,48 \div 7 = 0,93$ L/dia

Reservatório superior (NBR 5626):

$V_{RS} = 0,93 \times 1,3 = 1,20$ L → recomendação: reservatório entre 20 e 30 L

Reservatório inferior (NBR 15527):

$V_{RI} = 0,93 \times 21 = 19,43$ L → recomendação: reservatório a partir de 50 L (mínimo comercial: 100 L)

Tabela 03: Consumo Hídrico por tipo de vegetação

Consumo Hídrico por tipo de vegetação				
Espécie	Demanda Semanal (L)	Demanda Diária (L)	Reservatório Superior	Reservatório Inferior
Aloe vera	19,44	2,77	50 L	100–300 L
Lavanda	25,92	3,7	50 L	100–300 L
Rabo de burro	6,48	0,93	20–30 L	50–100 L

Fonte: Tabela elaborada pelo grupo

- Tempo de Irrigação e Temporizador Automático

O sistema de irrigação utiliza um temporizador eletrônico automático, configurado via Bluetooth por meio de aplicativo no celular. Esse dispositivo controla tanto o tempo de abertura da linha de irrigação quanto o tempo de acionamento da bomba, garantindo precisão no fornecimento de água, redução de desperdícios e distribuição uniforme para os 432 blocos do jardim vertical.

Tempo de irrigação por espécie:

- Aloe vera: 1 ciclo de 15 minutos por semana;

- Lavanda: 2 ciclos de 10 minutos por semana;
- Sedum morganianum: 1 ciclo de 5 minutos por semana;

Programação recomendada do temporizador:

- Aloe vera: abertura da irrigação por 15 minutos, com acionamento da bomba por 10 segundos;
- Lavanda: abertura por 10 minutos em dois ciclos semanais, com bomba acionada por 10 segundos em cada ciclo;
- Sedum morganianum: abertura por 5 minutos, com bomba acionada entre 8 e 10 segundos.

O uso do temporizador automático reduz desperdícios, evita encharcamento e mantém o fornecimento de água compatível com a necessidade hídrica de cada espécie (EMBRAPA, 2017; EPSO, 2020; RHS, 2021). Além disso, aumenta a eficiência operacional e diminui a ocorrência de falhas humanas, favorecendo a manutenção adequada do sistema.

8.3 Sistema Elétrico Off-Grid do Jardim Vertical

Este apresenta o funcionamento elétrico do sistema off-grid utilizado no jardim vertical. As informações seguem recomendações básicas da NBR 5410 para instalações elétricas de baixa tensão.

Componentes utilizados no sistema:

- Pannel solar Resun RS6E-150 (150 W);
- Controlador de carga 12/24 V – 30 A;
- Bateria selada 12 V – 7 Ah;
- Disjuntor de proteção 6 A;
- Bomba submersível 12 V – 1100 GPH;
- Boia de nível (float switch) 20 A;
- Cabos elétricos de 1,5 mm² ou 2,5 mm² (dependendo da distância).

Consumo da bomba:

Bombas de 1100 GPH (12 V) utilizam cerca de 3,5 a 4,0 A. Para efeito de cálculo, adota-se 4 A. A potência elétrica aproximada é: $P = 12 \text{ V} \times 4 \text{ A} = 48 \text{ W}$.

Compatibilidade do painel solar:

O painel Resun RS6E-150 fornece aproximadamente 8 A em operação, quantidade suficiente para alimentar a bomba e carregar a bateria simultaneamente, desde que o controlador de carga seja compatível com 150 W.

Controlador de carga 30 A:

O controlador de carga tem a função de proteger a bateria e regular o fluxo de energia proveniente do painel solar. Ele mantém a corrente estável e uniforme durante o carregamento, evitando oscilações que possam danificar a bateria ou reduzir sua vida útil.

Bateria 12 V – 7 A:

A bateria armazena energia e permite o funcionamento da bomba nos momentos sem incidência solar. Como a bomba opera por poucos segundos em cada ciclo, a capacidade de 7 Ah é adequada para o sistema proposto.

Boia de nível (float switch):

A boia suporta até 20 A em 12 V, sendo compatível com a bomba que consome 4 A. Sua função é ligar ou desligar a bomba automaticamente de acordo com o nível da água no reservatório.

Proteção elétrica – disjuntor ou fusível:

A NBR 5410 recomenda a instalação de proteção contra curto-circuito e sobrecorrente. Para uma bomba de 4 A, utiliza-se fusível ou disjuntor de 6 A, instalado próximo à bateria. Um disjuntor de 12 A pode ser utilizado como proteção geral, mas não substitui o disjuntor de 6 A dedicado ao circuito da bomba.

Bitola dos cabos:

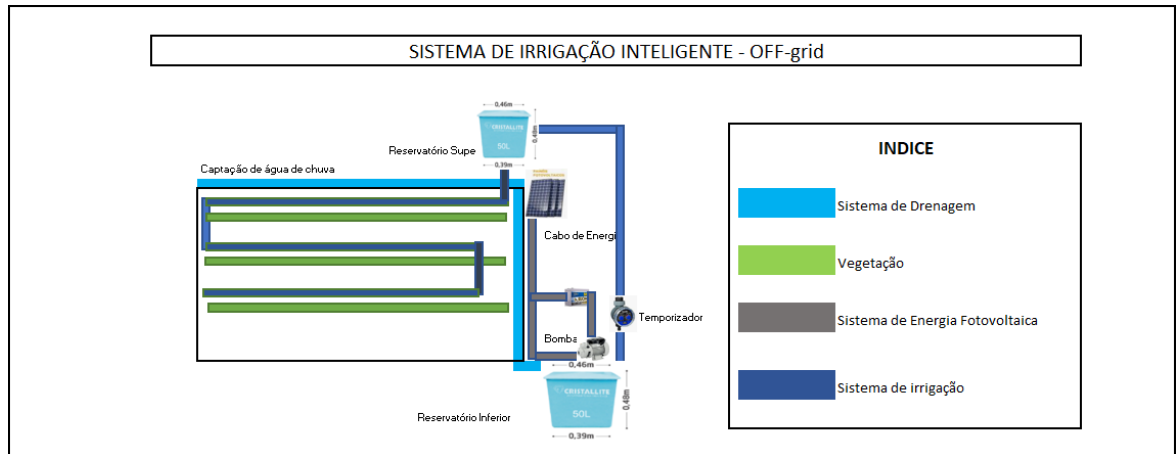
A NBR 5410 estabelece que os cabos devem ser dimensionados considerando capacidade de corrente e queda de tensão.

- para a bomba de 4 A, cabos de 1,5 mm² suportam a corrente sem aquecimento.
- em sistemas de 12 V, a queda de tensão deve ser observada:
 - Para distâncias totais (ida e volta) de até 10 metros: 1,5 mm² é suficiente.
 - Para distâncias acima de 10 metros: recomenda-se 2,5 mm² para reduzir perdas elétricas.

9. PROTÓTIPO

9.1 Croqui

Figura 17: Croqui do sistema de irrigação



Fonte: Croqui elaborado pelo grupo

9.2 Execução

Foi elaborado um protótipo para demonstrar o funcionamento do sistema de irrigação de forma sustentável, conforme a proposta do projeto. Na montagem do protótipo, utilizou-se um pallet como estrutura de apoio para os vasos e para o painel fotovoltaico, além de rodízios que permitem a movimentação do conjunto.

Figura 18: Fixação dos vasos e do painel fotovoltaico



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 19: Fixação dos vasos e do painel fotovoltaico



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 20: Preparação do Reservatório



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 21: Teste de estanquidade



Fonte: Elaborado pelo grupo

Na instalação elétrica foi usado um painel fotovoltaico, bateria 12v, djuntor e controlador de carga.

Figura 22: Instalação Elétrica



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 23: Instalação Elétrica



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 24: Instalação Elétrica



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 25: Instalação Elétrica



Fonte: Elaborado pelo grupo

Foi fixado no painel os vasos de planta.

Figura 26: Fixação do suporte para vegetação no painel



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 27: Fixação do suporte para vegetação no painel



Fonte: Elaborado pelo grupo

Na montagem da instalação hidráulica usamos mangueira, temporizador, conexão de PVC e bomba d'água.

Figura 28: Instalação Hidráulica.



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 29: Instalação Hidráulica.



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 30: Instalação Hidráulica



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 31: Instalação Hidráulica



Fonte: Elaborado pelo grupo

Figura 32: Protótipo Finalizado.



Fonte: Elaborado pelo grupo

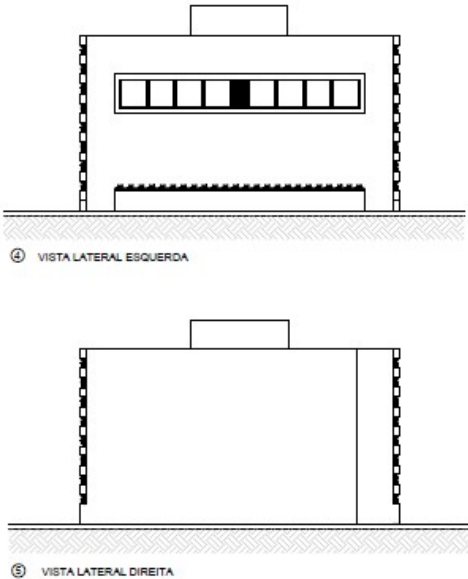
11.2 - VISTAS 01

② VISTA FRONTAL

③ VISTA POSTERIOR

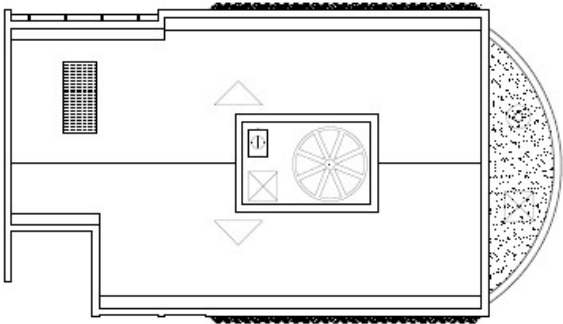
Etec Adolpho Berezin Mongaguá	ALEXANDRE HENRIQUE S. RENTAS ARISMAR BORGES DA SILVA GUSTAVO MIGUEL DA SILVA NATALIA LEITE DE SOUZA PATRÍCIA JANIKIAN DE SIQUEIRA e-mail: nonononono@nonono.com.br	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO			
		ASSUNTO REVITALIZAÇÃO SANITÁRIOS PÚBLICOS			
		LOCAL CALÇADÃO DA PRAIA GRANDE - SP			FOLHA 2
		TÍTULO VISTAS			
		ESCALA 1:100	DATA 24/11/2025	REVISÃO 00	

11.3 - VISTAS 02



④ VISTA LATERAL ESQUERDA

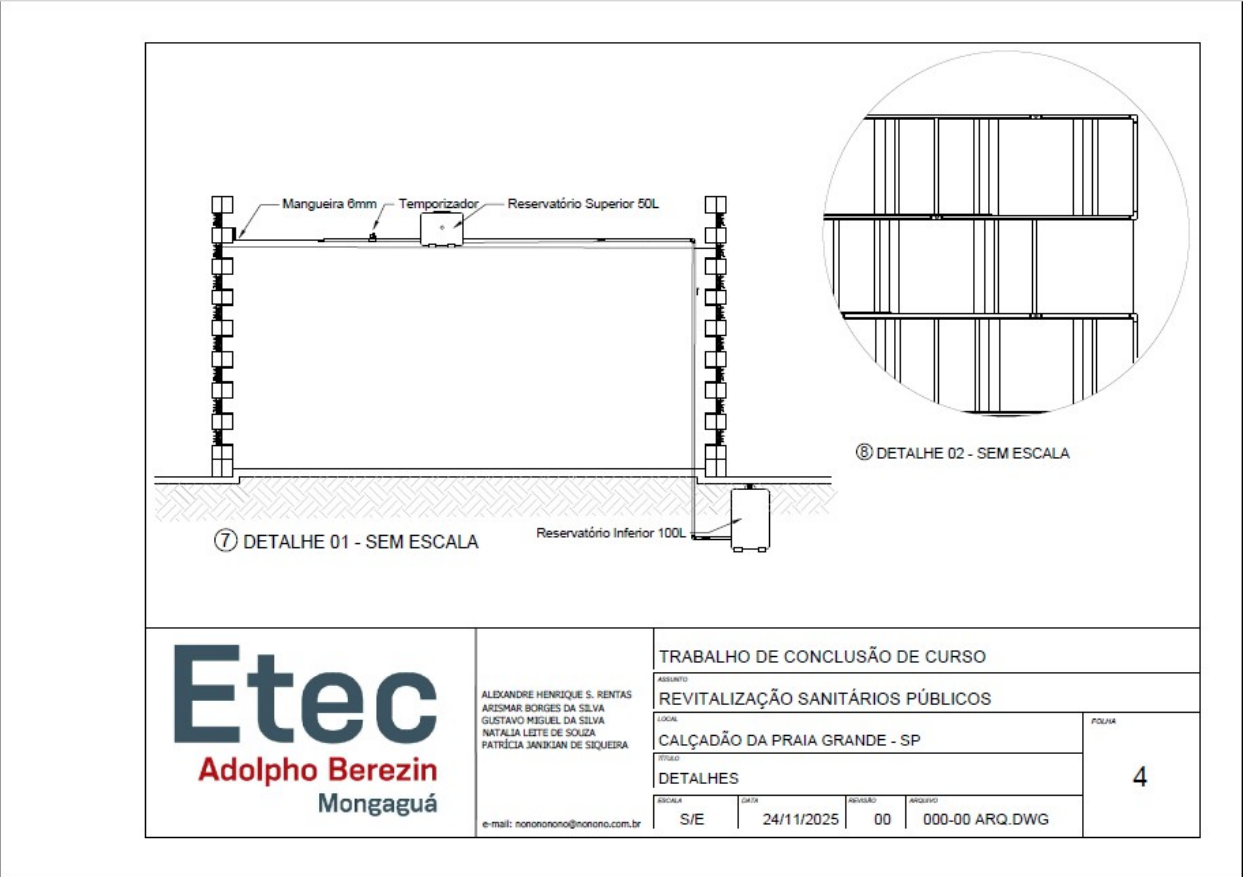
⑤ VISTA LATERAL DIREITA



⑥ COBERTURA

Etec Adolpho Berezin Mongaguá ALEXANDRE HENRIQUE S. RENTAS ARISMAR BORGES DA SILVA GUSTAVO MIGUEL DA SILVA NATÁLIA LEITE DE SOUZA PATRÍCIA JANIKIAN DE SIQUEIRA e-mail: nonononono@nonono.com.br	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO				FOLHA 3
	ASSUNTO				
	REVITALIZAÇÃO SANITÁRIOS PÚBLICOS				
	LOCAL				
	CALÇADÃO DA PRAIA GRANDE - SP				
TÍTULO					
VISTAS E COBERTURA					
ESCALA	DATA	REVISÃO	ARQUIVO		
1:100	24/11/2025	00	000-00 ARQ.DWG		

11.4 - DETALHES



13- PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA					
Obra: JARDIM VERTICAL End.: QUIOSQUE NA ORLA DA PRAIA GRANDE - AVENIDA CASTELO BRANCO,S/N - PRAIA GRANDE - SP					
Item	Descrição dos Serviços	Unid.	Qtde.	R\$ Unit.	R\$ Parcial
1.	SERVIÇOS INICIAIS / TÉCNICOS				
1.1	LEVANTAMENTO E DIMENSIONAMENTO DE ÁREA	H	3,00	150	450,00
				TOTAL	450,00
2.	SERVIÇOS PRELIMINARES				
2.1	TAPUME FIXO - ISOLAMENTO DE ÁREA	M.L	20,00	25,00	500,00
2.1	SUBSTITUIÇÃO DE VEGETAÇÃO	M²	36,00	140,00	5.040,00
2.2	ESCAVAÇÃO (INSTALAÇÃO DO RECIPIENTE D'ÁGUA INFERIOR	M²	2,00	150,00	300,00
2.3	REMOÇÃO E INSTALAÇÃO DE AZULEJOS	M²	2,00	100,00	200,00
2.4	LIMPEZA DE ÁREA	M²	24,00	30,00	720,00
				TOTAL	6.760,00
3	SERVIÇOS COMPLEMENTARES - HIDRÁULICO E ELÉTRICA				
3.1	Mão de Obra - Pedreiro	H	36,00	100,00	3.600,00
3.2	Mão de Obra - Auxiliar de manutenção	H	36,00	45,00	1.620,00
3.3	Mão de Obra - Eletricista	H	8,00	150,00	1.200,00
				TOTAL	6.420,00
4	SERVIÇOS - HIDRÁULICO				
4.1	ADAPT. FLANGE 1/2	un	2,00	8,50	17,00
4.2	ADESIVO DE PVC 175g	un	2,00	17,90	35,80
4.3	BLOCO DE CONCRETO PARA JARDIM VERTICAL	un	0,00	24,90	-
4.4	BOIA AUTOMÁTICA PARA BOMBA DE PORÃO 20Amp LIFE	un	1,00	76,35	76,35
4.5	BOMBA DE PORÃO 12V-500GPH	un	1,00	106,20	106,20
4.6	VÁLVULA DE IRRIGAÇÃO INTELIGENTE BERMAD	un	1,00	352,03	352,03
4.7	JOELHO SOLD. 25mm	un	24,00	0,70	16,80
4.8	LUVA SOLD. 25mm	un	12,00	1,90	22,80
4.9	KIT IRRIGAÇÃO 211 PÇS NEBULIZAÇÃO GOJETADOR BICOS + 40 m TUBO	un	5,00	150,31	751,55
4.10	TERRA VEGETAL NATURAÇL GEOLIA 25KG	un	6,00	25,90	155,40
4.11	TUBO SOLD. 25mmX3	un	6,00	15,99	95,94
4.12	ADAPTADOR PARA CAIXA D'ÁGUA COM REGISTRO - TIGRE	un	1,00	26,90	26,90
4.13	MANTA PARA DRENAGEM DE ÁGUA PARA VASO DE PANTAS - 5m²	un	2,00	29,52	59,04
4.14	TUBO IRRIGAÇÃO GOTEJAMENTO ASPERSÃO Aspersão 6mm X 4mm - Amanco 50m Cor Preto	un	4,00	71,56	286,24
4.15	CONEXÃO PNEUMÁTICA UNIÃO L COTOVELO Ø 6mm - Amanco	un	40,00	5,00	200,00
4.16	CONEXÃO RÁPIDA TIPO T 6mm – Amanco	un	15,00	3,90	58,50
4.17	PNEUMÁTICA RETA UNIÃO EMENDA 6mm – Amanco	un	15,00	2,50	37,50
4.18	CONEXÃO ENGATE RÁPIDO TAMPÃO PARA TUBO 6mm – Amanco	un	10,00	2,30	23,00
4.19	MICRO GOTEJADORES AJUSTÁVEIS PARA SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	un	100,00	0,70	70,00
4.20	PARAFUSOS E BUCHAS 6mm	un	50,00	1,20	60,00
4.21	Reservatório Plástico 100 Litros P/ Água E Químicos	un	1,00	670,95	670,95
4.22	RESERVATÓRIO - CX.DÁGUA DE 50L		1,00	320,00	320,00
4.23	ADUBO PARA USO GERAL MINERAL MISTO FORTH JARDIM 25KG	un	3,00	280,00	840,00
4.24	FITA VEDA ROSCA 18mm x 50 Metro	un	1,00	19,73	19,73
4.25	MUDA DE VEGETAÇÃO (Rabo-de-burro)	un	390,00	10,79	4.208,10
4.26	MUDA DE VEGETAÇÃO (Kit 10 Mudas Da Linda E Aromática Lavanda Francesa)	un	40,00	51,90	2.076,00
4.27	AZULEJOS 20X20 - BRANCO	un	2,00	73,80	147,60
4.28	CIMENTE COLA 20KG - ACII	kg	1,00	24,63	24,63
4.29	REJUNTE BRANCO FLEXÍVEL	kg	5,00	12,90	64,50
4.30	AREIA - SACO DE 20 KG	kg	20,00	6,50	130,00
4.31	BRITA 1 - SACO DE 20KG	kg	10,00	4,99	49,90
4.32	CIMENTO CP-II - 50 KG	kg	3,00	32,89	98,67
				TOTAL	11.101,13
5	SERVIÇOS - ELÉTRICO				
5.1	BATERIA SELADA 12V-7AH	un	1,00	63,90	63,90
5.2	CABO 1,5MM PRETO	ml	30,00	2,60	78,00
5.3	CABO 1,5MM VERMELHO	ml	30,00	2,60	78,00
5.4	CABO 1,5MM AZUL	ml	30,00	2,60	78,00
5.5	CONTROLADOR DE CARGA PAINEL SOLAR Pwm 30a 12/24v USB LCD 50 VOV	un	1,00	219,82	219,82
5.6	DISJUNTOR DIN STECK UNIPOLAR 10A CURVA C	un	1,00	10,90	10,90
5.7	KIT DE PARAFUSOS PARA FIXAÇÃO DE PLACA SOLAR C/4	un	1,00	39,90	39,90
5.8	PAINEL SOLAR PAINEL SOLAR - RESUN SOLAR RS6E-150	un	1,00	390,35	390,35
5.9	FITA ISOLANTE 19mmX10M SCOTH	un	2,00	22,90	45,80
				TOTAL	1.004,67
				TOTAL	25.735,80
				TOTAL DA OBRA	25.735,80
				BDI 23%	5.919,23
				VALOR GLOBAL DA OBRA	31.655,03

14 CONCLUSÃO

15 REFERÊNCIAS

Fonte: Blog do Luvik. Disponível em: <https://blog.luvik.com.br/energia-solar-on-grid-hibrido-e-off-grid-entenda-as-diferencas/>. Acesso em: 25 jun. 2025.

<https://www2.praia grande.sp.gov.br/noticia/id/51509#:~:text=Outro%20ve%C3%ADculo%20destinado%20tamb%C3%A9m%20%C3%A0%20%C3%A1rea%20de,ser%C3%A3o%20muito%20importantes%20para%20o%20dia%20a>

Fonte: Espaço Ideias. Disponível em: <https://espacoideiascom.com/wp-content/uploads/2023/10/37.png>. Acesso em: 23 jun. 2025.

<http://www.ambientemelhor.com.br/index.php/artigos/item/137-incriveis-jardins-verticais-pelo-mundo>

Fonte: MFRural. Irrigação por Gotejamento. Disponível em: <https://blog.mfrural.com.br/irrigacao-por-gotejamento/>. Acesso em: 23 jun. 2025

Fonte: Casa Irriga. Microaspersor Amanco MF2 para irrigação de jardim e horta. Disponível em: <https://casairriga.com.br/wp-content/uploads/2022/05/microaspersor-amanco-mf2-irrigacao-jardim-horta-6.jpg>. Acesso em: 23 jun. 2025.

180 Engenharia. Disponível em: https://180engenharia.com.br/novo/wp-content/uploads/2021/08/Home_jardim_Cailyson.jpg.

BAHIA, Eduardo. Energia solar on-grid, híbrido e off-grid: entenda as diferenças. Luvik Energia Solar, São Paulo, 3 ago. 2022. Disponível em: <https://blog.luvik.com.br/energia-solar-on-grid-hibrido-e-off-grid-entenda-as-diferencas/>. Acesso em: 25 de junho de 2025.

Conheça os principais tipos de sistemas de irrigação. Irrigamatic, São Paulo, 11 jan. 2023. Disponível em: <https://www.irrigamatic.com.br/post/conhe%C3%A7a-os-principais-tipos-de-sistemas-de-irriga%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 23 de junho de 2025.

CAPRA, Fritjof – O Ponto de Mutação, 23ª edição, 2006, Editora Cultrix – São Paulo

LEED v4.1 Building Design and Construction Guide. U.S. Green Building Council, Washington, 2024. Disponível em: <https://www.usgbc.org/resources/leed-v41-bdc->

current-version.> Acesso em: 20 de maio de 2025.

MEDEIROS, Cássia A. B. de; SILVA, Adriana L. L.; LOPES, João F. – Jardins Verticais: Conceitos e Aplicações para Sustentabilidade Urbana, 1ª edição, 2014, Editora Oficina de Textos – São Paulo

NBR 5410/2004 – Instalações elétricas de baixa tensão, 2004, ABNT – Rio de Janeiro

Novos sanitários da orla de Praia Grande são oficialmente entregues nesta terça-feira (18). Prefeitura de Praia Grande, Praia Grande, 18 abr. 2023. Disponível em: <<https://www2.praiagrande.sp.gov.br/noticia/novos-sanitarios-da-orla-de-praia-grande-sao-oficialmente-entregues-nesta-terca-feira-18>> Acesso em: 10 de junho de 2025.

Obras da construção de sanitários na orla avançam na Praia Grande. Diário do Litoral, Praia Grande, 26 set. 2023. Disponível em: <<https://www.diariodolitoral.com.br/cotidiano/obras-da-construcao-de-sanitarios-na-orla-de-praia-grande/173977/>>. Acesso em: 05 de maio de 2025.

Projeto de jardim vertical – Carrefour Vila Lobos. Muro Verde, São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://muroverde.com.br/jardim-vertical/carrefour-vila-lobos/>> Acesso em: 05 de maio de 2025. SACHS, Ignacy – Rumo à Ecosocioeconomia: Teoria e Prática do Desenvolvimento Sustentável, 1ª edição, 2009, Editora Cortez – São Paulo

SCHERER, Minéia; FEDRIZZI, Beatriz Maria. Jardins verticais e arquitetura: história, conceito e aplicações. Vitruvius, São Paulo, 1 jul. 2015. Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/16.188/5907>> Acesso em: 25 de junho de 2025.

CARVALHO, F. M.; BINS, L. ESG e desempenho organizacional: uma análise dos impactos econômicos e reputacionais. Revista Contemporânea de Gestão, v. 12, n. 3, 2022.

SEMIL – Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Programa Município Verde Azul. 2024. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/verdeazuldigital/o-projeto>. Acesso em: 16 nov. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. Measuring Stakeholder Capitalism – Common Metrics for ESG. 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MSCI. ESG Ratings Methodology. 2023. Disponível em: <https://www.msci.com>. Acesso em: 16 nov. 2024.

CTE – Centro de Tecnologia de Edificações. Certificação ON!ESG. Disponível em: <https://cte.com.br>. Acesso em: 16 nov. 2024.

CBG Certificadora. PR2030 ESG – Certificação ESG. Disponível em: <https://www.cbgcertificadora.com.br>. Acesso em: 16 nov. 2024.

SISTEMA B Brasil. Certificação B Corp. Disponível em: <https://sistemab.org>. Acesso em: 16 nov. 2024.

ORIGEM SUSTENTÁVEL. Certificação ESG. Disponível em: <https://www.origemsustentavel.org.br>. Acesso em: 16 nov. 2024.

ABNT. NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ABNT. NBR 5626: Instalações prediais de água fria e quente. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

EMBRAPA. Aloe vera: cultivo, propriedades e usos. Brasília: Embrapa, 2017.

EPSO. Lavandula angustifolia: Drought Tolerance and Cultivation Guide. Brussels: EPSO, 2020.

RHS. Sedum: Growing Advice and Drought Tolerance. London: RHS Publications, 2021.

ABNT. NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

RESUN SOLAR. RS6E-150 Datasheet. Resun Solar Energy Co., 2022.

RULE INDUSTRIES. Bilge Pump 1100 GPH Technical Sheet. Rule, 2021.

PRYSMIAN GROUP. Catálogo de cabos elétricos – Seção de condutores. São Paulo, 2021.

<http://www.gbcbrasil.org.br/cursos.php>

<http://www.usgbc.org/leed/credentials#taking>

15- GLOSSÁRIO

PROTOTIPO: é um modelo inicial ou versão experimental de uma obra, elemento construtivo ou componente. Ele serve para testar, avaliar e aprovar soluções antes de aplicá-las em larga escala.

FOTOVOLTAICA: se refere a tecnologias e sistemas que transformam a luz do sol em energia elétrica. energia fotovoltaica é a eletricidade produzida por meio de painéis solares que captam a radiação solar e a convertem em energia elétrica utilizável. Na prática, sistemas fotovoltaicos estão cada vez mais integrados às edificações, como parte do conceito de construções sustentáveis ou edificações de energia limpa.

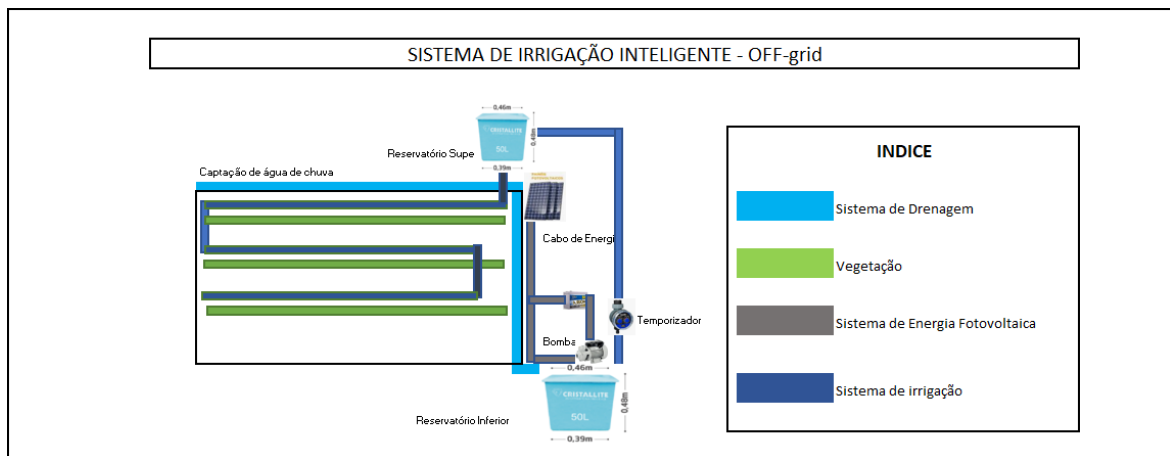
HIDRICA: palavra hídrica está relacionada à água — tanto ao seu uso, armazenamento, circulação quanto ao manejo sustentável dentro de uma edificação ou empreendimento. Instalações hídricas: sistemas de abastecimento e distribuição de água potável dentro de uma edificação (tubulações, reservatórios, bombas, etc.).

PATOLOGIAS: o termo patologias tem um significado bem específico — e muito importante para quem trabalha com manutenção e qualidade das edificações. Portanto, patologias na construção civil são as “doenças das construções”, ou seja, defeitos, danos ou falhas que aparecem em elementos da obra ao longo do tempo.

17- APÊNDICE(S)

Demonstração do projeto que será elaborado para o sistema do jardim vertical

APÊNDICE A – PROJETO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO INTELIGENTE – OFF-GRID



**Apêndice B****Apêndice C****Apêndice D****Apêndice E****Apêndice F****Apêndice G****Apêndice H****Apêndice I****Apêndice J**



Apêndice K



Apêndice L



Apêndice M



Apêndice N



Apêndice O



Apêndice P



Apêndice Q



Apêndice R



Apêndice S

18- ANEXO(S)

É um texto/documento não elaborado pelo autor, que serve de fundamentação, comprovação e ilustração para o trabalho. Por exemplo: uma norma técnica, um certificado de qualidade, um documento de garantia etc. – São identificados por letras maiúsculas e travessão, seguido do título.

Exemplo:

ANEXO A – Norma técnica de Determinação da resistência a compressão do cimento portland

Licença de uso exclusivo para Ectech do Brasil Construções Ltda.
Cópia impressa pelo sistema CENARC em 09/04/2002

 **ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas**

Setor:
Piso de Serviço
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20030-900 - Caixa Postal 580
Rio de Janeiro - RJ
Tel: (021) 510-1100 a 1150
Fax: (021) 246-4343/52143
E-mail: abnt@abnt.org.br
NORMATEC/ABNT

Copyright © 1996
ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas
Proibida a reprodução
Total ou parcial sem autorização

CEZ 1996 | **NBR 7215**

Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão

Origem: Projeto NBR 7215:1995
CB-18 - Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados
CE-18.104.03 - Comissão de Estudo de Métodos de Ensaio de Cimento Portland
NBR 7215 - Portland cement - Determination of compressive strength
Descriptor: Portland cement
Esta Norma substitui a MB-1:1991 (NBR 7215)
Válida a partir de 31.01.1997
Incorpora a Errata nº 1 de AGO 1997

Palavra-chave: Cimento Portland | 8 páginas

Sumário

Prefácio

1 Objetivo

2 Referências normativas

3 Método de ensaio

ANEXOS

A Figuras e tabelas

B Determinação do índice de consistência normal

Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos CB e ONS, circulam para votação Nacional entre os associados da ABNT e demais interessados.

Esta Norma inclui o anexo A, de caráter normativo, e o anexo B, de caráter informativo.

1 Objetivo

Esta Norma especifica o método de determinação da resistência à compressão de cimento Portland.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

NBR 6156-1963 - Máquina de ensaio de tração e compressão - Verificação - Método de ensaio

NBR 7214-1982 - Área normal para ensaio de cimento - Especificação

NBR 9479-1994 - Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos-de-prova de argamassa e concreto - Especificação

3 Método de ensaio

3.1 Princípio

O método compreende a determinação da resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura.

Os corpos-de-prova são elaborados com argamassa composta de uma parte de cimento, três de areia normalizada, em massa, e com relação água/cimento de 0,46.