

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JENNIFER VIEIRA DO NASCIMENTO

**METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE MACRÓFITAS ENRAIZADAS PARA USO
EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES E GUIA
ILUSTRADO PARA RECONHECIMENTO DAS ESPÉCIES**

MEDIANEIRA

2024

JENNIFER VIEIRA DO NASCIMENTO

**METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE MACRÓFITAS ENRAIZADAS PARA USO
EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES E GUIA
ILUSTRADO PARA RECONHECIMENTO DAS ESPÉCIES**

**METHODOLOGY FOR THE SELECTION OF ROOTED MACROPHYTES FOR USE
IN ROOT ZONE SEWAGE TREATMENT SYSTEMS AND AN ILLUSTRATED
GUIDE FOR SPECIES IDENTIFICATION**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Carla Daniela Câmara.

Coorientador(a): Juliana Bortoli Rodrigues Mees.

MEDIANEIRA

2024



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JENNIFER VIEIRA DO NASCIMENTO

**METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE MACRÓFITAS ENRAIZADAS PARA USO
EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES E GUIA
ILUSTRADO PARA RECONHECIMENTO DAS ESPÉCIES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 28/ Junho / 2024

Carla Daniela Câmara
Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento
Carla Daniela Câmara, Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Larissa De Bortolli Chiamolera Sabbi
Doutora em Engenharia Florestal
Larissa De Bortolli Chiamolera Sabbi, Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Roque Cielo Filho
Doutor em Biologia Vegetal
Roque Cielo Filho, Colaborador da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

MEDIANEIRA

2024

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, minha família e meus amigos, que me apoiaram e não me deixaram desistir. Amo vocês incondicionalmente, tudo deu certo!

AGRADECIMENTOS

A realização desta monografia não seria possível sem o apoio, incentivo e orientação de várias pessoas, as quais gostaria de expressar minha imensa gratidão. Portanto desde já peço perdão àquelas pessoas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem ter certeza de que estarão presentes em meu coração para sempre.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por me proporcionar todos os dias força, sabedoria e principalmente perseverança durante toda minha jornada acadêmica.

A minha avó Elizete e a minha mãe Rafaela que sempre acreditam no meu sonho e me incentivaram a todo momento. Acredite sem vocês eu não conseguiria chegar até aqui, Amo vocês incondicionalmente.

Ao meu namorado Jakson pela paciência, compreensão e principalmente por ser meu maior incentivador, pois antes de eu conseguir visualizar esse guia você já me mostrava que era possível, eu te amo.

Aos meus amigos pelo incentivo e compreensão nas muitas horas que precisei me ausentar para me dedicar aos estudos.

A minha orientadora Carla Câmara, principalmente pela paciência e dedicação e por embarcar nesta comigo. Obrigada por me compreender até em momentos difíceis na qual eu pensei em desistir. Você é uma inspiração para mim!

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem para minha formação acadêmica. Suas aulas e orientações foram indispensáveis para a realização deste TCC.

Gostaria de agradecer também a Universidade Tecnologia Federal do Paraná – Campus Medianeira, na qual me proporcionou viver coisas incríveis em todos os âmbitos da minha vida. Agradeço a todos os servidores pelo trabalho e dedicação de que fazem a UTFPR Medianeira ser única.

Enfim, agradeço a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa, vocês fazem parte desta conquista.

Para de ser doida,
relaxa meu!
(Marcia sensitiva,2016)

RESUMO

O saneamento básico representa um desafio diário para a maior parte da população. De acordo com dados do Painel do Saneamento do Trata Brasil (2022), aproximadamente 44,20% da população não tem acesso à coleta de esgoto. Este cenário contribuiu para o registro de cerca de 130 mil internações devido a doenças associadas à falta de saneamento em 2021. Diante dessa realidade, a busca por alternativas sustentáveis, como as estações de tratamento de esgoto por zonas de raízes (ETEZR) vem ganhando destaque. O principal mecanismo das zonas de raízes são as macrófitas emergentes, que com o auxílio dos biofilmes gerados em suas raízes conseguem remover impurezas contidas na água. Com o propósito de promover uma abordagem didática e lúdica, o presente trabalho propõe uma metodologia para seleção de macrófitas enraizadas para uso em ETEZR e guia ilustrado para reconhecimento das espécies. A escolha destas macrófitas enraizadas se deu através de uma revisão bibliográfica, onde foram identificadas 17 espécies. Posteriormente este número foi reduzido para 11 espécies, com base nos seguintes critérios desenvolvidos ao longo do estudo: qualidades ornamentais e aromáticas, aspectos botânicos e domínios fitogeográficos. Contemplando essas 11 espécies elaborou-se um guia que inclui imagens, informações botânicas e dados ecológicos das espécies selecionadas, oferecendo um recurso fácil de usar e informativo. O trabalho também inclui a proposição de uma metodologia para a construção de módulos didáticos, elaborada com base em exemplos da literatura. Os módulos didáticos permitem visualizar o funcionamento de um sistema de tratamento por zonas de raízes.

Palavras-chave: Wetlands; Estações de tratamentos por zonas de raízes; Macrófitas; módulo didático; Critérios para seleção de espécies

ABSTRACT

Basic sanitation represents a daily challenge for most of the population. According to data from the Trata Brasil Sanitation Panel (2022), approximately 44.20% of the population lacks access to sewage collection. This situation contributed to around 130,000 hospitalizations due to diseases associated with inadequate sanitation in 2021. In response to this reality, the search for sustainable alternatives, such as root zone sewage treatment systems (RZST), has gained prominence. The primary mechanism of root zones is the use of emergent macrophytes, which, with the help of biofilms generated on their roots, can remove impurities from the water. To promote a didactic and engaging approach, this work proposes a methodology for selecting rooted macrophytes for use in RZST and an illustrated guide for recognizing the species. The selection of these rooted macrophytes was based on a literature review that identified 17 species. This number was later reduced to 11 species based on the following criteria developed throughout the study: ornamental and aromatic qualities, botanical aspects, and phytogeographic domains. A guide was created for these 11 species, including images, botanical information, and ecological data, providing an easy-to-use and informative resource. The work also includes the proposal of a methodology for constructing educational modules, developed based on examples from the literature. These educational modules help visualize the operation of a root zone treatment system.

Keywords: Wetlands; Root zone treatment systems; Macrophytes; Educational module; Criteria for species selection

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Objetivo Geral.....	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1	Saneamento	12
3.2	Fitorremediação	12
3.3	Tratamento de esgoto por zona de raízes (ETEZR).....	14
3.4	Macrófitas	15
4	METODOLOGIA.....	18
4.1	Seleção e Classificação das macrófitas enraizadas	18
4.2	Guia Ilustrado	19
4.3	Herborização dos Materiais botânicos	20
4.4	Criação dos módulos didáticos	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1	Seleção Das Plantas Utilizadas Na ETEZR.....	24
5.2	Montagem das Exsicatas.....	28
5.3	Apresentação do módulo didático.....	30
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS.....	33
	anexo A - Guia Ilustrado Para Identificação De Macrófitas Enraizadas	40

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico representa um desafio diário para a maior parte da população, uma vez que a ausência de saneamento básico tem implicações significativas nos corpos hídricos devido ao lançamento de elevadas cargas orgânicas, altas concentrações de materiais particulados bem como aumento de nutrientes como nitrogênio e fósforo, o que favorece a eutrofização dos rios. A eutrofização de rios afeta a qualidade das águas causando danos ao ecossistema presente nestes recursos hídricos. As comunidades rurais e comunidades em situações de vulnerabilidade, as quais não contam com o saneamento básico, são acometidas diariamente com doenças de veiculação hídrica, causando uma sobrecarga na saúde pública dos municípios brasileiros (Sabei, 2015).

De acordo com dados do Painel do Saneamento do Trata Brasil (2022), aproximadamente 44,20% da população não tem acesso à coleta de esgoto, o que resulta diretamente na contaminação das águas. Este cenário contribui de maneira significativa para a propagação de doenças por meio de diversos vetores, o que ocasionou em 2021, o registro de cerca de 130 mil internações devido a doenças associadas à falta de saneamento. Diante dessa realidade, a busca por alternativas sustentáveis, como as estações de tratamentos por zonas de raízes ou wetlands, vem ganhando destaque.

A palavra wetlands deriva das palavras em inglês wet que significa molhado e land que significa terra, ou seja, “terra molhada”. Os wetlands naturais são zonas úmidas ou áreas alagadas. Referem-se a ecossistemas que ficam total ou parcialmente inundados durante o ano. Esses ambientes são altamente ricos em biodiversidade e tem capacidade de transformar poluentes nocivos e agressivos em poluentes simples e que não prejudicam o meio ambiente. Exemplos naturais incluem pantanais e banhados (Frota, 2016).

Usando estes princípios os wetlands ecologicamente projetados são ecossistemas artificiais construídos com o objetivo de melhorar a qualidade da água residuária, além de ser um bom exemplo de design sustentável. Demonstram eficiência energética, são economicamente viáveis, práticos e ambientalmente amigáveis e podem ser aplicados em qualquer escala, desde residências individuais até grandes centros urbanos (Frota, 2016; Cunha; Merlim; Junior, 2018). Além disso, o processo adotado se assemelha ao que ocorre naturalmente em ecossistemas

alagados, onde as zonas de raízes envolvem plantas aquáticas que possuem o sistema radicular enraizado, e suas folhas ficam para fora d'água sendo denominadas macrófitas emergentes.

As macrófitas emergentes com o auxílio dos biofilmes gerados por microrganismos em suas raízes conseguem remover impurezas contidas na água, ou seja, nas zonas de raízes. A seleção criteriosa de plantas desempenha um papel crucial na eficácia do tratamento, aproveitando luz, água e nutrientes para formar um meio filtrante e prevenir o crescimento de algas. As raízes também ajudam na filtragem natural, oferecendo abrigo para microrganismos e absorvendo nutrientes, resultando na diminuição da carga poluente na água.

Com o propósito de promover uma abordagem didática e lúdica na identificação de macrófitas mais adequadas para sistemas de tratamento por zonas de raízes, o presente trabalho visa realizar a construção de um guia de identificação de macrófitas. Este guia busca fornecer orientações práticas a fim de contribuir para a eficácia e compreensão do processo de escolha da macrófita ideal no contexto desses sistemas. A abordagem didática adotada visa facilitar a disseminação do conhecimento e promover a eficácia da aplicação de práticas ambientais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Propor uma metodologia para seleção de macrófitas enraizadas para uso em Estações de Tratamento de Esgoto por Zonas de Raízes (ETEZR) e desenvolver um guia ilustrado para reconhecimento de algumas espécies.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar um levantamento bibliográfico das macrófitas comumente encontradas em ETEZR;
- Selecionar, dentre as espécies presentes no levantamento bibliográfico, aquelas que irão compor o guia a partir de critérios ecológicos e potenciais de uso;
- Realizar um levantamento de fotos, informações botânicas e ecossistêmicas das macrófitas selecionadas a partir dos critérios estabelecidos;
- Propor uma metodologia para a construção de módulos didáticos de ETEZR para uso em atividades de educação ambiental afim de disseminar o tema.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Saneamento

O investimento em saneamento evidencia benefícios notáveis a um país nos aspectos sociais e econômicos, causando uma redução de gastos na saúde pública por doenças transmitidas por vetores diretamente ligados a falta de saneamento. Ele também auxilia na eliminação da poluição estética e visual, causando uma consciência ambiental sobre a conservação do meio ambiente e fomentando o turismo local (Ucker, Almeida e Kemerich, 2012).

Embora haja diversos tipos de técnicas para tratar os esgotos domésticos, nem sempre uma estação de tratamento é um investimento viável economicamente ao município, esse motivo faz com que o poder público e a iniciativa privada voltem o olhar para alternativas não convencionais de tratamento (Ucker; Almeida; Kemerich, 2012; Sabei, 2015).

As alternativas mais eficientes, autônomas e economicamente viáveis para se tratar águas residuárias são as alternativas que simulam fenômenos da natureza. Estes sistemas se denominam sistemas de tratamentos naturais, como exemplo os sistemas alagados nos brejos, nos quais ocorre uma purificação da água por meio de algumas espécies vegetais (Arias e Brix, 2003).

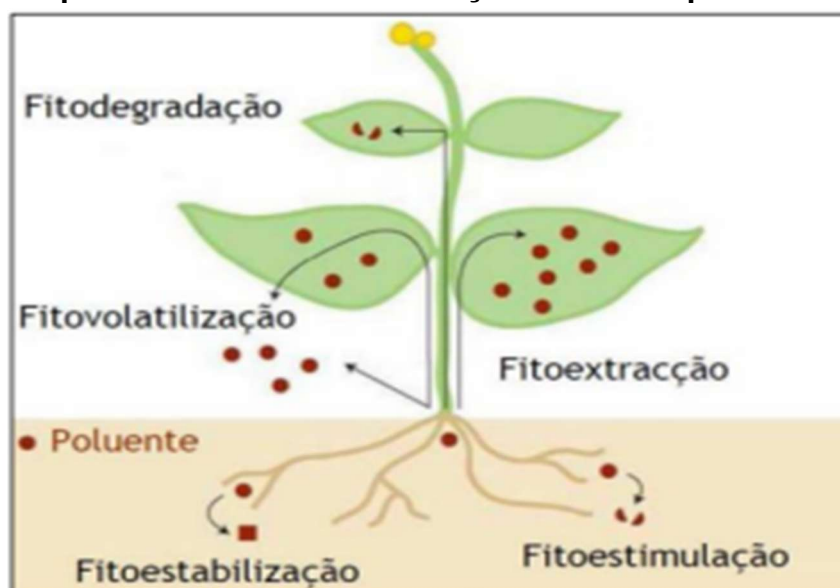
O tratamento de efluentes pelos sistemas alagados construídos constitui uma opção economicamente viável e conhecida devido a sua eficácia na redução da matéria orgânica, na transformação e assimilação de nutrientes, na sua retenção ou eliminando substâncias tóxicas que de outra maneira, sem tratamento algum, seriam lançadas ao meio ambiente (Arias; Brix, 2003; Ucker; Almeida; Kemerich, 2012). Além da redução dos materiais contaminantes os sistemas alagados com espécies vegetais conseguem reduzir nutrientes como nitrogênio e fosforo através das plantas em um processo chamado fitorremediação (Vasconcellos; Pagliuso; Sotomaior, 2012; Pomini, 2019; Torres, 2023).

3.2 Fitorremediação

A técnica fitorremediação tem sido objeto de estudo desde a década de 1940 (Torres, 2023), e sua abordagem envolve a utilização das plantas com propósito de degradar, extrair, conter ou imobilizar os contaminantes presentes em solo, águas

superficiais e subterrâneas (Vasconcellos; Pagliuso; Sotomaior, 2012; Pomini, 2019). Esse processo visa transformar substâncias químicas prejudiciais ao meio ambiente em componentes menos agressivos (Torres, 2023). Pode-se observar os diferentes tipos de degradação na figura 1.

Figura 1- Principais meios de fitorremediação utilizados pelas macrófitas



Fonte: PILON-SMITS, 2005 apud DEMARCO, 2016

A fitoextração é o processo em que a planta tem a capacidade de acumular os contaminantes em sua parte aérea sem degradá-los. A fitovolatilização é um processo que utiliza plantas para transformar e liberar poluentes de metais pesados, como mercúrio e selênio, na forma de vapor. A fitoestabilização é um método empregado para reduzir a movimentação de contaminantes no solo, utilizando plantas para estabilizá-los e prevenir sua dispersão. A fitoestimulação é uma técnica que utiliza plantas para promover a mobilização e a degradação de contaminantes no solo ou na água, estimulando a atividade microbiana e outras reações que ajudam na remoção de poluentes. Por fim a fitodegradação, na qual se utiliza do metabolismo celular das plantas para degradar os contaminantes, usando esses poluentes para o crescimento (Demarco, 2016).

A técnica de fitorremediação é amplamente reconhecida por apresentar um investimento baixo de implementação e operação se comparada com outros tipos de tratamento (Vasconcellos; Pagliuso; Sotomaior, 2012; Pomini, 2019; Torres, 2023).

Além disso, sua capacidade de ser realizada *in situ*, é um atrativo significativo, tornando a prática de remediação muito mais viável (Vasconcellos; Pagliuso; Sotomaior, 2012; Torres, 2023).

No Brasil o primeiro cientista a estudar a fitorremediação foi Silva Tavares, que pesquisou as características e propriedades das plantas que poderiam ser usadas para remoção de poluentes em rios, lagos, represas e açudes em zonas rurais. A pesquisadora observou que comumente as melhores plantas para o processo já eram cultivadas nas propriedades, e muitas destas plantas utilizam dos poluentes orgânicos e inorgânicos para o seu crescimento (Embrapa solos, 2010).

O processo de fitorremediação ocorre de maneira diferente nos poluentes orgânicos e inorgânicos decorrentes de esgotos domésticos. Poluentes orgânicos são em sua maioria raptados pelas plantas por meios de seus sistemas radiculares, os que não são absorvidos são sequestrados ou volatilizados por elas. Já os poluentes inorgânicos como fósforo e nitrato são sequestrados ou estabilizados, uma vez que são importantes para a constituição de enzimas em plantas (Lamego e Vidal,2017).

3.3 Tratamento de esgoto por zona de raízes (ETEZR)

Os tratamentos de esgoto em sua maioria envolvem um alto custo e infraestrutura de planejamento para operar e construir os mecanismos utilizados para tratar efluentes (Ribeiro,2019), por esse motivo busca-se cada vez mais alternativas eficientes e economicamente viáveis.

Alternativas biológicas destacam-se, pois usam-se fenômenos que ocorrem espontaneamente na natureza (Amadeu e Melo,2021). O tratamento de esgoto por zona de raízes (ETERZ) também pode ser chamado de leito cultivado ou wetland (Delogo, 2017). É um processo que ocorre na natureza em ecossistemas alagados, onde as interações entre o solo e a água atuam na remoção de poluentes, materiais particulados e de matéria orgânica presentes no efluente por meio de plantas e microrganismos (Marchesi, 2020; Amadeu; Melo, 2021).

Os leitos construídos seguem o mesmo princípio dos naturais, sendo a as macrófitas um dos principais fatores para remoção dos poluentes juntamente com as características construtivas e operacionais que favorecem a eficiência. Os reatores construídos podem ser combinados em uma série de tratamentos, ou até mesmo em um único reator (Marchesi, 2020).

A característica construtiva do meio filtrante é uma etapa importante a ser projetada uma vez que é preciso alinhar uma série de conhecimentos sobre mecanismos físicos, químicos e biológicos. Para os mecanismos físicos é preciso observar a condutividade elétrica e a permeabilidade, já nos mecanismos químicos é preciso observar a capacidade de adsorção, ou seja, habilidade de um determinado material ou meio em atrair e capturar substâncias poluentes, como nitrogênio amoniacal e fósforo solúvel (Cunha; Merlim; Junior, 2018). Por fim nos mecanismos biológicos é preciso selecionar e avaliar de forma criteriosa as macrófitas utilizadas, pois o emprego das mesmas interfere nas condições de processos físicos e químicos, bem como na criação de biofilmes nas raízes que favorecem o processo de ciclagem dos nutrientes (Amadeu; Melo, 2021).

3.4 Macrófitas

As macrófitas são plantas que conforme o processo evolutivo foram migrando novamente do ambiente terrestre ao aquático, por possuírem grande capacidade de adaptação e grande amplitude ecológica. Este fato possibilitou a mesma espécie ser encontrada tanto no ambiente terrestre como em ambientes aquáticos (Esteves, 1998).

São vegetais que contribuem para o dinamismo e organização na maioria dos ecossistemas aquáticos de águas doce ou salobra, por essa grande adaptação podem interferir diretamente no meio aquático influenciando em aspectos negativos como a diminuição da turbidez da água, e, assim, contribuindo com a degradação de materiais particulados, que juntamente com os microrganismos associados e suas respectivas enzimas causam a diminuição de poluentes não tóxicos (Demarco, 2016).

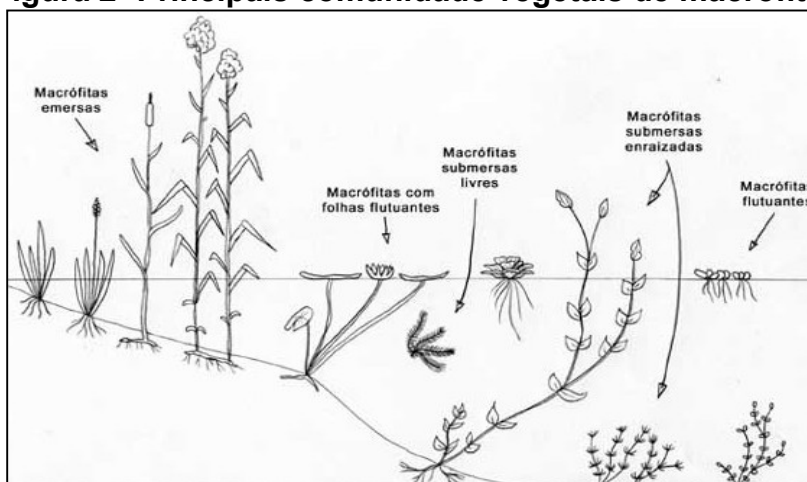
Os organismos vegetais são encontrados com facilidade em ambientes úmidos, lagos e rios possuindo de forma natural um alto crescimento populacional em ambientes favoráveis, o que pode ser considerado ruim, uma vez que podem causar problemas socioambientais e econômicos, situações que os tornam conhecidos como ervas daninhas aquáticas (Cunha, 2014).

Entre os maiores problemas em relação às macrófitas está a eutrofização em lagos, onde há um enriquecimento de nutrientes como fósforo e nitrogênio. Os teores elevados destes nutrientes influenciam diretamente no crescimento de biomassa das macrófitas locais, causando mudanças nas qualidades da água bem como nas classes dos corpos hídricos. Dessa forma, aumentam sua carga orgânica acarretando

uma maior demanda de oxigênio dissolvido, ou seja, provocando uma redução nos níveis de oxigênio no ecossistema causando a redução da biodiversidade e provocando a eutrofização artificial (Demarco, 2016).

As macrófitas, de acordo com a classificação de Esteves (1998), podem ser categorizadas quanto ao seu biótopo, que são denominados genericamente de grupos ecológicos. Entre as principais comunidades vegetais estão as macrófitas aquáticas emersas/emergentes, com folhas flutuantes, submersas enraizadas, submersas livres e as flutuantes. Cada uma dessas categorias representa um tipo específico de macrófitas, com características específicas que desempenham papéis variados em ecossistemas aquáticos. Na figura 2, abaixo pode-se observar melhor os biótipos citados.

Figura 2- Principais comunidade vegetais de macrófitas



Fonte: Esteves (1998).

Como expresso na Fig.2, as macrófitas podem ser de diferentes grupos com base em sua adaptação ao ambiente aquático. As macrófitas emersas/ emergentes possuem o sistema radicular enraizado, e suas folhas ficam para fora d'água, como exemplo as *Typha* spp. (taboas). Por outro lado, as macrófitas com folhas flutuantes também têm raízes, mas suas folhas flutuam na superfície da água, como é o caso da *Victoria amazonica* (vitória-régia). As macrófitas submersas livres, por sua vez, possuem rizóides subdesenvolvidos e flutuam submersas na água, frequentemente agarradas a outras macrófitas como a *Utricularia graminifoli* (utricularia) já as macrófitas submersas enraizadas crescem totalmente submersas, e em geral seus órgãos reprodutivos emergem na superfície como *Egeria densa* (elódea). Por fim, as

macrófitas flutuantes como *Pistia stratiotes* (alface d'água), que flutuam na superfície da água (Algeri, 2015; Demarco,2016).

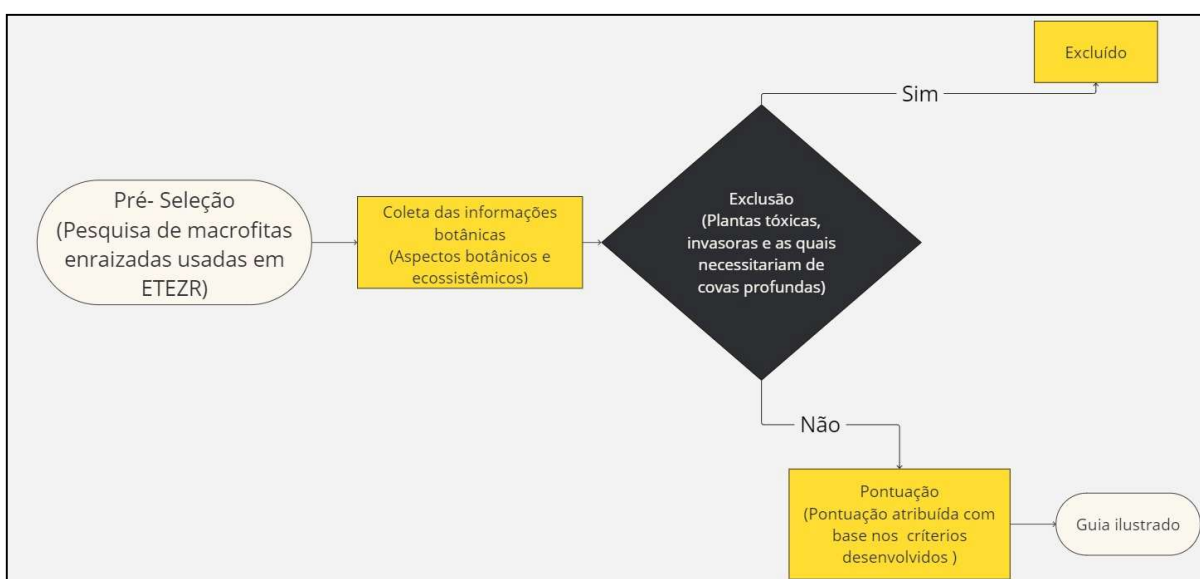
As macrófitas exercem um papel fundamental nas construções dos wetlands, pois é essa biomassa verde que irá construir e sustentar um ecossistema capaz de degradar e absorver o poluente (Amadeu; Melo, 2021). Segundo Vymazal (2013) são as macrófitas emergentes frequentemente empregadas, uma vez que trazem benefícios em dois aspectos, reduzindo a velocidade da água, evitando a ressuspensão dos sólidos e atuam como filtros naturais, fornecendo abrigo aos microrganismos e absorvendo nutrientes. Consequentemente, diminuindo a carga poluidora da água.

4 METODOLOGIA

4.1 Seleção e Classificação das macrófitas enraizadas

A metodologia foi dividida em quadro etapas principais, conforme representado no fluxograma 1, abaixo:

Fluxograma 1 – Metodologia de Seleção e Classificação das macrófitas enraizadas



Fonte: Autoria Própria, 2024

A primeira etapa (Pré-Seleção) consistiu na realização de um levantamento bibliográfico das espécies de macrófitas enraizadas utilizadas em Estações de Tratamento por Zonas de Raízes (ETEZR). As pesquisas foram realizadas na base de dados acadêmica do School Academy. As palavras-chave utilizadas foram Wetland e ETEZR. Foram considerados artigos que abordavam especificamente as macrófitas enraizadas usadas em ETEZR e que possuíam estudo em tratamento de efluentes na remoção de principais contaminantes como nitrogênio e fósforo.

Após a pré-seleção, foram coletadas informações detalhadas sobre as espécies selecionadas. As informações incluíram: nome comum, nome científico, família, região de ocorrência natural, distribuição geográfica, domínios fitogeográficos, forma de vida, o tipo de sistema radicular, altura máxima, potencial invasor, atributos

ornamentais e/ou aromáticos e as aplicações na fitorremediação encontradas na literatura consultada.

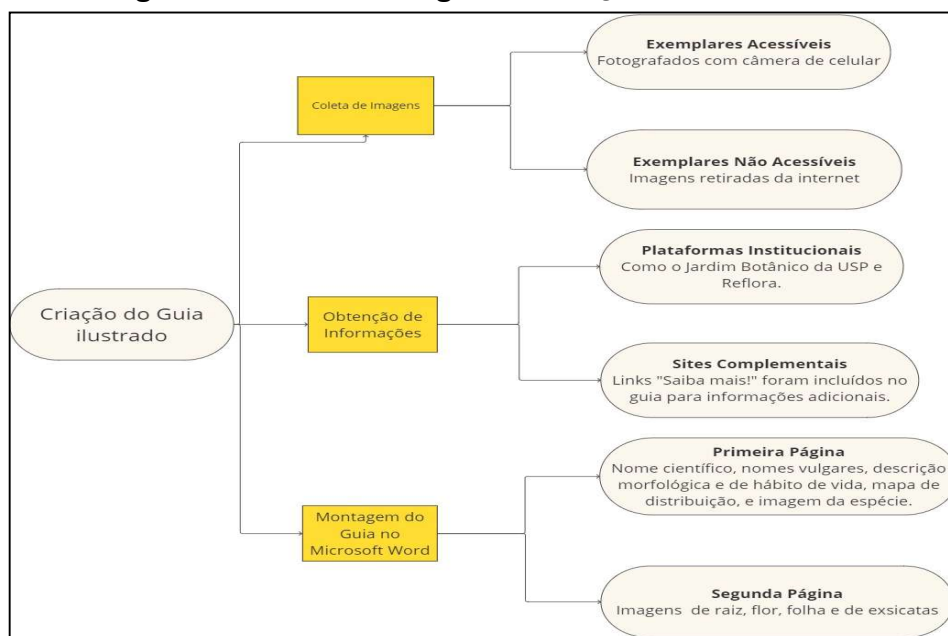
A etapa seguinte envolveu a exclusão de espécies que apresentavam características indesejáveis como toxicidade, potencial invasor elevado ou aquelas que necessitavam de covas profundas, o que as tornariam inadequadas para esses sistemas.

Para seleção das espécies, foi desenvolvido uma metodologia critérios para classificá-las. Estes critérios foram criados para priorizar plantas que fossem nativas da flora brasileira, possuísem qualidades ornamentais e aromáticas, e que ocorrem nos domínios fitogeográficos do sul do Brasil, região onde o estudo foi realizado. As espécies que foram mantidas após o processo de exclusão, foram pontuadas e incluídas no guia ilustrado.

4.2 Guia Ilustrado

A criação do guia ilustrativo seguiu várias etapas metodológicas, organizadas em três grandes processos: coleta de imagens, obtenção de informações, e montagem do guia no Microsoft Word, conforme demonstrado no fluxograma 2.

Fluxograma 2 – Metodologia de Criação do Guia Ilustrado



Fonte: Autoria Própria, 2024

A coleta das informações das plantas partiu principalmente de Plataformas institucionais como o Jardim Botânico da Universidade de São Paulo, Reflora *in flora e funga do Brasil* e os trabalhos anteriormente achados. Também foram usados vários

sites complementares com informações das plantas que foram anexados como um link “Saiba mais!”.

Para coleta das imagens, utilizou-se de dois métodos: o primeiro método refere-se a espécies para as quais houve acesso a exemplares, utilizou-se uma câmera digital de celular para obtenção das imagens. Em relação às espécies para as quais o acesso a exemplares não foi possível, suas imagens foram retiradas da internet como Refloranparks Flora Fauna, GBIF.org Coisas De Sitio, Argentinat.Org, Cnptia.Embrapa, Plantnet, Commons.Wikimedia, Floracampestre UFRGS , Flora.On, Biorede e Monaconatureencyclopedia e das monografias de Ribeiro (2007) e Biazão (2012). Todas as fontes utilizadas para obtenção das imagens foram devidamente referencias e os links das fontes online foram incluídos para acesso direto nas imagens.

Para a montagem do guia utilizou-se o Microsoft Word, devido a facilidade de uso e de recursos para composição dos textos e nas inserções de imagens. Para melhor organização do guia os conteúdos foram estruturados em um padrão que incluía na primeira página: nome científico seguido por nomes vulgares, descrição morfológica e de hábito de vida e mapa de distribuição geográfica retirados todos do Reflora, além da imagem de um espécime em seu local de cultivo. Na página posterior foram inseridas imagens de exsicatas de cada espécie, com detalhes de raiz, flor ou inflorescência e folha.

As imagens de exsicatas foram em sua maioria retiradas do Flora e Funga do Brasil com exceção das espécies das quais obtidos os exemplares a partir dos quais foram confeccionadas as exsicatas. A identificação destes exemplares foi feita por um profissional habilitado e posteriormente incorporadas ao Herbário da Figueira, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

4.3 Herborização dos Materiais botânicos

Para a herborização dos exemplares adquiridos utilizou-se como referência as técnicas usuais para herborização do material botânico descritas em Fidalgo e Bononi (1984), as quais envolvem metodologia para coleta, secagem e identificação dos exemplares.

4.4 Criação dos módulos didáticos

A construção das wetlands de fluxo horizontal subsuperficial (WFHS) de bancada se deu no âmbito das atividades de pesquisa desenvolvidas junto ao Programa de Educação Tutorial (PETamb) e contou com a colaboração de estudantes que compõem a equipe do PETamb.

Para cada sistema foram utilizados recipientes plásticos transparentes nos seguintes padrões na Tabela 1:

Tabela 1- Dimensões dos sistemas de WFHS

Características construtivas	Dimensões
Altura (m)	0,27
Comprimento (m)	0,42
Largura (m)	0,28
Área superficial (m ²)	0,12

Fonte: Autoria Própria,2024

A montagem foi dividida em duas etapas, baseadas nas metodologias de Algeri e Mees (2015) e Kuriki (2020), com as devidas adaptações. A primeira parte consistiu na montagem dos WFHS, a partir dos canos de PVC e suportes como joelhos e T PVC que foram responsáveis pela alimentação do sistema. Sendo assim utilizou-se três joelhos e um T de 25 mm, conectados e vedados com uma cola própria como demonstrado na fotografia 1 abaixo.

Fotografia 1- Suporte de entrada do modulo didático



Fonte: Autoria Propria,2024.

Posteriormente utilizou-se uma barra de cano PVC de 25 mm, onde cortou-se dois canos de 25 cm de comprimento cada, nos quais foram feitos orifícios para escoamento do efluente. Usando uma furadeira manual equipada com broca de 4 mm,

os furos foram distribuídos a cada 2,5 cm do cano, cada cano recebeu 8 furos - em cima, embaixo, e um em cada lado -, em um total de 32 furos por cano de 25mm, e por fim tampou-se a saída dos canos com Caps, como é possível observar na fotografia 2.

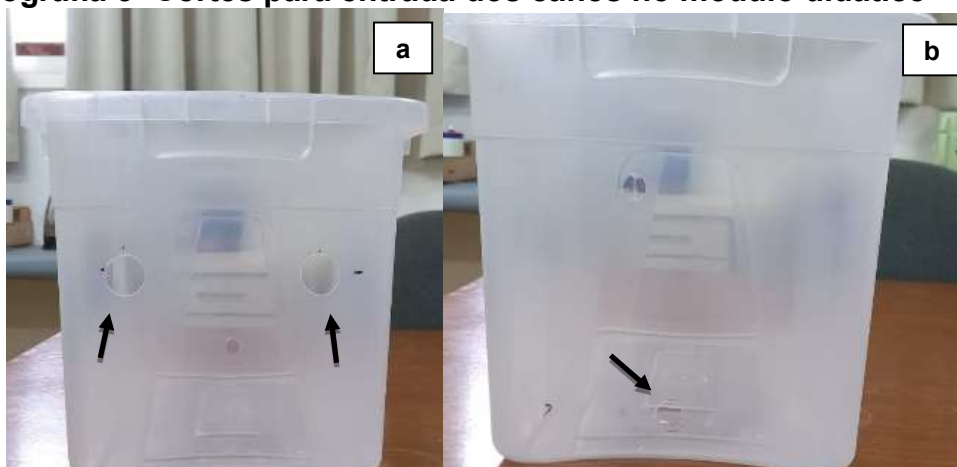
Fotografia 2- Cano de escoamento do efluente



Fonte: Aatoria Propria,2024.

A entrada do cano de alimentação no sistema foi feita por meio de dois furos feitos no recipiente (caixa) com furadeira e equipamento serra-copo. Na parte de baixo do recipiente também foi realizado um furo com o mesmo equipamento onde foi instalada uma torneira, vedada com fita veda-rosca, a ser utilizada em caso de necessidade de esvaziamento manual do sistema. Na Fotografia 3, pode se visualizar as estruturas descritas.

Fotografia 3- Cortes para entrada dos canos no módulo didático



Fonte: Aatoria Propria,2024.

Com os cortes do recipientes feitos, foi possível visualizar como demonstrado na fotografia 4 a montagem completa do sistema. Para um bom funcionamento do

sistema e facilitação em caso de esvaziamento manual, o recipiente será mantido em declividade em direção à torneira instalada, mediante colocação de suporte na parte de baixo da caixa. A declividade mínima a ser adotada para possibilitar o esvaziamento será determinada no momento da instalação.

Fotografia 4- Protótipo de Módulo didático



Fonte: Autoria Propria,2024.

Concluída a montagem da primeira parte do sistema, foram incorporadas as camadas filtrantes, começando pelo fundo, com 6 cm com areia branca média; a segunda com 12 cm de brita número 0 (pedrisco), no meio da qual ficará acondicionado o cano de alimentação do sistema; e a terceira camada com 5 cm de substrato para plantas.

Com o material filtrante pronto, serão implementadas as macrófitas, uma espécie em cada sistema individual, sendo que a quantidade de mudas será distribuída no sistema de acordo seu espaçamento de plantio respeitando o tamanho do WC de bancada. Cáspar (2020), Von Sperling e Sezerino (2018) recomendam colocar 4 mudas por m^2 . Porém como os espaços devem ser levados em questão o número de mudas levará em consideração a taxa de crescimento de cada espécie. Os autores utilizaram as mesmas espécies utilizadas no presente trabalho, porém com o espaçamento de duas mudas por m^2 .

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Seleção Das Plantas Utilizadas Na ETEZR

A partir da pesquisa bibliográfica realizada foram levantados 10 trabalhos, que citam 17 espécies diferentes. No Quadro 1 abaixo é possível observar as espécies pré-selecionadas.

Quadro 1 - Pesquisas de plantas utilizadas em ETEZR

Autor	Nome Científico	Família	Nome Comum
CALIJURI ET AL., 2009	<i>Urochloa arrecta</i>	Poaceae	Braquiária Do Brejo
AMADEU; MELO, 2021	<i>Canna glauca</i>	Cannaceae	Piriquiti
ALGERI, 2015; AMADEU; MELO, 2021	<i>Canna indica</i>	Cannaceae	Caetê
DELOGO ET AL., 2017; AMADEU; MELO, 2021	<i>Cymbopogon citratus</i>	Poaceae	Capim-Limão
ALGERI, 2015	<i>Cymbopogon nardus</i>	Poaceae	Citronela
AMADEU; MELO, 2021	<i>Cyperus giganteus</i>	Cyperaceae	Papiro-Brasileiro
OLIVEIRA; COSTANZI, 2014	<i>Cyperus papyrus</i>	Cyperaceae	Papiro-De-Egipto
ALGERI, 2015	<i>Dieffenbachia picta</i> Schott	Araceae	Comigo-Ninguém-Pode
POMINI, 2019	<i>Echinochloa polystachya</i>	Poaceae	Gramma-De-Água
QUEGE; ALMEIDA; UCKER, 2013	<i>Guadua angustifolia</i>	Poaceae	Bambu Guadua
OLIVEIRA; COSTANZI, 2014	<i>Heliconia rostrata</i>	Heliconiaceae	Bananeira-Do-Brejo
QUEGE; ALMEIDA; UCKER, 2013	<i>Phyllostachys aurea</i>	Poaceae	Bambu Cana Da Índia
QUEGE; ALMEIDA; UCKER, 2013	<i>Phyllostachys bambusoides</i>	Poaceae	Bambu-Gigante
DELOGO ET AL., 2017	<i>Spathiphyllum wallisii</i>	Araceae	Lírio Da Paz
MARCHESI, 2020	<i>Typha domingensis</i>	Typhaceae	Taboa
AMADEU; MELO, 2021	<i>Typha latifolia</i> L.	Typhaceae	Tabúas
LOHMANN, 2011; DELOGO ET AL., 2017; ALGERI, 2015	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Araceae	Copo De Leite

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Com base no Quadro 1 pode-se observar que alguns dos gêneros já são

amplamente recomendados na literatura, como por exemplo os gêneros *Canna*, *Heliconia*, *Zantedeschia* que segundo o autor Sandoval et al. (2019) são alguns dos gêneros de macrófitas mais utilizados para tratamento de água. Outros autores como Amadeu e Melo (2021) destacam que a *Canna indica* L. e a *Canna glauca* L., pertencentes à família Cannaceae, são frequentemente usadas em wetlands construídos devido ao seu potencial de remoção de contaminantes em especial na Ásia.

Fabrin (2015) identificou outros gêneros de macrófitas, como *Typha* e *Cyperus* em sua pesquisa bibliográfica. Amadeu e Melo (2021) destacam que a espécie *Cyperus giganteus*, demonstra uma boa adaptação a climas tropicais e subtropicais, sendo uma das herbáceas mais utilizadas em WC, enquanto as espécies de *Typha* em especial a *Typha latifolia*, quando usada em leitos construídos é recomendada na literatura a profundidade máxima de 0,8 m para que não perca eficiência de remoção dos contaminantes.

Segundo Daflon et al. (2021) o gênero *Cymbopogon* vem sendo usado no combate à malária e a febre amarela no mundo todo, pois engloba plantas que produzem de forma natural princípios ativos como citronelal, citronelol, geraniol, citral, eugenol e limoneno que repelem vetores de várias doenças pelo mundo. No Brasil, as espécies dos gêneros *Cymbopogon* mais conhecidas são o Capim-Santo (*Cymbopogon citratus*) e a citronela (*Cymbopogon nardus*). Elas são amplamente reconhecidas por suas características aromáticas e suas propriedades repelentes, e frequentemente são adotadas para combate de vetores como o mosquito da dengue (*Aedes aegypti*) e tratamento de água residuária devido a sua adaptabilidade aos diversos climas e por agregar valor ornamental aos sistemas de ETEZR (Amadeu; Melo, 2021).

Para estabelecer os critérios das macrófitas que compuseram o guia foram considerados vários fatores importantes, como a adaptação destas plantas no sistema sendo um fator determinante para o funcionamento correto e eficaz do sistema. Segundo Norte, Zanella e Alves (2015) o emprego de plantas nativas facilita essa adaptação, pois estas plantas já são naturalmente adaptadas no local. Além disso as plantas nativas oferecem diversos benefícios entre eles prover a biodiversidade do ecossistema na qual será envolvida. Tendo em vista essas considerações, foi estabelecido outro critério de preferência por plantas nativas da região sul do Brasil. Esta escolha foi motivada pelo fato de que o estudo está sendo realizado no Paraná, que fica na porção sul do país.

Em geral, algumas espécies de plantas exóticas podem apresentar um potencial invasor que pode acarretar na perda da biodiversidade local e na disseminação de exemplares fora do sistema construído (Norte, Zanella e Alves, 2015), aumentando a competição por recursos e dificultando o controle e manejo destas espécies. Diante dessas considerações no emprego de espécies exóticas foi avaliado seu potencial invasor como um dos critérios de exclusão. Dentre as plantas levantadas no quadro 1, duas foram excluídas pelo alto potencial invasor: *Urochloa arrecta* e *Phyllostachys aurea* consideradas invasoras pela lista do Instituto Hórus (2022).

Na etapa de seleção das macrófitas também foram consideradas as plantas que poderiam ser usadas no módulo didático dos WCs de bancada. Sendo assim foram excluídas as plantas que tinham que ter covas muito profundas como é caso dos Bambus (*Guadua angustifolia* e *Phyllostachys bambusoides*). Outro fator de exclusão que foi levado em consideração foi o fato de a planta ser tóxica. Com isso optou-se por exclusão destas espécies, em específico *Dieffenbachia picta* conhecida popularmente como comigo-ninguém-pode e a *Spathiphyllum wallisii* popularmente conhecida como Lírio-da-paz.

A poluição visual representa uma preocupação significativa nos WCs. Nesse sentido, o emprego de plantas ornamentais pode favorecer a harmonia paisagística, uma vez que as plantas ornamentais ajudam a minimizar a poluição visual (Lincheski, 2018). Além disso, os aspectos aromáticos das plantas selecionadas devem ser levados em consideração, uma vez que as plantas aromáticas podem possuir propriedade repelente, como é o caso da citronela (*Cymbopogon nardus*), o que minimiza problemas com vetores por exemplo o *Aedes aegypti* (Daflon *et al*, 2021)

A partir da Tabela 2, é possível observar critérios propostos e as pontuações para classificação das macrófitas levando em consideração os aspectos citados anteriormente. Os pontos atribuídos às plantas foram pensados a partir da presença ou não de características utilizadas como critérios de classificação. Como exemplo cita-se: se a planta for nativa a pontuação é igual a 1, no caso dela não ser nativa o valor atribuído é igual a 0.

Tabela 2- Critérios de classificação para pontuação das macrófitas encontradas

Critérios	Pontuação
Nativa	1
Domínio fitogeográfico no Sul	1
Aspecto Ornamental	1
Aspecto Aromático	1

Fonte: Autoria Própria,2024

Com base nos critérios de classificação e na pontuação atribuída conforme a Tabela 2, e considerando a exclusão de algumas espécies de acordo com critérios anteriores, foram selecionadas as plantas que fazem parte do guia. Elas foram ordenadas de acordo com a pontuação, da maior para a menor, como demonstrado na tabela 3 abaixo. Nesta tabela, é possível observar a pontuação de cada planta em cada um dos 4 critérios, bem como a pontuação final para cada uma das 11 espécies selecionadas.

Tabela 3 - Tabela de Classificação das Macrófitas

Plantas	Nativa	Domínio fitogeográfico no Sul	Ornamental	Aromático	Pontuação Final
<i>Canna glauca</i>	1	1	1	0	3
<i>Canna indica</i>	1	1	1	0	3
<i>Cymbopogon citratus</i>	0	1	0	1	2
<i>Cymbopogon nardus</i>	0	1	0	1	2
<i>Cyperus giganteus</i>	1	1	0	0	2
<i>Heliconia rostrata</i>	1	0	1	0	2
<i>Typha domingensis</i>	1	1	0	0	2
<i>Typha latifolia</i>	1	1	0	0	2
<i>Zantedeschia aethiopica</i>	0	1	1	0	2
<i>Cyperus papyrus</i>	0	1	0	0	1
<i>Echinochloa polystachya</i>	0	1	0	0	1

Fonte: Autoria Própria,2024

5.2 Montagem das Exsicatas

Os espécimes de *Cymbopogon nardus* e *Cyperus Papyrus* foram adquiridos em uma floricultura no município de Matelândia -PR, nas coordenadas geográficas de 25°15'02"S e 54°00'33"W. Já o exemplar de *Heliconia rostrata* foi coletada em uma residência no Município de Medianeira-PR nas coordenadas 25°18'07"S 54°07'00"W.

As amostras foram acondicionadas em uma camada de papelão seguida por uma camada de jornal para que fosse possível ocorrer a absorção da umidade, esse procedimento se deu em cada uma das três espécies coletadas. Em seguida as amostras foram prensadas usando uma prensa botânica, onde foi aplicada uma pressão uniforme ao amarrar para garantir que todas as partes da planta ficassem planas e secas. Para que houvesse a secagem correta as plantas foram levadas para a estufa de circulação de forçada de ar durante 6 dias, nos 4 primeiros dias manteve-se a temperatura de 40°C, e nos últimos 2 dias aumentou-se a temperatura para 60°C. Na Fotografia 6, pode-se observar a prensa de secagem devidamente amarrada com os materiais prensados.

Fotografia 6 - Prensa Botânica para Herborização Com Materiais dispostos



Fonte: Autoria Própria,2024

Após a secagem as amostras foram para o herbário da Figueira (FIG) da Universidade Tecnológica do Paraná, onde foram devidamente preparados para

incorporação. Foram usadas folhas de papel cartão específicas para herbário e linhas de costura, para posterior costura como expressam as fotografias 7, 8 e 9, respectivamente, para os materiais botânicos de *Heliconia rostrata*, *Cymbopogon nardus* e *Cyperus papyrus* secos e costurados.

Fotografia 7 - Exsicata de *Heliconia rostrata*



Fonte: Autoria Própria,2024

Para a espécie *Heliconia rostrata* foi preparada uma exsicata com 4 folhas de papel cartão nas quais evidenciam-se na primeira folha (da esquerda para a direita) sua inflorescência, na segunda folha uma lâmina foliar mais desenvolvida, enquanto na terceira folha evidencia-se também uma lâmina foliar da espécie, porém ainda em desenvolvimento, e por fim na quarta folha temos parte do caule e a raiz da planta

Fotografia 8 – Exsicata e duplicata de *Cymbopogon nardus*



Fonte: Autoria Própria,2024

Para a espécie *Cymbopogon nardus* foram montadas uma exsicata e uma duplicata evidenciando a raiz e as lâminas foliares da espécie que contêm ainda seu

cheiro característico de citronela devido aos principais princípios ativos: citronelal, geraniol e citronelol.

Fotografia 9 - Exsicata de *Cyperus papyrus*



Fonte: Autoria Própria,2024.

Para a espécie *Cyperus papyrus* foram usadas 4 folhas de papel cartão para compor a exsicata, na qual evidencia-se na primeira folha (da esquerda para a direita) uma sinflorescência terminal jovem e o escapo com brácteas involucrais e folhas reduzidas; na segunda folha o escapo com sinflorescência mais desenvolvida; na terceira folha temos a raiz e parte do escapo; por fim, na última folha temos uma sinflorescência madura.

Embora tenham sido adquiridas as mudas de *Cymbopogon citratus* não foi possível a montagem da exsicata desta espécie, devido a condição das suas estruturas não estarem adequadas para o processo de herborização.

5.3 Apresentação do módulo didático

O módulo didático da wetlands foi construído para demonstrar as diferentes camadas de um sistema de wetlands e sua função na filtragem da água. Cada camada dentro do módulo tem um papel específico e importante na remoção dos poluentes e no suporte da vida das macrófitas que irão vegetar nele. Na fotografia 10, podemos observar as camadas de areia, pedra, os canos de distribuição de efluente e substrato expostas no módulo.

Fotografia 10 - Estrutura da caixa de wetlands com camadas representativas

Fonte: Autoria Própria,2024

O efluente entra no sistema através do cano de entrada. Em seguida, é distribuído pelo módulo e passa pelas zonas de raízes, onde as plantas absorvem nutrientes como nitrogênio e fósforo. Essas zonas também funcionam como habitat para microrganismos que se fixam e auxiliam na absorção e decomposição da matéria orgânica. Abaixo da camada de zonas de raízes, há uma camada de pedras que facilita a drenagem e proporciona uma superfície para a colonização dos microrganismos. Além disso, há uma camada de areia que filtra partículas menores e pode ser usada como camada adicional para a fixação dos microrganismos, assim ajudando no processo de tratamento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do conteúdo exposto, este trabalho propõe uma metodologia para seleção de macrófitas enraizadas para uso em Estações de Tratamento de Esgoto por Zonas de Raízes (ETEZR) e busca desenvolver um guia ilustrado para reconhecimento de algumas espécies. A proposta englobou critérios exclusão de espécies com características tais como, potencial invasor, toxicidade e porte inadequado o que as tornariam inadequadas para esses sistemas. E a criação de quatro critérios para classificação e posterior pontuação, sendo eles: domínio fitogeográfico no Sul do Brasil, e qualidades ornamentais e aromáticas.

O estudo iniciou-se através de um levantamento bibliográfico a partir do qual foram pré-selecionadas 17 espécies diferentes de macrófitas emergentes enraizadas comumente utilizadas em ETEZR. Após a exclusão mencionado anteriormente, foram selecionadas 11 plantas o guia, e as mesma foram classificadas e pontuadas através de critérios baseados na valorização de características das plantas como qualidades ornamentais e aromáticas, aspectos botânicos e domínio fitogeográfico. Além disso, foi possível através de sites, e na busca em campo compilar imagens, informações botânicas e dados ecossistêmicos das espécies selecionadas, proporcionando um guia lúdico e de fácil compreensão.

O guia desenvolvido é uma ferramenta prática destinada a vários profissionais e à comunidade, ele facilitará e irá promover o uso e a identificação destas plantas, bem como a conscientização no uso delas de uma forma consciente e sustentável.

Em conclusão, espera-se que a proposta metodológica e o guia contribuam para democratização do conhecimento e incentivo ao uso de soluções sustentáveis no saneamento básico.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, T. **Cannaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB110627>>. Acesso em: 23 fev. 2024.
- ANDRÉ, T. **Cannaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB110628>>. Acesso em: 23 fev. 2024.
- ANDREATA, H. P.; TRAVASSOS, O. P. **Chaves para determinar as famílias de: pteridophyta gymnospermae angiospermae**. Rio de Janeiro: Ed. Universitária Santa Úrsula, 1994. 134p.
- ALGERI, Alessandra. **Implantação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes em uma propriedade rural**. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2015.
- ALGERI, Alessandra; MEES, Juliana R. B. **Cartilha para Construção de Estação de Tratamento Por Zonas de Raízes**. [S.l.]. 2015.
- AMADEU, I. E. C; MELO, E. D. O paisagismo em Wetlands Construídos. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, 2021. v.12, n.9, p.349-362.
- Araceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB609342>>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- ARIAS, C. A; BRIX, H. Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. **Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina**, Bogotá, 2003. v.13, p. 17-24.
- BARROS, Gilvana Cristina de. **Estudo fitoquímico e avaliações da toxicidade aguda e atividades biológicas da raiz do vetiver (Vetiveria zizanioides L. Nash)**. Goiânia, 2013.
- BANANEIRA-ORNAMENTAL – HELICONIA ROSTRATA. In USP, Jardim da botânica. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicausprp/bananeira-ornamental-heliconia-rostrata/>. Acesso em: 26 fev. 2024.
- Biazão, Thalita Colombo. **Utilização de Echinochloa polystachya (Kunth) Hitchc. (Poaceae) na fitorremediação de solo contaminado com petróleo** / Thalita Colombo Biazão. – Curitiba, 2012.
- BIOREDE, Biorede. **Zantedeschia aethiopica (L.) Spreng**. [S. l.], [S. l.]. Disponível em: <http://www.biorede.pt/page.asp?id=480>. Acesso em: 25 maio 2024.
- BRAGA, CRISTINA. **Papiro do Egito – Cyperus papyrus**. [S. l.], 2018. Disponível em: https://www.floresefolhagens.com.br/papiro-do-egito-cyperus-papyrus/#google_vignette. Acesso em: 16 maio 2024.

BRAGA, K.A.S *et al.* **Influência das condições de cultivo sobre a produção de óleo essencial do capim citronela (*Cymbopogon nardus*)**, Rua José Lourenço Kelmer, S/N, Bairro São Pedro, Juiz de Fora/MG-, v. 1, p. 49-59, 1 jun. 2020. Disponível em: <https://revistacientifica.crfmg.emnuvens.com.br/crfmg/article/view/59/27>. Acesso em: 20 abr. 2024.

BRAGA, J.M.A. **Heliconiaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB23284>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

CALIJURI, M. L. *et al.* **Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes**. Engenharia Sanitária Ambiental. [S.l.], p. v.14, n.3, 421-430. 2009.

CANA-DA-ÍNDIA – **Canna indica**. In USP, Jardim da botânica. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicausprp/cana-da-india-canna-indica/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

Capim-Cidrão – **Cymbopogon citratus**. In USP, Jardim da botânica. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicausprp/capim-cidrao-cymbopogon-citratus/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

CHAVES, Tiago de Andrade. ANDRADE, Aluísio Granato de. **Capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides*): Produção de mudas e uso no controle da erosão e na recuperação de áreas degradadas**. Niterói. Programa Rio Rural, 2013.

CÁSPAR, Isabella Eunice Soares. **O Paisagismo em Wetlands Construídos**. Universidade Vale do Rio Verde. Três Corações. 2020.

CERVI, A.C *et al.* **Aquatic macrophytes at General Carneiro, Parana State, Brazil**. **Biota Neotrop.** [S.l.], p. <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n3/en/abstract?inventory+bn00409032009>.

CORREA, LEONARDO. **Cyperus giganteus – papiro gigante**. [S. l.], 2021. Disponível em: https://biologiadapaisagem.com.br/2022/01/22/cyperus-giganteus-papiro-gigante/#google_vignette. Acesso em: 24 maio 2024.

CUNHA, Bruna S. **Utilização de Biossorventes Alternativos na Remoção de Corantes Têxteis**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná). Medianeira, p. 63. 2014.

CUNHA, Diego O.; MERLIM, Rodolpho L.; JUNIOR, Ely S. O uso do tratamento de esgoto sustentável: o estado da arte das wetlands. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, 31 Agosto 2018. v. 10, n. 2, p. p143-163.

DAFLON, Taciana D. M. *et al.* O USO DA CITRONELA NO CONTROLE DA DENGUE: REVISÃO. **Saúde Meio Ambiente**, 15 jun 2021. v. 10, p. 170-182.

DELFINI, C.; ZULOAGA, F.O. **Echinochloa in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB13188>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

DELOGO, Marilson C. E. A. Construção e análise de eficiência de uma estação de tratamento de efluentes por zona de raízes (etezr). **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2017. 1-8.

DEMARCO, CAROLINA F. **SELEÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS COM POTENCIAL DE FITORREMEDIÇÃO NO ARROIO SANTA BÁRBARA**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas. PELOTAS, p. 52. 2016.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino; LOPES, Monyck Jeane dos Santos. **Echinochloa polystachya Canarana-verdadeira**, [S. l.], n. 5, p. 965-970, [S. l.]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1144621/1/Plantas-para-o-Futuro-Norte-966-971.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2024.

DURIGAN, G. ; BAITELLO, J. B. ; FRANCO, G. A. D. C. ; SIQUEIRA, M. F. . **Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. 475 p.

ESTATÍSTICAS TRATA BRASIL. **TRATA BRASIL**, 2022. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/>>. Acesso em: 1 nov 2023.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**.

FABRIN, T. M C. **Principais espécies de macrófitas aquáticas utilizadas no tratamento de esgoto sanitário**. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, p. 24. 2015.

FITOTERAPIA BRASIL. **Cymbopogon citratus (DC.) Stapf Capim-cidreira, capim-santo, capim-limão e capim-cidrô**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://fitoterapiabrasil.com.br/planta-medicinal/cymbopogon-citratus>. Acesso em: 20 abr. 2024.

FLORA CAMPESTRE. *Typha domingensis*. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/floracampestre/typha-domingensis-taboa/>. Acesso em: 18 jun. 2024.

FLORA FAUNA WEB. **Cymbopogon nardus (L.) Rendle Family Name:Poaceae (Gramineae)**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.nparks.gov.sg/florafauweb/flora/3/8/3891>. Acesso em: 24 maio 2024.

HELICONIA rostrata: **como cultivar a espécie que atrai beija-flores**. 5. ed. [S. l.], 3 mar. 2023. Disponível em: <https://revistacasaejardim.globo.com/paisagismo/noticia/2023/02/heliconia-rostrata-como-cultivar-a-especie-que-atrai-beija-flores.ghtml>. Acesso em: 6 jun. 2024.

HORTO DIDÁTICO DE PLANTAS MEDICINAIS DO HU/CCS. **CAPIM-LIMÃO**. [S. /], 5 maio 2024. Disponível em: <https://hortodidatico.ufsc.br/capim-limao/>. Acesso em: 27 abr. 2024.

INSTITUTO HÓRUS. **Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras, 2022**. Disponível em: <https://institutohorus.org.br/>. Acesso em: 04 maio 2024.

JARDIM DA BOTANICA USP. **Cana-da-índia – Canna indica**. [S. /], 2013. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicausp/cana-da-india-canna-indica/>. Acesso em: 27 abr. 2024.

KURIKI, Mikaele Silva. **Wetland Construído de Bancada para Tratamento de Esgoto: Definição de um Procedimento Operacional Padrão de Baixo Custo** / Mikaele Silva Kuriki – Cuiabá, 2020.

LADY BIRD JOHNSON WILDFLOWER CENTER'S. **Canna glauca L. Water Canna, Louisiana Canna, Maraca Amarilla Cannaceae (Canna Family)**. [S. /], 2013. Disponível em: https://www.wildflower.org/gallery/result.php?id_image=40061. Acesso em: 27 abr. 2024.

LAMEGO, FABIANE PINTO; VIDAL, RIBAS ANTONIO. FITORREMEDIAÇÃO: PLANTAS COMO AGENTES. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, 2017. v. 17, p. 9-18.

LICHESKI, KLEBER JOSÉ. **PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Monografia (Especialização em Construções. Curitiba, p. 69. 2018.

LÍRIO-DA-PAZ – **SPATHIPHYLLUM WALLISII**. In USP, Jardim da botânica. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicausp/lirio-da-paz-spathiphyllum-wallisii/>. Acesso em: 26 fev. 2024

LOHMANN, Gabriele. **Caracterização de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes utilizando variáveis abióticas e microbiológicas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p. 93. 2011.

MARACÁ (Canna glauca) – **Uma ótima espécie para jardins biofiltrantes**. Nova Odessa - SP, 2024. Disponível em: <https://www.plantarum.org.br/2024/03/20/maraca-canna-glauca-uma-otima-especie-para-jardins-biofiltrantes/>. Acesso em: 25 maio 2024.

MARCHESI, Matheus D. T. **Remoção de matéria orgânica, nutrientes e antibióticos em esgotos domésticos por wetlands construídas de fluxo vertical**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, p. 81. 2020.

Matzenauer, W.; Pereira-Silva, L.; Hefler, S.M. **Cyperus in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB25409>. Acesso em: 23 fev. 2024.

Matzenauer, W.; Pereira-Silva, L.; Hefler, S.M. **Cyperus in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB17163>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

Mayo, S.J. **Spathiphyllum in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB609336>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

NORTE, Ana Carolina Cunha; ZANELLA, Luciano ; ALVES, Wolney Castilho. ESPÉCIES VEGETAIS COM POTENCIAL ORNAMENTAL PARA UTILIZAÇÃO EM WETLANDS CONSTRUÍDOS. **2º Simpósio Brasileiro sobre Wetlands Construídos** , Curitiba, 11 a 13 Junho 2015.

OLIVEIRA, Danielle Martins Cassiano de; COSTANZI, Ricardo Nagamine. Wetlands construídos para o tratamento de água cinza. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Belo Horizonte, 24 a 27 Novembro 2014.

Paiva, G.C.P.; Matos, A.M.d.M.V.; Lourenço, A.R.; Bove, C.P. **Typhaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15033>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

PATRO, Raquel. COPO-DE-LEITE: **Zantedeschia aethiopica**. In: **COPO-DE-LEITE Zantedeschia aethiopica**. [S. l.], 15 maio 2020. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/copo-de-leite-zantedeschia-aethiopica.html>. Acesso em: 27 fev. 2024.

PATRO, RAQUEL. **Cyperus giganteus – papiro gigante**. [S. l.], 16 maio 2020. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/papiro-brasileiro-cyperus-giganteus.html>. Acesso em: 25 abr. 2024.

PATRO, Raquel. **TABOA Typha domingensis**. [S. l.], 2 nov. 2023. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/taboa-typha-domingensis.html>. Acesso em: 13 maio 2024.

POMINI, M. **Avaliação de macrófitas aquáticas cultivadas em efluente contaminado com cromo VI**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). – Curso de Engenharia Ambiental –Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, p. 54. 2019.

QUEGE, K. E; ALMEIDA, R. de A; UCKER, F. E. **Utilização de plantas de bambu no tratamento de esgoto sanitário pelo sistema de alagados construídos**. Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental, 2013. 10(10), 2069–2080. <https://doi.org/10.5902/223611707440>.

RAFI, Mohamad et al. Feasibility of near-infrared spectroscopy and chemometrics analysis for discrimination of *Cymbopogon nardus* from *Cymbopogon citratus*. *Arabian Journal of Chemistry*, 2022. 1-6.

RIBEIRO, André Luis V. E. A. **Contribuição da macrófita aquática eichhornia crassipes na remoção de nitrogênio amoniacal de efluentes sanitários**. Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental, 2019. v. 8, n. 3, p. 215-234.

RIBEIRO, Márcia de Nazaré Oliveira. **Multiplicação in vitro de copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.)** / Márcia de Nazaré Oliveira Ribeiro. – Lavras: UFLA, 2007.

RODRIGUES, TATIANE MARIA; MACHADO, SILVIA RODRIGUES. **Anatomia comparada do pulvino primário de leguminosas com diferentes velocidades de movimento foliar**, [S. l.], p. 709-719, 23 nov. 2006.

SABEI, Thayze R. **A inserção da educação ambiental não formal no processo de implantação de saneamento ambiental na comunidade rural colônia Mergulhão**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) Programa de Pós-graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p. 94. 2015.

SANDOVAL, L et al. **Role of wetland plants and use of ornamental flowering plants in constructed wetlands for wastewater treatment: a review**. Applied Sciences, 2019. v.9, p.685.

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE (SMAC) DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO 554. **lista Plantas consideradas invasoras pela SMAC RJ (2014), 2014**. Disponível em: <<https://arquivflora.rio/atributos/lista-i/invasoras-smac-rj-2014/>>. Acesso em: 04 Maio 2024.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. **Cyperus giganteus – papiro gigante**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/276657>. Acesso em: 13 abr. 2024.

THE BRAZILIAN PLANTFINDER. **HELICONIA ROSTRATA: HELICÔNIA – HELICONIA ROSTRATA RUIZ & PAV.** [S. l.], 2024. Disponível em: <https://revistacasaejardim.globo.com/paisagismo/noticia/2023/02/heliconia-rostrata-como-cultivar-a-especie-que-atraiu-beija-flores.ghtml>. Acesso em: 6 jun. 2024.

THE WORD FLORA ONLINE. **Typha latifolia L.** [S. l.], 24 nov. 2023. Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000595260>. Acesso em: 15 abr. 2024.

TORRES, Iago R. **Potencial fitorremediador do alecrim do campo (BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA) em rejeitos da mineração de ferro no solo do poder da Samarco**. Trabalho Final de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2023.

UCKER, F. E; ALMEIDA, R. A; KEMERICH, P. D. C. **Remoção de nitrogênio e fósforo do esgoto sanitário em um sistema de alagados construídos utilizando o capim vetiver**. Ambi-Agua. Taubaté, p. v. 7, n. 3, p. 87-98. 2012. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.925>)).

UTAD, JARDIM BOTÂNICO. **Cyperus papyrus L.** [S. l.], 2024. Disponível em: https://jb.utad.pt/especie/Cyperus_papyrus. Acesso em: 21 maio 2024.

UTAD, JARDIM BOTÂNICO. **Typha latifolia L.** [S. l.], 2024. Disponível em: https://jb.utad.pt/especie/Typha_latifolia. Acesso em: 13 abr. 2024.

UTAD, JARDIM BOTÂNICO. **Zantedeschia aethiopica (L.) Spreng.** [S. l.], 2024. Disponível em: https://jb.utad.pt/especie/Zantedeschia_aethiopica. Acesso em: 25 maio 2024.

VYMAZAL, Jan. **Mergent Plants Used In Free Water Surface Constructed Wetlands: A Review.** Ecological Engineering, 2013. v. 61, p. 582 - 592.

Anexo A - Guia Ilustrado Para Identificação De Macrófitas Enraizadas



GUIA ILUSTRADO PARA IDENTIFICAÇÃO DE MACRÓFITAS ENRAIZADAS PARA USO EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES



Jennifer Vieira Do Nascimento
Juliana Bortoli Rodrigues Mees
Carla Daniela Câmara



Agradecimentos

A realização desta Guia não seria possível sem o apoio, incentivo e orientação de várias pessoas, as quais gostaria de expressar minha imensa gratidão. Portanto desde já peço perdão àquelas pessoas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem ter certeza de que estarão presentes em meu coração para sempre.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por me proporcionar todos os dias força, sabedoria e principalmente perseverança durante toda minha jornada acadêmica.

A minha avó Elizete e a minha mãe Rafaela que sempre acreditam no meu sonho e me incentivaram a todo momento. Acredite sem vocês eu não conseguiria chegar até aqui, Amo vocês incondicionalmente.

Ao meu namorado Jakson pela paciência, compreensão e principalmente por ser meu maior incentivador, pois antes de eu conseguir visualizar esse guia você já me mostrava que era possível, eu te amo.

Aos meus amigos pelo incentivo e compreensão nas muitas horas que precisei me ausentar para me dedicar aos estudos, e aqui eu deixo minha sincera gratidão a Daiana Marinho.

A minha orientadora Carla Câmara, principalmente pela paciência e dedicação e por embarcar nesta comigo. Obrigada por me compreender até em momentos difíceis na qual eu pensei em desistir. Você é uma inspiração para mim!

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem para minha formação acadêmica. Suas aulas e orientações foram indispensáveis para a realização deste TCC.

Gostaria de agradecer também a Universidade Tecnologia Federal do Paraná – Campus Medianeira, na qual me proporcionou viver coisas incríveis em todos os âmbitos da minha vida. Agradeço a todos os servidores pelo trabalho e dedicação de que fazem a UTFPR Medianeira ser única.

Enfim, agradeço a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa, vocês fazem parte desta conquista.

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Luiz Inácio Lula da Silva

REITOR DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Marcos Flávio De Oliveira Schiefler Filho

DIRETOR DO CAMPUS MEDIANEIRA

Claudio Leones Bazzi

AUTORA

Jennifer Vieira Do Nascimento | UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - UTFPR

Carla Daniela Câmara | UTFPR

EQUIPE DE APOIO À PESQUISA

Daiana Santos Marinho | UTFPR

Juliana Bortoli Rodrigues Mees | UTFPR

Larissa de Bortoli Chiamolera sabbi | UTFPR

Roque Cielo Filho | UTFPR

FOTOS

Jennifer Vieira Do Nascimento

Giovanni N. Mauricio

Vicky Lim Yen Nghoh

Saty Jardim

Giovanni N. Mauricio

Leandro Bareiro

Thalita Colombo Biazão

Nelson Zamora Villalobos

Reinaldo Aguilar Fernández

Valmir Bittencourt

Coisas De Sítio

G. Mazza

Márcia De Nazaré Oliveira Ribeiro

Julien Piolain

Índice

Como usar esse livro.....	5
Descrições Morfológicas.....	8
Introdução.....	11
<i>Canna glauca</i>	13
<i>Canna indica</i>	15
<i>Cymbopogon citratus</i>	17
<i>Cymbopogon nardus</i>	19
<i>Cyperus papyrus</i>	21
<i>Cyperus giganteus</i>	23
<i>Echinochloa polystachya</i>	25
<i>Heliconia rostrata</i>	27
<i>Typha domingensis</i>	29
<i>Typha latifolia</i>	31
<i>Zantedeschia aethiopica</i>	33
REFERÊNCIAS.....	35

Como usar este livro

Este guia foi desenvolvido para facilitar a identificação e compreensão das macrófitas descritas ao longo do conteúdo. Cada espécie apresenta informações que auxiliam na sua compreensão e identificação.

Cada planta é identificada pelo seu nome científico, que engloba o gênero e a espécie. Essa identificação é essencial, pois proporciona uma nomenclatura única e universalmente reconhecida, permitindo uma precisão na identificação que o nome comum muitas vezes não oferece. No entanto, também incluímos o nome comum da planta, que pode variar, já que muitas plantas possuem diversos nomes populares. Essa diversidade de nomes comuns reforça a importância do nome científico, que é único.

As descrições morfológicas destacam as características marcantes das plantas, e essas descrições estão disponíveis no capítulo de descrição morfológica no início do guia. As ilustrações apresentadas destacam estruturas específicas das plantas, como raízes, flores ou inflorescências e folhas. Essas estruturas são detalhadamente descritas e visualmente representadas para facilitar o reconhecimento das espécies.

Também incluímos ilustrações de exsicatas, que são amostras secas, prensadas e montadas em papel branco A3 próprio para o material. As exsicatas são fundamentais para a precisão na identificação das plantas, permitindo uma análise detalhada de suas características morfológicas ao longo do tempo. Essas exsicatas são depositadas em herbários, que são coleções que organizam e catalogam essas amostras vegetais secas. Os herbários desempenham um papel crucial na botânica e são essenciais para conservação da biodiversidade, possibilitando o estudo de diferentes espécies de plantas em diferentes épocas e regiões.

Ao longo do guia, são fornecidos links que dão acesso às bases de dados consultadas e imagens complementares das plantas. Esses recursos adicionais são úteis para uma compreensão mais ampla e detalhada de cada espécie, eles estão contidos nos hiperlink de fontes das imagens, e no Hiperlink “Saiba mais!” Na página seguinte, é apresentado um exemplo da disposição das informações.

Como usar este livro

Espécie em ambiente Natural

Guia De Identificação | MANUAL PARA IDENTIFICAÇÃO DE MACRÓFITAS ENRAIZADAS

Nome Científico

Canna glauca

Família

CANNACEAE

Nome Comum

**Piriquiti; Canna do brejo;
Canna do brejo amarela.**

Descrições Morfológicas



Descrição Morfológica: Herbácea aquática de hábitos emergentes enraizados, pode atingir até 1,8 m de altura. Sua reprodução acontece através do caule caracterizado por rizomas longos e rastejantes, com folhas simples em geral com a coloração verde. Possuem costas planas e podem medir até 60 centímetros de comprimento, enquanto flores têm tamanho maior que 4 cm e suas pétalas são amarelas com bordas planas.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são a Amazônia, Catinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. Tem ocorrência confirmada nas porções norte, nordeste, centro-este, sudeste e sul do país.



Fonte: Helton, 2024.



[Hiperlink de Curiosidades](#)

13

[Mapa Distribuição Geográfica](#)

[Hiperlink de Fontes](#)

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Exsicata

Raiz

Guia De Identificação | MANUAL PARA IDENTIFICAÇÃO DE MACRÓFITAS ENRAIZADAS



Foto de Heltona



Foto adaptada de Heltona

Hiperlink de Fontes



Foto do Autor



Foto do Autor

Flor ou Inflorescência



14

Folha



Hiperlink de Curiosidades

Descrições Morfológicas



RIZOMA

Caule subterrâneo, com aspecto de raiz, porém diferenciam-se não só pela estrutura, mas também por possuir escamas e gemas.



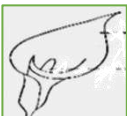
SAGITADAS

Ápice pontiagudo e base reentrante e tem forma semelhante à ponta de uma seta, ou seja, se assemelha formato de flecha ou seta.



ESPÁDICE

Inflorescência em espiga, com eixo carnudo e flores nuas, geralmente unissexuadas e pouco vistosas, envolvida por uma grande bráctea espata.



ESPATA

Bráctea ou par de brácteas que rodeia a base de uma inflorescência.



COLMO

Caule aéreo apresenta nós e entrenós visíveis em sua extensão.



INVAGINANTES

Folha que sai da bainha desenvolvida que reveste parcial ou totalmente o entrenó que envolve o caule.



OBLONGA

Forma mais longa do que larga, com bordas quase paralelas na maior parte da sua extensão.



DECUMBENTE

Deitado, ou que está voltado ao chão.



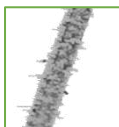
LÍGULAS

Estrutura em forma de língua que se encontra na junção da bainha com a lâmina da folha.



CAULE PSEUDOCAULE

Caule falso formado pela união das bases das bainhas das folhas e termina com uma copa de folhas longas e largas.



TRICOMAS

Estruturas presentes na epiderme das plantas, que desempenham funções como redução perda de água e proteção



RIZOMA PAQUIMORFO

É caracterizado por ter entrenós curtos e uma espessura maior que a do colmo.



PECÍOLO

Parte da folha que prende a lâmina ao caule, geralmente em forma de haste.



MEMBRANÁCEAS

Consistência de uma folha muito fina.



PALUSTRE

Plantas que vivem em lugares inundados como pântanos ou lagos no Inverno.

Introdução

O saneamento básico representa um desafio diário para a maior parte da população. A ausência de saneamento adequado tem implicações significativas na vida da população e nos corpos hídricos que sofrem devido ao lançamento de elevadas cargas orgânicas, altas concentrações de materiais particulados bem como aumento de nutrientes como nitrogênio e fósforo.

As macrófitas emergentes surgem como uma solução promissora para o tratamento de água. Essas plantas, através dos biofilmes gerados por microrganismos em suas raízes, auxiliam na remoção de impurezas contidas na água. Além de suas funções depuradoras, essas plantas possuem características estéticas, medicinais e ação repelente de vetores de doenças que se agravam com as mudanças climáticas globais.

Esse Guia foi elaborado com intuito de democratizar e facilitar a identificação das macrófitas emergentes, promovendo e impulsionando o uso da tecnologia limpas e *designer* sustentável para o tratamento de efluentes, contando com recursos visuais e textuais que facilitam a identificação das espécies expressas neste guia.

A seleção dessas espécies foi criteriosa, priorizando adaptação e bem-estar ecossistêmico, além de valorizar características ornamentais e aromáticas, aspectos botânicos e domínio fitogeográfico. As informações botânicas partiram principalmente de plataformas institucionais como o Jardim Botânico da Universidade de São Paulo, Flora e funga do Brasil. Sites secundários com informações complementares foram anexados com link “Saiba mais!” em cada páginas das espécies.

As imagens utilizadas foram retiradas de sites como como Refloranparks Flora Fauna, Coisas De Sitio , Argentinat.Org, Cnptia.Embrapa, Plantnet, Commons.Wikimedia, FloracampestreUFRGS, Flora.On, GBIF.org, Bior ede e Monaconatureencyclopedia e das monografias de Ribeiro (2007) e Biazão (2012). As fontes foram devidamente referenciadas e os links para acesso direto às imagens foram incluídos em suas fontes. Para a montagem do guia utilizou-se o Microsoft word, devido a facilidade de usos e de recursos para composição dos textos e nas inserções de imagens. Os conteúdos foram organizados de forma sistemática, seguindo um padrão visando facilitar a compreensão.

Esse guia é uma ferramenta apoio para a identificação de macrófitas emergentes para uso em tratamento de efluentes. Esperamos que ele contribua para democratização do conhecimento e incentivo ao uso de soluções sustentáveis no saneamento básico.



ESPÉCIES



Canna glauca

CANNACEAE

Piriquiti; Canna do brejo;

Canna do brejo amarela.



Descrição Morfológica: Herbácea aquática de hábitos emergentes enraizados, pode atingir até 1,8 m de altura. Sua reprodução acontece através do caule caracterizado por rizomas longos e rastejantes, com folhas simples em geral com a coloração verde. Possuem costas planas e podem medir até 60 centímetros de comprimento, enquanto flores têm tamanho maior que 4 cm e suas pétalas são amarelas com bordas planas.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são a Amazônia, Catinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. Tem ocorrência confirmada nas porções norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país.



Fontes: Reflora,2024.





Foto de Reflora



Foto adaptada de Reflora



Foto do Autor



Foto do Autor



Canna indica

CANNACEAE

Pariri; Caeté; Caité-de-thallo-roxo



Foto do Autor

Descrição Morfológica: Herbácea aquática de hábito emergente enraizada, pode atingir até 1,2 m de altura. O caule desta planta possui rizomas curtos e tuberosos, suas folhagens apresentam costas planas e em geral são verdes ou às vezes arroxeadas. Apresentam inflorescência ramificada, as flores são maiores que 4 cm e as pétalas podem ter coloração vermelha ou alaranjada, com margens planas. Cultivadas preferencialmente locais úmidos, podendo se desenvolver bem a pleno sol.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são a Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata, Atlântica, Pampa, Pantanal. Tem ocorrência confirmada nas porções norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país.



Fontes: Reflora, 2024.



**Saiba
Mais!**



Foto de Reflora



Foto de El Huerto 2.0



Foto do Autor



Foto do Autor



Saiba
mais!

Cymbopogon citratus

POACEAE

**Capim-Limão; Capim-Santo;
Erva-Cidreira; Capim-Cidreira**



Foto do Autor

Descrição Morfológica: Erva perene, que cresce em forma de touceiras podendo atingir mais de 1 m de altura. Tem o caule do tipo colmo coma base verde. As folhas são invaginantes, alternadas ao longo do caule e possuem nervuras paralelas e lineares. Suas folhas podem chegar até 1,5 m de comprimento, apresentam coloração verde e um odor característico de limão. São cobertas por uma camada cerosa que as torna ásperas e cortantes ao toque. Sua inflorescência é formada por espiguetas reunidas em racemos espiciformes que se desenvolvem nos ápices dos colmos.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são a Amazônia, Catinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. Tem ocorrência confirmada nas porções norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país.



Fontes:Reflora,2024.



**Saiba
mais!**



Foto de Reflora



Foto do Autor

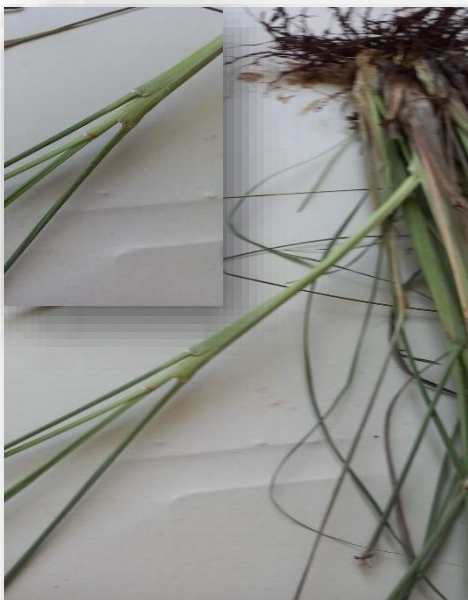


Foto do Autor



Foto do Autor

Saiba
mais!



Cymbopogon nardus

POACEAE

Citronela; capim-santo;
capim-de-cheiro



Foto de Vicky Lim Yen Nghoh

Descrição Morfológica: Erva perene que cresce em forma de touceiras podendo atingir até 2,5 m de altura com até 1,5 de largura da coroa. Seu caule é do tipo pseudocaule com base do caule pseudocaule avermelhada. Possui semelhanças botânicas como *Cymbopogon citratus*, porém suas lâminas foliares são mais largas. Seus principais princípios ativos são citronelal, geraniol e citronelol, responsáveis pelo odor característico de suas folhas. É usada no combate a vários vetores de doenças no Brasil, principalmente o da Dengue.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são a Catinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. Tem sua ocorrência confirmada nas porções nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país.



Fontes: Reflora, 2024.

Saiba
mais!



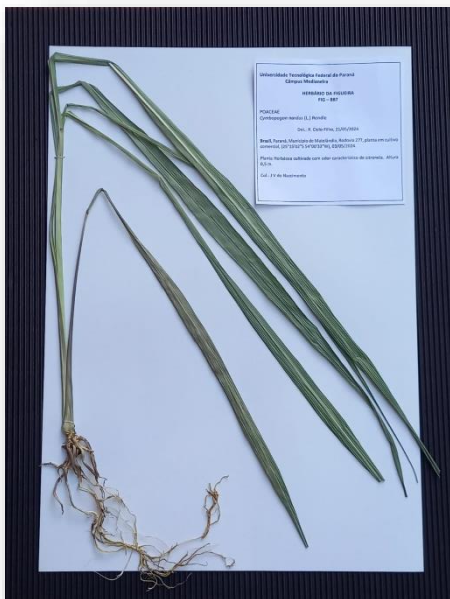


Foto do Autor



Foto do Autor



Foto de Vicky Lim Yen Ngho



Foto do Autor



Saiba
mais!

Cyperus papyrus

CYPERACEAE

Papiro; Papiro-de-Egipto



Foto do Autor

Descrição Morfológica: Erva aquática perene, com caule caracterizado por rizomas. Possui folhas reduzidas em bainhas foliares, com sinflorescências de coloração castanha, discretas, localizadas no ápice do caule que crescem de forma ascendente e tem ramos terminais. As espigas desta planta são oblongas e cilíndricas, contendo entre 6 a 30 espiguetas.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Tem ocorrência confirmada nas porções nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país.



Fontes: Reflora, 2024.



Saiba
mais!



Foto do Autor



Foto do Autor



Foto do Autor



Foto do Autor



Saiba
 mais!

Cyperus giganteus

CYPERACEAE

Papiro; Piri; Papiro-brasileiro



Foto de Luciano Rodrigues Soares

Descrição Morfológica: Trata-se de uma planta não lenhosa perene, de crescimento ereto e rizomatoso de até 3 m de altura. Suas folhagens são finas, verdes e caídas no topo das hastes, o que pode se assemelhar a cabelos. Já as suas flores surgem em meio às folhas com a colocação amarelada, o que confere caráter ornamental.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Tem ocorrência confirmada nas porções norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país.



Fonte: Reflora,2024.



Saiba
mais!



Foto de Reflora



Foto adaptada de Reflora



Foto de Giovanni N. Mauricio



Foto de Leandro Bareiro



Saiba
mais!

Echinochloa polystachya

POACEAE

Gramma-da-Água; Capim-de-Angola; Capim-Violeta; Capim- Cabeludo



Foto de Julien Piolain

Descrição Morfológica: Erva aquática perene que cresce em forma de touceira, com o caule decumbente com base comprida e rasteira. Apresenta nós eriçados com pelos amarelos orientados de forma que ficam pressionados na estrutura dos nós. A planta pode atingir até 3 metros de altura. As suas folhas apresentam lígulas formadas por uma fileira de pelos rígidos e eretos, com até 5 mm de comprimento. Sua inflorescência é em forma de espiga lanceolada, com espiguetas revestidas por tricomas.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são Amazonia, Catinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Tem ocorrência confirmada nas porções norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país.



Fontes: Reflora,2024.





Foto de Reffora



Foto de Thalita Colombo Biação.



Foto de Reinaldo Aguilar Fernández



Foto de Nelson Zamora Villalobos



Heliconia rostrata

HELICONIACEAE

Bananeira-do-brejo



Foto do Autor

Descrição Morfológica: Erva, com caule caracterizado por rizomas paquimorfos. Esta planta pode atingir até 4 m altura. As folhas são verde-claras e vistosas, possuem pecíolos grandes na posição vertical e se assemelham às da bananeira, podendo chegar a 1,5 m de comprimento. Sua inflorescência se dá por hastes longas e pendentes, carregadas de flores. As brácteas possuem coloração vermelha com bordas de coloração verde e amarela e podem medir até 35 cm, ela possui um potencial paisagístico.

Distribuição Geográfica: No Brasil seu domínio fitogeográfico é a Amazonia. Tem ocorrência confirmada nas porções norte e centro-oeste.



Fontes:Reflora,2024.





Foto do Autor



Foto do Autor



Foto do Autor



Foto do Autor



Saiba mais!

Typha domingensis

TYPHACEAE

Taboa



Descrição Morfológica: Erva aquática perene, com caule caracterizado por rizomas simples amiláceos, cilíndricos, que ficam submersos e enraizados nas margens dos cursos d'água. Suas folhas são emergentes, planas, assimétricas, alongadas, eretas, membranáceas, laminares e de cor verde medindo de 34 a 150 cm de comprimento e 0,5 a 2,5 de largura. Sua inflorescência tem formato de espiga cilíndrica, monotípicas (femininas ou masculinas), com coloração castanho claro a um laranja acinzentado.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são Amazonia, Catinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Tem ocorrência confirmada nas porções norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país.



Fontes: Reflora,2024.



[Saiba
mais!](#)



Foto de Reflora



Foto adaptada de Reflora



Foto de Valmir Bittencourt



Foto de coisas de sítio



Saiba
mais!

Typha latifolia

TYPHACEAE

Taboa; Tábua-larga

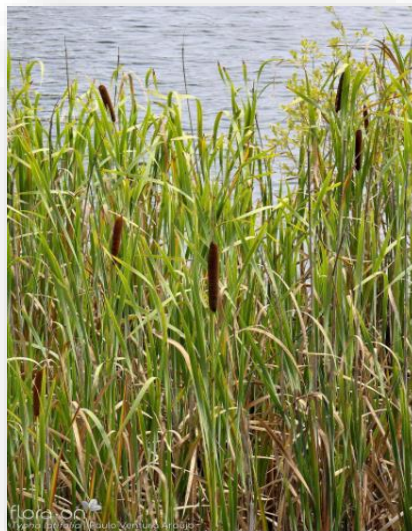


Foto de flora.on

Descrição Morfológica: Herbácea aquática vivaz, palustre, com raízes tuberosas caracterizadas por rizomas e folhas emergentes, planas eretas e rígidas, com largura máxima de 2 cm. Sua inflorescência é contínua, reunida em espigas cilíndricas, raramente separadas por um eixo nu. Flores estaminadas unissexuais com parte feminina amarronzada e a masculina amarelada.

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são Amazonia, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa. Tem ocorrência confirmada nas porções norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país.



Fontes: Reflora, 2024.





Foto de Reflora



Foto adaptada de Reflora



Foto de flora.on



Foto de flora.on

Saiba
mais!



Zantedeschia aethiopica

ARACEAE

Copo-de-leite; Cala-branca;
Lírio-do-nilo



L. Lopes

www.biorede.pt

Foto de L. Lopes



Descrição Morfológica: Herbácea, perene, que pode atingir até 1,7 m de altura, com rizoma grosso e curto. Suas folhas em um verde escuro brilhante são sagitadas, com até 40 cm de comprimento e até 20 cm de largura. Sua inflorescência ocorre em espádice com flores unissexuais e nuas amarelo (parte feminina) de até 10 cm de comprimento, contido em uma espata branca em formato de funil de até 20 cm (parte masculina).

Distribuição Geográfica: No Brasil seus domínios fitogeográficos são Mata Atlântica e Pampa. Tem ocorrência confirmada nas porções nordeste, sudeste e sul do país.



Fontes: Reflora,2024.

Fonte: Reflora,2024.

Saiba
mais!





Foto de Reflora



Foto adaptada de Reflora



Foto de G. Mazza



Foto adaptada de Márcia De Nazaré Oliveira Ribeiro

Saiba
mais!



REFERÊNCIAS

ANDRÉ, T. **Cannaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB110627>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

ANDRÉ, T. **Cannaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB110628>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

ANDREATA, H. P.; TRAVASSOS, O. P. **Chaves para determinar as famílias de: pteridophyta gymnospermae angiospermae**. Rio de Janeiro: Ed. Universitária Santa Úrsula, 1994. 134p.

ALGERI, Alessandra. **Implantação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes em uma propriedade rural**. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2015.

ALGERI, Alessandra; MEES, Juliana R. B. **Cartilha para Construção de Estação de Tratamento Por Zonas de Raízes**. [S.l.]. 2015.

AMADEU, I. E. C; MELO, E. D. O paisagismo em Wetlands Construídos. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, 2021. v.12, n.9, p.349-362.

Araceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB609342>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ARIAS, C. A; BRIX, H. Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. **Revista Ciência e Ingeniería Neogranadina**, Bogotá, 2003. v.13, p. 17-24.

BARROS, Gilvana Cristina de. **Estudo fitoquímico e avaliações da toxicidade aguda e atividades biológicas da raiz do vetiver (Vetiveria zizanioides L. Nash)**. Goiânia, 2013.

BANANEIRA-ORNAMENTAL – HELICONIA ROSTRATA. In USP, Jardim da botânica. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicausprp/bananeira-ornamental-heliconia-rostrata/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

Biazão, Thalita Colombo. **Utilização de Echinochloa polystachya (Kunth) Hitchc. (Poaceae) na fitorremediação de solo contaminado com petróleo / Thalita Colombo Biazão**. – Curitiba, 2012.

BIOREDE, Biorede. **Zantedeschia aethiopica (L.) Spreng**. [S. l.], [S. l.]. Disponível em: <http://www.biorede.pt/page.asp?id=480>. Acesso em: 25 maio 2024.

BRAGA, CRISTINA. **Papiro do Egito – Cyperus papyrus**. [S. l.], 2018. Disponível em: https://www.floresefolhagens.com.br/papiro-do-egito-cyperus-papyrus/#google_vignette. Acesso em: 16 maio 2024.

BRAGA, K.A.S *et al.* **Influência das condições de cultivo sobre a produção de óleo essencial do capim citronela (*Cymbopogon nardus*)**, Rua José Lourenço Kelmer, S/N, Bairro São Pedro, Juiz de Fora/MG-, v. 1, p. 49-59, 1 jun. 2020. Disponível em: <https://revistacientifica.crfmg.emnuvens.com.br/crfmg/article/view/59/27>. Acesso em: 20 abr. 2024.

BRAGA, J.M.A. **Heliconiaceae in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB23284>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

CALIJURI, M. L. et al. **Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes**. Engenharia Sanitária Ambiental. [S.l.], p. v.14, n.3, 421-430. 2009.

CANA-DA-ÍNDIA – **Canna indica**. In USP, Jardim da botânica. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicausprp/cana-da-india-canna-indica/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

Capim-Cidrao – **Cymbopogon citratus**. In USP, Jardim da botânica. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicausprp/capim-cidrao-cymbopogon-citratus/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

CHAVES, Tiago de Andrade. ANDRADE, Aluísio Granato de. **Capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides*): Produção de mudas e uso no controle da erosão e na recuperação de áreas degradadas**. Niterói. Programa Rio Rural, 2013.

CÁSPAR, Isabella Eunice Soares. **O Paisagismo em Wetlands Construídos**. Universidade Vale do Rio Verde. Três Corações. 2020.

CERVI, A.C et al. **Aquatic macrophytes at General Carneiro, Parana State, Brazil**. **Biota Neotrop.** [S.l.], p. <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n3/en/abstract?inventory+bn00409032009>.

CORREA, LEONARDO. **Cyperus giganteus – papiro gigante**. [S. l.], 2021. Disponível em: https://biologiadapaisagem.com.br/2022/01/22/cyperus-giganteus-papiro-gigante/#google_vignette. Acesso em: 24 maio 2024.

CUNHA, Bruna S. **Utilização de Biossorventes Alternativos na Remoção de Corantes Têxteis**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná). Medianeira, p. 63. 2014.

CUNHA, Diego O.; MERLIM, Rodolpho L.; JUNIOR, Ely S. O uso do tratamento de esgoto sustentável: o estado da arte das wetlands. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, 31 Agosto 2018. v. 10, n. 2, p. p143-163.

DAFLON, Taciana D. M. et al. O USO DA CITRONELA NO CONTROLE DA DENGUE: REVISÃO. **Saúde Meio Ambiente**, 15 jun 2021. v. 10, p. 170-182.

DELFINI, C.; ZULOAGA, F.O. **Echinochloa in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB13188>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

DELOGO, Marilson C. E. A. Construção e análise de eficiência de uma estação de tratamento de efluentes por zona de raízes (etezr). **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2017. 1-8.

DEMARCO, CAROLINA F. **SELEÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS COM POTENCIAL DE FITORREMEDIÇÃO NO ARROIO SANTA BÁRBARA**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas. PELOTAS, p. 52. 2016.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino; LOPES, Monyck Jeane dos Santos. **Echinochloa polystachya Canarana-verdadeira**, [S. l.], n. 5, p. 965-970, [S. l.]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1144621/1/Plantas-para-o-Futuro-Norte-966-971.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2024.

DURIGAN, G. ; BAITELLO, J. B. ; FRANCO, G. A. D. C. ; SIQUEIRA, M. F. . **Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. 475 p.

ESTATÍSTICAS TRATA BRASIL. **TRATA BRASIL**, 2022. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/>>. Acesso em: 1 nov 2023.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**.

FABRIN, T. M C. **Principais espécies de macrófitas aquáticas utilizadas no tratamento de esgoto sanitário**. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, p. 24. 2015.

FITOTERAPIA BRASIL. **Cymbopogon citratus (DC.) Stapf Capim-cidreira, capim-santo, capim-limão e capim-cidrô**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://fitoterapiabrasil.com.br/planta-medicinal/cymbopogon-citratus>. Acesso em: 20 abr. 2024.

FLORA CAMPESTRE. *Typha domingensis*. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/floracampestre/typha-domingensis-taboa/>. Acesso em: 18 jun. 2024.

FLORA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA. **Cyperus giganteus**. Disponível em: https://floradigital.ufsc.br/open_sp.php?img=9776. Acesso em: 2 set. 2024.

FLORA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA. **Heliconia rostrata Ruiz & Pav.** Disponível em: https://floradigital.ufsc.br/open_sp.php?img=24094. Acesso em: 2 set. 2024.

FLORA FAUNA WEB. **Cymbopogon nardus (L.) Rendle Family Name: Poaceae (Gramineae)**. [S. I.], 2023. Disponível em: <https://www.nparks.gov.sg/florafauanaweb/flora/3/8/3891>. Acesso em: 24 maio 2024.

HELICONIA rostrata: **como cultivar a espécie que atrai beija-flores**. 5. ed. [S. I.], 3 mar. 2023. Disponível em: <https://revistacasaejardim.globo.com/paisagismo/noticia/2023/02/heliconia-rostrata-como-cultivar-a-especie-que-atrai-beija-flores.ghtml>. Acesso em: 6 jun. 2024.

HORTO DIDÁTICO DE PLANTAS MEDICINAIS DO HU/CCS. **CAPIM-LIMÃO**. [S. I.], 5 maio 2024. Disponível em: <https://hortodidatico.ufsc.br/capim-limao/>. Acesso em: 27 abr. 2024.

INSTITUTO HÓRUS. **Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras, 2022**. Disponível em: <https://institutohorus.org.br/>. Acesso em: 04 maio 2024.

INATURALIST. Typha latifolia. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/taxa/48685-Typha-latifoliaTabua-de-Folha-Larga>. Acesso em: 2 set. 2024.

JARDIM DA BOTANICA USP. **Cana-da-índia – Canna indica**. [S. I.], 2013. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicauspr/cana-da-india-canna-indica/>. Acesso em: 27 abr. 2024.

LADY BIRD JOHNSON WILDFLOWER CENTER'S. **Canna glauca L. Water Canna, Louisiana Canna, Maraca Amarilla Cannaceae (Canna Family)**. [S. I.], 2013. Disponível em: https://www.wildflower.org/gallery/result.php?id_image=40061. Acesso em: 27 abr. 2024.

LAMEGO, FABIANE PINTO; VIDAL, RIBAS ANTONIO. FITORREMEDIAÇÃO: PLANTAS COMO AGENTES. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, 2017. v. 17, p. 9-18.

LICHESKI, KLEBER JOSÉ. **PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Monografia (Especialização em Construções. Curitiba, p. 69. 2018.

LÍRIO-DA-PAZ – **SPATHIPHYLLUM WALLISII**. In USP, Jardim da botânica. Disponível em: <https://sites.usp.br/jardimdabotanicauspr/lirio-da-paz-spathiphyllum-wallisii/>. Acesso em: 26 fev. 2024

LOHMANN, Gabriele. **Caracterização de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes utilizando variáveis abióticas e microbiológicas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p. 93. 2011.

MARACÁ (*Canna glauca*) – **Uma ótima espécie para jardins biofiltrantes.** Nova Odessa - SP, 2024. Disponível em: <https://www.plantarum.org.br/2024/03/20/maraca-canna-glauca-uma-otima-especie-para-jardins-biofiltrantes/>. Acesso em: 25 maio 2024.

MARCHESI, Matheus D. T. **Remoção de matéria orgânica, nutrientes e antibióticos em esgotos domésticos por wetlands construídas de fluxo vertical.** Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, p. 81. 2020.

Matzenauer, W.; Pereira-Silva, L.; Hefler, S.M. **Cyperus in Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB25409>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

Matzenauer, W.; Pereira-Silva, L.; Hefler, S.M. **Cyperus in Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB17163>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

Mayo, S.J. **Spathiphyllum in Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB609336>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

NORTE, Ana Carolina Cunha; ZANELLA, Luciano ; ALVES, Wolney Castilho. **ESPÉCIES VEGETAIS COM POTENCIAL ORNAMENTAL PARA UTILIZAÇÃO EM WETLANDS CONSTRUÍDOS. 2º Simpósio Brasileiro sobre Wetlands Construídos** , Curitiba, 11 a 13 Junho 2015.

OLIVEIRA, Danielle Martins Cassiano de; COSTANZI, Ricardo Nagamine. **Wetlands construídos para o tratamento de água cinza. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Belo Horizonte, 24 a 27 Novembro 2014.

Paiva, G.C.P.; Matos, A.M.d.M.V.; Lourenço, A.R.; Bove, C.P. **Typhaceae in Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15033>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

PATRO, Raquel. **COPO-DE-LEITE: Zantedeschia aethiopica. In: COPO-DE-LEITE Zantedeschia aethiopica.** [S. l.], 15 maio 2020. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/copo-de-leite-zantedeschia-aethiopica.html>. Acesso em: 27 fev. 2024.

PATRO, RAQUEL. **Cyperus giganteus – papiro gigante.** [S. l.], 16 maio 2020. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/papiro-brasileiro-cyperus-giganteus.html>. Acesso em: 25 abr. 2024.

PATRO, Raquel. **TABOA Typha domingensis.** [S. l.], 2 nov. 2023. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/taboa-typha-domingensis.html>. Acesso em: 13 maio 2024.

POMINI, M. **Avaliação de macrófitas aquáticas cultivadas em efluente contaminado com cromo VI.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado

em Engenharia Ambiental). – Curso de Engenharia Ambiental –Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, p. 54. 2019.

QUEGE, K. E; ALMEIDA, R. de A; UCKER, F. E. **Utilização de plantas de bambu no tratamento de esgoto sanitário pelo sistema de alagados construídos.** Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental, 2013. 10(10), 2069–2080. <https://doi.org/10.5902/223611707440>.

RAFI, Mohamad et al. Feasibility of near-infrared spectroscopy and chemometrics analysis for discrimination of *Cymbopogon nardus* from *Cymbopogon citratus*. *Arabian Journal of Chemistry*, 2022. 1-6.

RIBEIRO, André Luis V. E. A. **Contribuição da macrófita aquática eichhornia crassipes na remoção de nitrogênio amoniacal de efluentes sanitários.** Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental, 2019. v. 8, n. 3, p. 215-234.

RIBEIRO, Márcia de Nazaré Oliveira. **Multiplificação in vitro de copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.)** / Márcia de Nazaré Oliveira Ribeiro. – Lavras: UFLA, 2007.

RODRIGUES, TATIANE MARIA; MACHADO, SILVIA RODRIGUES. **Anatomia comparada do pulvino prim-rio de leguminosas com diferentes velocidades de movimento foliar,** [S. l.], p. 709-719, 23 nov. 2006.

SABEI, Thayze R. **A inserção da educação ambiental não formal no processo de implantação de saneamento ambiental na comunidade rural colônia Mergulhão.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) Programa de Pós-graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p. 94. 2015.

SANDOVAL, L et al. **Role of wetland plants and use of ornamental flowering plants in constructed wetlands for wastewater treatment: a review.** Applied Sciences, 2019. v.9, p.685.

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE (SMAC) DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO 554. **lista Plantas consideradas invasoras pela SMAC RJ (2014), 2014.** Disponível em: <<https://arquivflora.rio/atributos/lista-i/invasoras-smac-rj-2014/>>. Acesso em: 04 Maio 2024.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. **Cyperus giganteus – papiro gigante.** [S. l.], 2024. Disponível em: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/276657>. Acesso em: 13 abr. 2024.

THE BRAZILIAN PLANTFINDER. **HELICONIA ROSTRATA: HELICÔNIA – HELICONIA ROSTRATA RUIZ & PAV.** [S. l.], 2024. Disponível em: <https://revistacasaejardim.globo.com/paisagismo/noticia/2023/02/heliconia-rostrata-como-cultivar-a-especie-que-atrai-beija-flores.ghtml>. Acesso em: 6 jun. 2024.

THE WORD FLORA ONLINE. **Typha latifolia L.** [S. l.], 24 nov. 2023. Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000595260>. Acesso em: 15 abr. 2024.

TORRES, Iago R. **Potencial fitorremediador do alecrim do campo (BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA) em rejeitos da mineração de ferro no solo do poder da Samarco.** Trabalho Final de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2023.

UCKER, F. E; ALMEIDA, R. A; KEMERICH, P. D. C. **Remoção de nitrogênio e fósforo do esgoto sanitário em um sistema de alagados construídos utilizando o capim vetiver.** Ambi-Agua. Taubaté, p. v. 7, n. 3, p. 87-98. 2012. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.925>)).

UTAD, JARDIM BOTÂNICO. **Cyperus papyrus L.** [S. l.], 2024. Disponível em: https://jb.utad.pt/especie/Cyperus_papyrus. Acesso em: 21 maio 2024.

UTAD, JARDIM BOTÂNICO. **Typha latifolia L.** [S. l.], 2024. Disponível em: https://jb.utad.pt/especie/Typha_latifolia. Acesso em: 13 abr. 2024.

UTAD, JARDIM BOTÂNICO. **Zantedeschia aethiopica (L.) Spreng.** [S. l.], 2024. Disponível em: https://jb.utad.pt/especie/Zantedeschia_aethiopica. Acesso em: 25 maio 2024.

VYMAZAL, Jan. **Mergent Plants Used In Free Water Surface Constructed Wetlands: A Review.** Ecological Engineering, 2013. v. 61, p. 582 - 592.

WORLD FLORA ONLINE. **Cymbopogon citratus (DC.) Stapf.** Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000860954>. Acesso em: 2 set. 2024.

WORLD FLORA ONLINE. **Cymbopogon nardus (L.) Rendle.** Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000861056>. Acesso em: 2 set. 2024.

WORLD FLORA ONLINE. **Cyperus papyrus L.** Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000379135>. Acesso em: 2 set. 2024.

WORLD FLORA ONLINE. **Cyperus giganteus Vahl.** Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000374009>. Acesso em: 2 set. 2024.

WORLD FLORA ONLINE. **Heliconia rostrata Ruiz & Pav.** Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000438784>. Acesso em: 2 set. 2024.

WORLD FLORA ONLINE. **Typha domingensis Pers.** Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000594910>. Acesso em: 2 set. 2024.

WORLD FLORA ONLINE. *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng. Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000335148>. Acesso em: 2 set. 2024