



Pag. 1

DESCRIPTIVO DO POLIMENTO DE ÁGUAS DIFUSAS RIACHO PAGEÚ ATRAVÉS DE SISTEMAS DE ALAGADOS CONSTRUÍDOS (SACs) E SISTEMAS DE ALAGADOS NATURAIS (SANS) - Revisão 03

I – SITUAÇÃO

A Bacia Hídrica do Riacho Pageú – Sobral - CE, possui sistema residencial de coleta de esgotos direcionados para Estações Elevatórias, que os conduzem para Estações de Tratamento de Esgotos; apesar disso, existem inúmeros domicílios que não estão interligados a rede e ou que através de ligações clandestinas lançam seus efluentes e águas servidas a rede pluvial, que os encaminha para o Riacho Pageú e ou por vezes ocorrem panes nas Estações Elevatórias que incorre no escoamento dos efluentes para o Riacho Pageú.

Face a esse quadro, o Riacho Pageú, originalmente um córrego de fluxo intermitente, pois só possuía água nos meses de chuva; com o desenvolvimento de Sobral e com o abastecimento domiciliar de água e conseqüente produção de efluentes e águas servidas, tornou-se perene, escoando assim, durante todo o ano, com carga constante de Águas Servidas.

Essas águas, apresentam alta concentração de elementos poluentes, que podem ser medidos por diversos parâmetros, entre eles a DBO, Demanda Bioquímica de Oxigênio, que reflete a quantidade de Oxigênio necessária para oxidar (queimar/ transformar) biologicamente todos os elementos orgânicos dissolvidos nas Águas Servidas, tornando-os minerais. Á seguir, resultado da concentração de DBO, em coleta no Riacho Pageú em 11 de janeiro de 2018, junto à sua chegada no Parque da Cidade.



Pag. 2



ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 0191 - E/18/GECCO



INTERESSADO – SAAE de Sobral
TIPO DE AMOSTRA – Corpo receptor
PONTO DE AMOSTRAGEM – Ponto 1 – Av. do Contorno em frente ao Supermercado Lagoa.
DATA/HORA DA COLETA – 11/01/2018 às 08:20h
ENTRADA NO LABORATÓRIO – 11/01/2018 às 13:50h
CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS – Não
RESPONSÁVEL PELA COLETA – Carlos Sá

PARÂMETRO	RESULTADO	UNIDADE	METODOLOGIA DA ANÁLISE
DBO	329,12	mg O ₂ /L	Titrimetria

Obs.: As metodologias utilizadas nas análises são baseadas no *Standard Methods*. Os resultados desta análise limitam-se a amostra analisada, não podendo este laudo ser reproduzido completa ou parcialmente sem a prévia autorização da CAGECE, nem utilizado para fins comerciais.

Fortaleza, 23 de Janeiro de 2018.

Fonte: SAAE Sobral – Carlos Sá

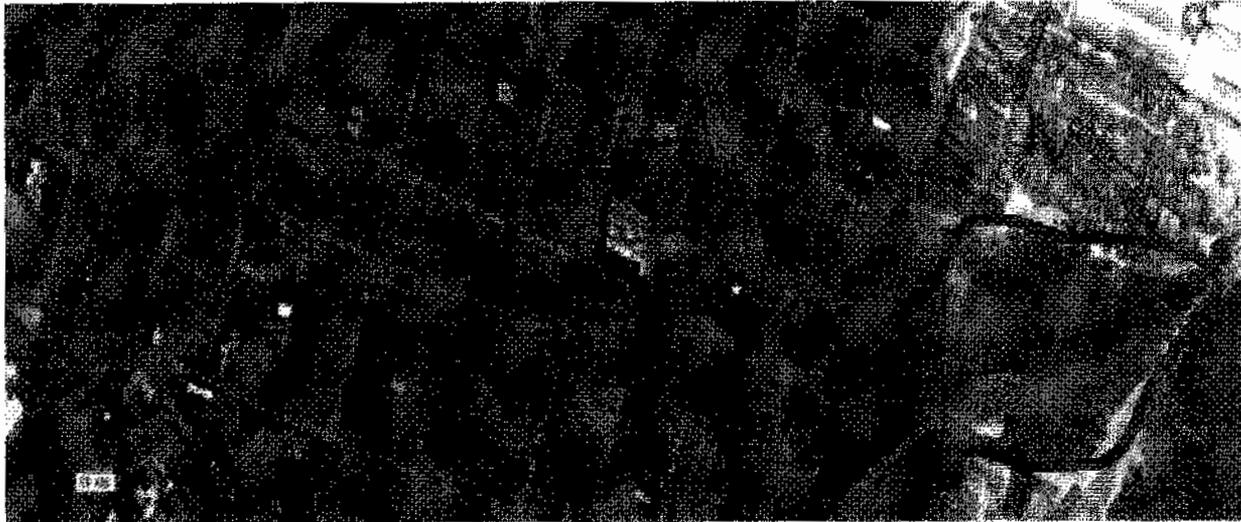
A Resolução CONAMA 357/2005 – Secção II – Artigo 14º, dispõe que:
h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

Ou seja, a carga de DBO do Riacho Pageú, está 110 vezes mais alto que deveria.

Paralelo á esse quadro, devido à baixa declividade de seu curso, ocorreu sedimentação de materiais pesados (areia e silte), oriundos de processos erosivos á montante, bem como o desenvolvimento de vegetação (capins perenes); esses três fatores corroboram para que os contaminantes presentes nessas águas desenvolvam processos de anaerobismo e como a lâmina de água é bastante fina, há o desprendimento de gases, como Gás Sulfídrico (H²S), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Amônia (NH³), entre outros, que além de tóxicos, causam odores desagradáveis.

Ao longo do Riacho Pageú, inseridos em sua APP, criou-se o Parque da Cidade e outros estão sendo construídos e ou em fase de projeto, á jusante.

Sítio das Flores - Estrada do Rio Acima – Bairro do Engenho – Miracatú – S.P.
0XX11 982599547 - 0XX1298142014



Domínios do Riacho Pageú, entre Parque da Cidade e Parque Pageú

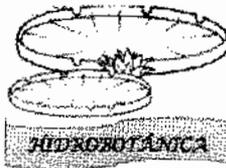
O Parque da Cidade, conta com diversas estruturas de uso público comum, como play ground, academia de ginástica ao ar livre, quiosques, pista de bicicross, cooper, palco para shows e apresentações musicais, quadras de esportes, etc.; que apesar de bem dimensionadas e construídas, estão em processo de subutilização.

O fator principal gerador da subutilização se relaciona aos desagradáveis odores gerados pelo Riacho, que impedem a permanência de pessoas durante muito tempo, junto à sua orla.

Outro elemento importante a pontuar, se refere a estrutura verde, composta basicamente de árvores pontuadas, pertencentes em sua maioria ao gênero botânico *Mellia* e *Caesalpineia*. Os elementos arbustivos e de forração, se mostram com alguma representatividade apenas no período de inverno, estando no restante do ano com aspecto seco, predominando a cor branco acinzentado da vegetação, fator que não estimula a presença de pessoas nas suas margens. A parte verde, resume-se aos capins que povoam o leito úmido do Riacho.

Assim, os objetivos desse trabalho, se compõem em criar condições para o uso e desenvolvimento de diversas atividades na orla do Riacho e em seus Parques, tornando o ambiente agradável; não pode ser esquecido que o Polimento das Águas Servidas, trará vantagens não só a vivência próxima ao Riacho, mas também





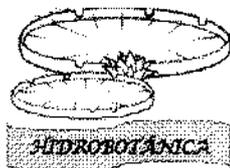
Pag. 4

proporcionará tratamento dos parâmetros que determinam a qualidade das águas, uma vez que a Jusante dos Parques, há diversos sistemas de captação de água para abastecimento humano, de Sobral e de outros municípios, que se beneficiarão diretamente desse projeto, pois se quebrará ao menos em parte o interminável círculo "receoso". ***"De se jogar efluentes no poço d'água e beber dessa água"***.

Isto posto, o método a ser utilizado no tratamento de polimento das águas servidas, deve respeitar alguns conceitos e fatores que elencamos abaixo:

- 1 – Deve respeitar o princípio de ser uma Solução Baseada na Natureza.**
- 2 – Ter baixo custo de implantação.**
- 3 – Ter baixo custo de manutenção, a manutenção deve ser equivalente àquela de uma área gramada.**
- 4 – Ter baixo impacto ambiental para implantação;**
- 5 - Ter grande interface ambiental;**
- 6 – Minimizar bombeamento e gastos com energia elétrica;**
- 7 – Ter alta eficiência na remoção de Sólidos, Bases Nitrogenadas, Fosfatadas e POPs, do Riacho Pageú, com melhorias físico químicas nas Lagoas Pageú e da Fazenda.**
- 8 – Aproveitar áreas naturais sem impactá-las,**
- 9 – Aproveitar áreas remanescentes e/ou degradadas;**
- 10 – Não gerar conflitos de desapropriação de áreas,**
- 11 – Necessitar de estruturas mínimas de coleta e captação de efluentes (redes),**
- 12 – Atender requisitos de engajamento da comunidade, como a geração de ocupação e renda,**
- 13 – Poder ser implantado em área de mananciais.**
- 14 – Deve servir como sistema tampão para minimizar e ou postergar temporalmente eventuais acidentes com produtos químicos diversos quando em circulação pela malha viária.**
- 15 – Alta potencialidade como ferramenta para Educação para o Ambiente.**
- 16 – Diminuir odores na orla do Riacho Pageú, e Lagoas do Pageú e da Fazenda.**
- 17 – Diminuir assoreamento das Lagoas a Jusante.**
- 18 – Deve criar beleza cênica.**





19 – Deve trabalhar a favor de Bioimagem.

II – CONCEITUAÇÃO BÁSICA

A solução para o tratamento de **Polimento das Águas Servidas** que desaguam no Riacho Pageú, **requer assim Tecnologia ligada à Solução Baseada na Natureza, de baixo impacto, que se integre ao ambiente natural/urbano, que não requeira grandes estruturas de bombeamento, que não requeira manutenção sistemática e que sejam de fácil construção.**

A tecnologia de **Biorremediação**, que mais se adapta ao conjunto desses fatores limitantes é a do **Sistemas Wetlands**, também conhecidos como **Jardins Filtrantes, Zonas de Raízes, Filtros Plantados ou Sistemas de Alagados, Construídos e ou Naturais**, sendo estas duas últimas as sinônimas que adotaremos no discorrer do projeto.

Os **Sistemas de Alagados Construídos (SACs) e os Sistemas de Alagados Naturais (SANS)**, foram concebidos, através do entendimento que o Homem obteve dos processos que naturalmente ocorrem em Áreas Molhadas, quer sejam brejos, alagados, igarapés, mangues, aningais, etc.

Desde o século XVII, os sábios e alquimistas, buscavam entender esses processos naturais e como tirar vantagens deles para resolver os problemas relativos ao tratamento das águas. Os processos só se tornaram científicos quando pesquisadores da Alemanha, França e Inglaterra sistematizaram os dados e informações. O marco de transmutação do processo empírico para o científico deu-se com a Limnóloga Kathe Seidel, pesquisadora do Instituto Max Planck, que sistematizou as informações como um Sistema Tecnológico Hidrobotânico.

No Brasil, as pesquisas iniciaram-se com o Engenheiro Agrônomo Enéas Salati, e com os projetos desenvolvidos pela EPAGRI de Santa Catarina, ambos na década de 1980. Em meados de 2010, instalou-se no Brasil a empresa Phytorestore Brasil, braço da francesa Phytorestore, sob a tutela técnica e visionário do Arquiteto paisagista Thyerry Jacquet, que licenciou diversos projetos junto aos órgãos ambientais no Brasil, entre eles CETESB e FUNASA.





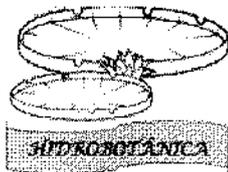
Nos estados do Sul e do Sudeste existem diversos projetos implantados em funcionamento, alguns com trinta anos de vida útil.

Em Sobral, existe um pequeno SACs que opera a três anos, junto à Ecofarm da empresa Mãe Rainha Urbanismo, no Bairro Marrecas, que tem por objetivo realizar o polimento das Águas Servidas oriundas da lagoa primária da Cageçê; para uso em sistema de irrigação e criação de organismos aquáticos.

Sperling, ordenou e comparou os diversos tipos de tratamentos de efluentes, em relação aos seus parâmetros principais, DBO, DQO, Sólidos Solúveis, Nitrogênio Total, Fósforo Total e Coliformes Fecais, como se apresenta no quadro abaixo, por exemplo, a eficiência de um SACs (Wetland), se compara a de um Reator UASB seguido de um sistema de Lodos Ativados;

Sistema	Eficiência média de remoção (%)					
	DBO	DQO	SS	N _{total}	P _{total}	CF
Lagoa facultativa	75-85	65-80	70-80	<60	<35	90-99
Lagoa anaeróbia - lagoa facultativa	75-85	65-80	70-80	<60	<35	90-99
Lagoa aerada facultativa	75-85	65-80	70-80	<30	<35	90-99
Lagoa aerada mistura completa - lagoa sedimentação	75-85	65-80	80-87	<30	<35	90-99
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa de maturação	80-89	70-82	73-83	50-65	>50	90,0-99,999
Infiltração lenta	90-99	85-95	>93	>75	>85	99,0-99,999
Infiltração rápida	85-98	80-93	>93	>65	>50	99,99-99,999
Escoamento superficial	80-90	75-85	80-93	<65	<35	99-99,9
Wetlands	80-90	75-85	87-93	<60	<35	99,9-99,99
Plano séptico - lagoa anaeróbia	80-85	70-80	80-90	<60	<35	90-99
Reator UASB	60-75	55-70	65-80	<60	<35	>90
UASB + lodos ativados	83-93	75-88	87-93	<60	<35	90-99
UASB + filtro anaeróbio	75-87	70-80	80-90	<60	<35	90-99
UASB + filtro biológico percolador de alta carga	80-93	73-88	87-93	<60	<35	90-99
UASB + biofiltro aerado submerso	83-93	75-88	87-93	<60	<35	90-99
UASB + flotação por ar dissolvido	83-93	83-90	90-97	<30	75-88	90-99
UASB + lagoa aerada facultativa	75-85	65-80	70-80	<30	<30	90-99
UASB + escoamento superficial	77-90	70-85	80-93	<85	<35	99-99,9
UASB + lagoas de polimento	77-87	70-85	73-83	50-65	>50	99,9-99,999
Lodos ativados convencional	85-93	80-90	87-93	<60	<35	90-99
Lodos ativados - aeração prolongada	90-97	83-93	87-93	<60	<35	90-99
Filtro biológico percolador de baixa carga	85-93	80-90	87-93	<60	<35	90-99
Filtro biológico percolador de alta carga	80-90	70-87	87-93	<60	<35	90-99
Biodisco	88-95	83-99	87-93	<60	<35	90-99



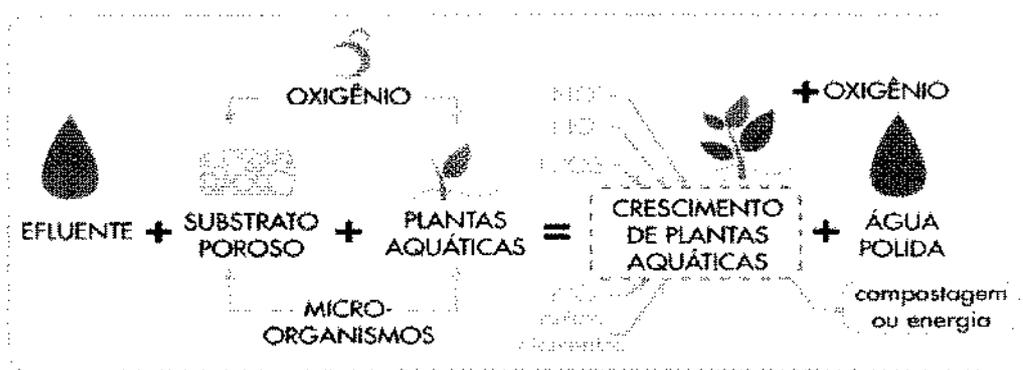


III – TIPOS DE TRATAMENTOS - TECNOLOGIAS

1 – SISTEMAS DE ALAGADOS CONSTRUÍDOS – SACs

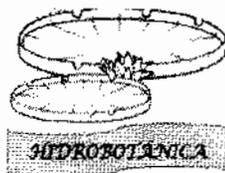
1.1 – DEFINIÇÃO

De forma simplista, SACs são áreas escavadas em terreno natural e/ou sobre aterros, impermeabilizadas e preenchidas com substrato poroso visando formar o ALAGADO CONSTRUÍDO onde as espécies vegetais serão introduzidas. Neste alagado e através do meio poroso que o preenche; o efluente-percorre toda a sua extensão lentamente (fluxo lântico), proporcionando Tempo de Detenção Hídrica - TDH adequado e satisfatório para o desenvolvimento de diversos tipos de microorganismos (aeróbicos e anaeróbicos) junto às raízes – rizosfera, onde se realizará a transformação dos elementos orgânicos e inorgânicos existentes no efluente. As plantas, para formarem sua estrutura física, além de retirarem do meio os elementos químicos transformados em minerais pelos microorganismos, ainda devolvem ao meio aquático oxigênio que, responderá por boa parcela da oxidação dos elementos contaminantes, gerando assim o desejado polimento das águas servidas.



A degradação ambiental dos poluentes, ocorre em diversos ambientes, segundo Sperling (2005), *esse tipo de degradação ambiental ocorre também em Rios, mas devido a certos fatores desfavoráveis para o crescimento de algas, como turbidez e elevada velocidade de fluxo, esse fenômeno torna-se menos frequente nesse tipo de corpo hídrico, sendo mais comum em lagos e represas.* Ainda segundo Philippi & Sezerino (2004), *desde o início do século XX, os banhados naturais têm sido utilizados*





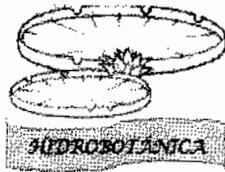
como ponto de lançamento para o tratamento de esgotos, porém sua aplicação com base tecnológica se deu de fato durante a década de 70 nos Estados Unidos.

É importante lembrar que os atuais sistemas de tratamento de águas residuárias apresentam baixa eficiência de remoção de Nitrogênio e Fósforo. Os sistemas de Lodos Ativados podem exercer essa função parcialmente no que se refere à remoção apenas de N, todavia, é demandado grandes recursos para tal propósito e que não se justifica para o caso da transformação do Fósforo. Sistemas de Lodos Ativados, tem alta eficiência na remoção de Bases Carbonadas, pois esses processos tecnológicos, foram desenvolvidos na Inglaterra em 1910, momento histórico que tratava apenas fezes, urina e sabão de soda, pois inexistiam ainda os produtos de higiene e limpeza, baseadas em longas cadeias de hidrocarbonetos miscigenadas com Benzenos, Clorados, Fosforados, LAS, POPs, PCPs, TCEs, PCBs e outros aglomerados de letras, que tornam esses elementos mais aceitáveis pelos leigos.



Primeiro filtro de SACs – Em pós tratamento de Efluentes Domésticos – mostrando construção da base – Mairiporã- S.P. -2014





Pag. 9



SACs – Em pós tratamento de Efluentes Domésticos – mostrando colocação da manta de impermeabilização – Mairiporã- S.P. -2014



SACs – Em pós tratamento de Efluentes Domésticos – 45 dias após plantio – Mairiporã- S.P. -2014

Sítio das Flores - Estrada do Rio Acima – Bairro do Engenho – Miracatú – S.P.
0XX11 982599547 - 0XX1298142014

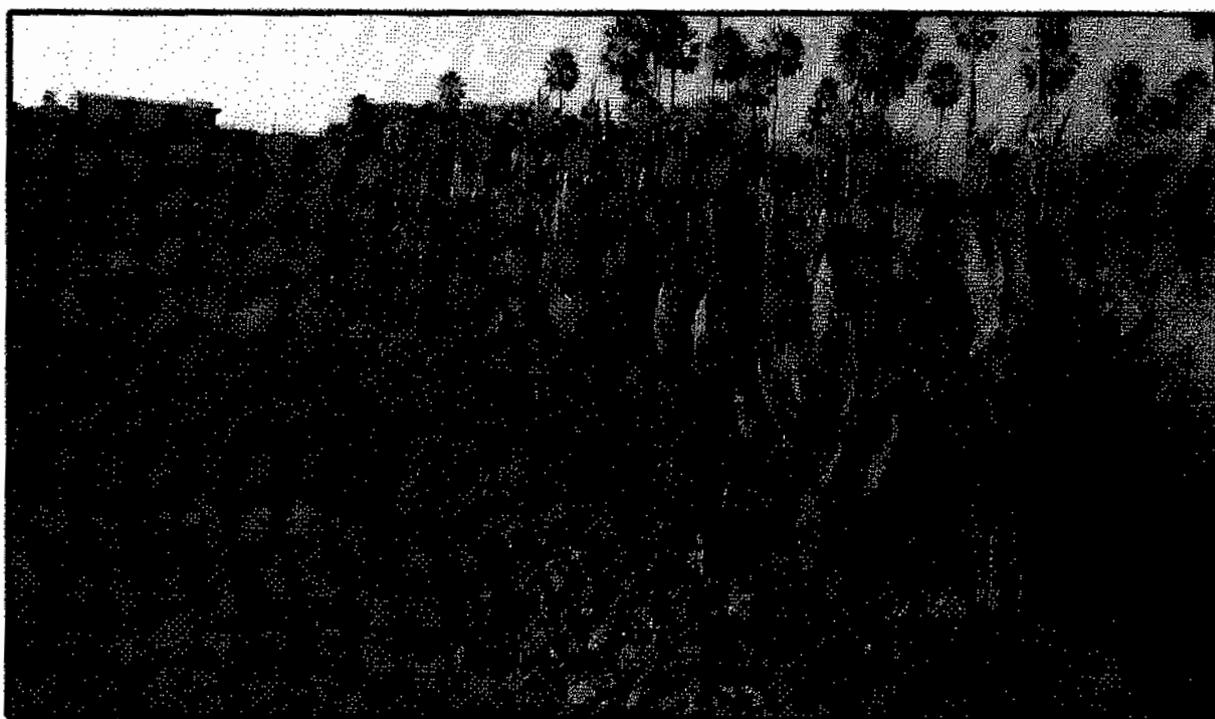




Pag. 10

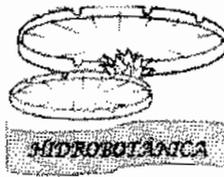


SACS em Funcionamento – Tratamento de Efluentes Industriais – Piracicaba – S.P. – 2007



SACS – Biovaletas em Funcionamento – Polimento Pós Lagoa Facultativa – Sobral – C.E.- 2015

Sítio das Flores - Estrada do Rio Acima – Bairro do Engenho – Miracatú – S.P.
0XX11 982599547 - 0XX1298142014



SACs Para Tratamento de Efluentes Agroindustriais em primeiro plano se observa a Lagoa Final ao fundo, SACs linear – Itatiba – S.P. – 2009

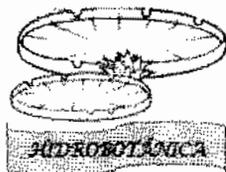
Em suma;

Biofitorremediação = Efluente + Planta + Substrato + Organismos + Fluxo lântico

1.2 – MECANISMOS DE RETIRADA DOS CONTAMINANTES PELOS SACs

O conjunto de mecanismos da retirada/ transformação de contaminantes de um meio aquático, baseia-se no tripé Planta + Substrato + Microorganismos. A ação desse conjunto de atores, a ciência nominou de Fitorremediação.

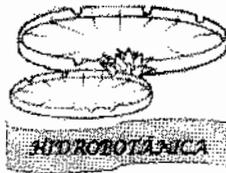
Os SACs são funcionais não apenas pela presença das plantas, mas na interação de processos bióticos e abióticos que envolvem mecanismos de biodegradação, imobilização, quimiodegradação e fotodegradação.



Segundo Andrade et al; "O potencial genotípico, aliado às interações simbióticas com diversos tipos de organismos, permite que determinadas plantas colonizem solos cujas características químicas restringem a presença de outras espécies. Isso ocorre em solos salinos, ácidos, calcários, pobres em nutrientes ou excessivamente ricos em elementos e substâncias químicas como metais tóxicos e diversas substâncias presentes na matéria orgânica em decomposição"... "nos casos em que as plantas representam o principal mecanismo da biorremediação ou quando são essências para desencadear o processo, denomina-se *remediação natural pela vegetação ou fitorremediação natural*". Já segundo Budreckas (2010); "... como não podemos distinguir e separar a participação das plantas e dos microorganismos, o processo deve ser nominado como **Biofitorremediação**".

Assim, a **Biofitorremediação**, é processo biotecnológico engendrado por diversos mecanismos que atuam separadamente e ou em conjunto, dependendo das condições do meio de cada sistema ativo, a saber:

- **Fito transformação** – os contaminantes sofrem transformações físico químicas no interior dos tecidos das plantas ou pela ação de exsudatos destas, transformando-se em formas menos agressivas ao ambiente, normalmente moléculas mais simples.
- **Biofito estimulação** – as plantas estimulam o desenvolvimento de filmes de microorganismos que são responsáveis pela quebra das moléculas.
- **Fito extração** – os vegetais absorvem os elementos para formar seu corpo, sequestrando-os temporariamente. Existem diversas espécies que tem habilidade de fitoextrair metais, inclusive os pesados.
- **Fito transpiração** – o elemento poluente é absorvido pelas raízes e volatilizado por estas ou pelas folhas no processo de evapotranspiração.
- **Fito estabilização** – quando por processos predominantemente físicos pela ionização das proximidades das raízes, os elementos poluentes com cargas iônicas e com baixo peso molecular, ficam aderidos a essa região.
- **Biorizo remediação** – As plantas exsudam junto às raízes substâncias como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos e orgânicos, nucleotídeos, fatores de crescimento, enzimas entre outros, que atuam diretamente na transformação de moléculas, principalmente aquelas de maior peso molecular, como, POPs,



PCPs, TCEs, PCBs. Esses exsudados também promovem condições ideais para o desenvolvimento de microfauna e microflora na região rizosférica.

- **Fito humificação** – quando os contaminantes minerais se transformam novamente em elementos orgânicos e sedimentam na forma de ácidos húmicos.

Para que todas essas transformações ocorram, além das plantas, de substratos, de microorganismos e da adequação dos contaminantes serem aptos a transformação, há um outro fator de extrema importância no processo, este é o fator temporal, o tempo que o efluente permanece retido no sistema, é determinante para que todas essas transformações ocorram, existe uma relação entre o **Tempo de Detenção Hidráulica** do Efluente e a eficiência do tratamento. Assim, o processo de **Biofitorremediação** exige um **fluxo lântico** do efluente, a unidade á que se refere esse fluxo é medido em dias.

Repetindo, podemos definir biofitorremediação como:

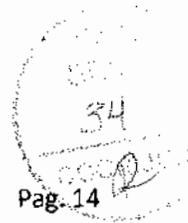
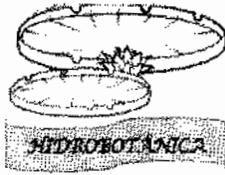
Biofitorremediação = Efluente + Planta + Substrato + Organismos + Fluxo lântico

1.3 – TIPIFICAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS DOS SACs

São diversas as tipificações arquitetônicas de SACs, normalmente compostos de uma ou mais células de tratamento, devidamente estruturadas e dimensionadas para transformar os contaminantes do efluente.

Aos estágios parciais e/ou células de tratamento, deu-se a nomenclatura de tanques ou filtros, podendo estes serem dimensionados com diferentes profundidades, com diferenças no fluxo ou sentido do efluente percorrer o sistema (lâmina superficial, lâmina subsuperficial, vertical, horizontal, aeróbios, anaeróbicos, de fluxo ascendente, de fluxo descendente, etc.). Podem operar com bombeamento, por declividade, por fluxo estático, por fluxo em batelada, por fluxo lântico, por fluxo lótico, etc.

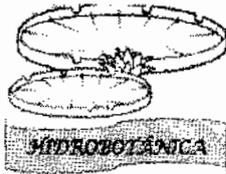




Quanto maior a carga contaminante e maior a diversidade de elementos no efluente, tanto maior a necessidade de estágios parciais e/ou células de tratamento. Por exemplo; para o tratamento de chorume de um aterro sanitário, que apresenta uma gama enorme de parâmetros a serem tratados, lançamos mão de sistemas de circulação em batelada, com lançamentos em filtros locados em série, com fluxos de circulação e recirculação verticais e horizontais, anóxicos e aeróbicos, com lagoas de decantação e esterilização ao final.

Para o estudo em questão do Riacho Pageú, em função do efluente ser **Água Servida** que já passou por fossa séptica e ou percolou/infiltrou por camada de argila e de areia, tendo percorrido considerada distância vertical e/ou horizontal até o ponto de captação, tendo ao longo de todo esse caminhar sofrido transformações químicas e físicas que realizaram as primeiras remediações / transformações, principalmente aquelas relativas às bases nitrogenadas, às grandes cadeias carbonadas e também aos processos de oxirredução; **utilizaremos os SACs de Filtro Horizontal, com Lâmina Subsuperficial de Fluxo Lento com Alto TDH** (Tempo de Detenção Hidráulico). O sistema adotado possui vasta literatura e relatos que ratificam eficiência bastante satisfatória para o tratamento desse tipo de efluente – água servida. Imprescindível é ressaltar a facilidade construtiva, o baixo impacto ambiental, o baixo custo de implantação e manutenção.

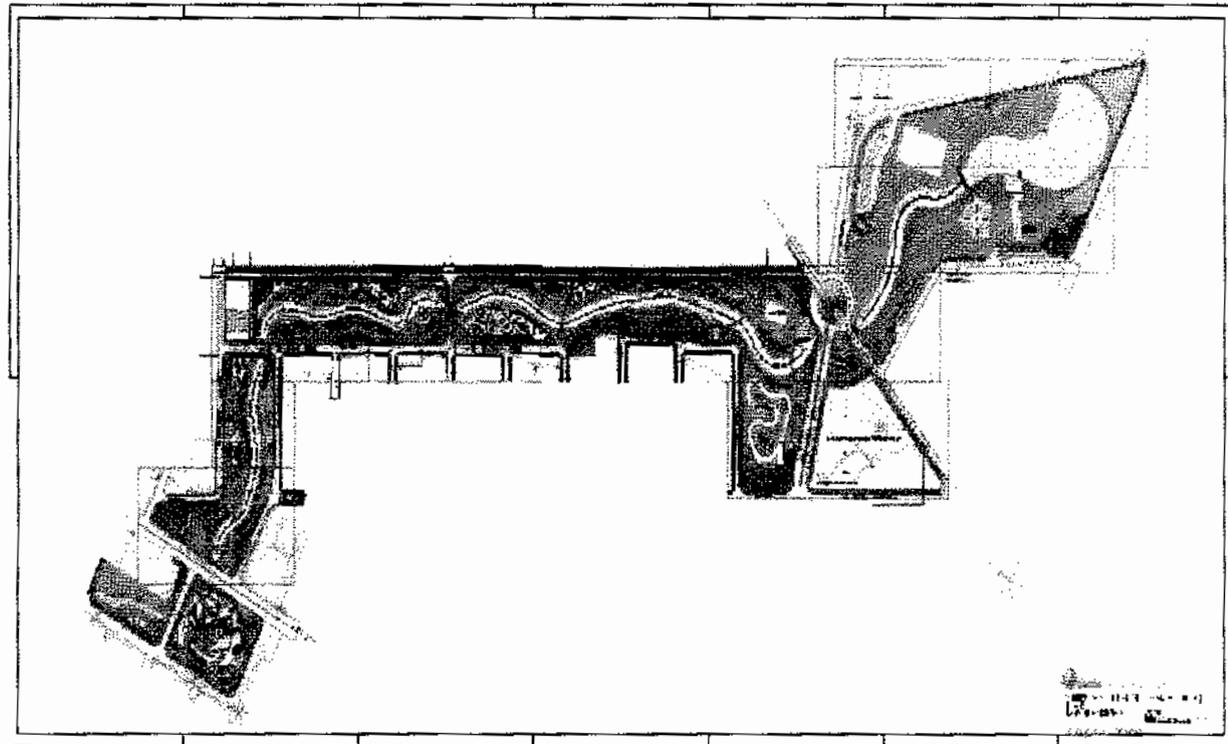
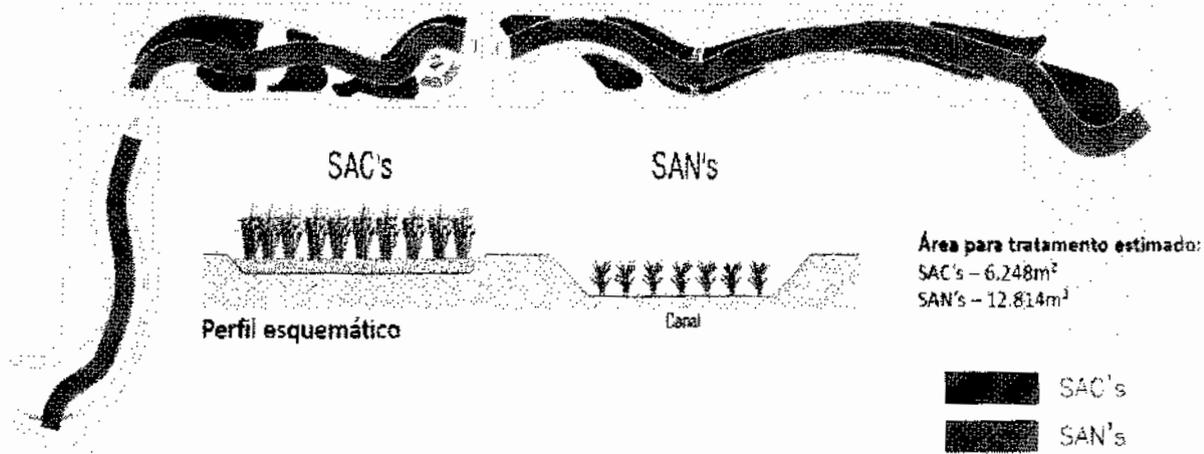
Para a especificidade do projeto e do tratamento a ser empregado de águas servidas que transpõem o prolongamento do Riacho Pageú, estabelecemos como corpo do projeto, a tecnologia de tratamento com **Sistemas de Alagados Construídos (SACs)**, mas devido á características e especificidades intrínsecas locais e visando principalmente redução de impactos ambientais e baixo custo de implantação, esta tecnologia sofrerá variações. Desta forma e ainda possibilitando maximizar o aproveitamento das áreas remanescentes e dos recursos naturais, teremos a sua variação para **Sistemas de Alagados Naturais (SANs)**, com características, processos tecnológicos e eficiência de tratamentos distintos, que serão implantados junto ao Parque Pageú, como tratamento secundário ao que propomos para o Parque da Cidade.



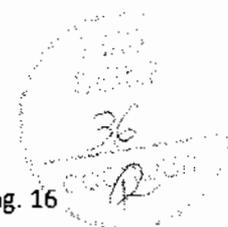
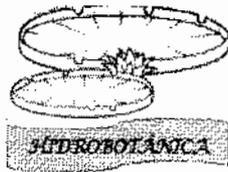
35
R

Para o Riacho Pageú, desenvolvemos o seguinte Plano Geral;

Estudo Conceitual

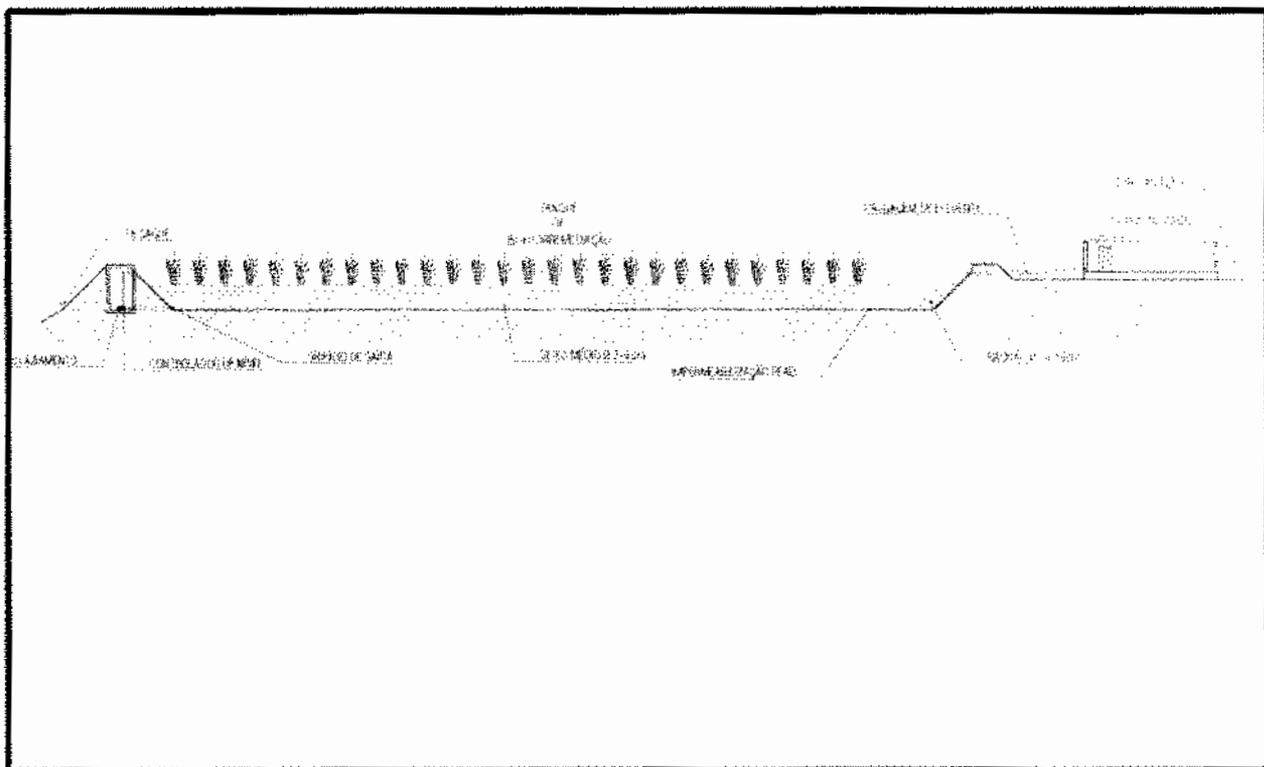


O delineamento geral, concebe, duas linhas de SACs ao longo da margem do Riacho Pageú, sendo as redes de coleta e distribuição das margens direita e esquerda,



independentes entre si. Ao final do Parque da Cidade, as redes de coleta direita e esquerda, se unem e alimentam novos **SACs Horizontais, com Lâmina Subsuperficial de Fluxo Lento com Alto TDH**, que alimentam por sua vez, uma lagoa para realização de tratamento terciário. Em sua extensão (Parque da Cidade e Parque Pageú), o Riacho Pageú, continuará recebendo pequena parcela de efluentes, que serão polidos através de **Sistemas de Alagados Naturais (SANs)**, a ser implantado em toda sua extensão.

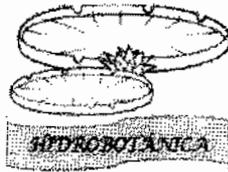
1.4 – SISTEMAS DE ALAGADOS CONSTRUÍDOS - SACs – DE FILTRO HORIZONTAL DE LÂMINA SUBSUPERFICIAL DE FLUXO LÊNICO COM ALTO TDH



1.4.1 – ESTRUTURAS CONSTRUTIVAS

1.4.1.1– Coletor de Água a Ser Polida

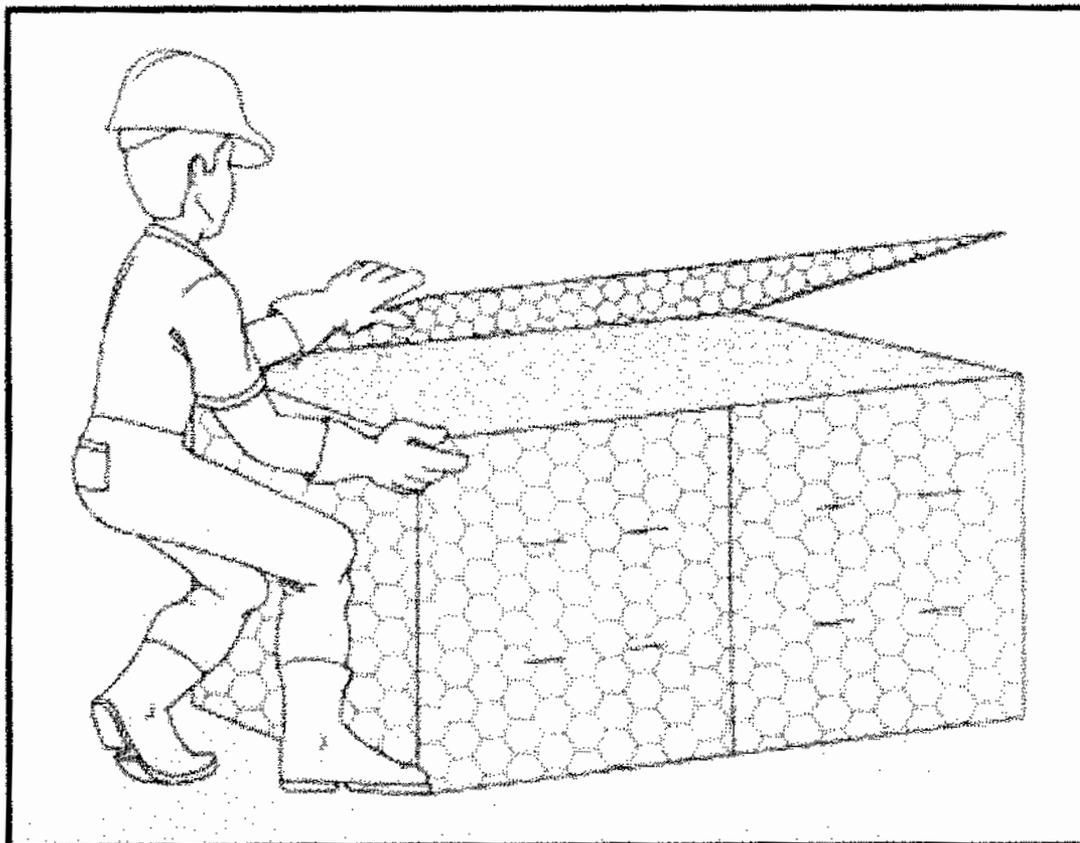




Pag. 17

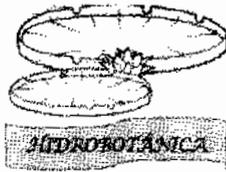
Consiste numa barreira comprida de enrocamento de pedras em Sistema de Gabião, disposto em paralelo ao fluxo do Riacho Pageú, imediatamente após ao desague da tubulação enterrada, na passagem pela Av. Dr. Arimatéia Monte e Silva. No local existe mureta transversal ao fluxo, causando pequeno barramento; esta parede de alvenaria deve ser aumentada para 40 cm de altura.

O sistema de filtragem para impedir a passagem de partículas para o SACs, será composto de estrutura rústica de gabião composto de gaiolas aramadas em liga zincada, com pedras de 8 a 10 cm de diâmetro, arranjadas de forma prismática, que proporcione permeabilidade próxima de 30%. A altura do básica gabião será de 0,50m e a largura de 1,0m, sendo o comprimento delineado em projeto com corte específico.



1.4.1.2 – Caixa de Areia e Gradeamento

Sítio das Flores - Estrada do Rio Acima - Bairro do Engenho - Miracatú - S.P.
0XX11 982599547 - 0XX1298142014



Após a tubulação da Av. Dr. Arimatéia Monte e Silva e antes da parede de retenção em alvenaria, se inserirá caixa de areia, com acesso fundo em alvenaria e acesso a retroescavadeira para que após chuvas fortes seja possível realizar a retirada do material sedimentado. Ainda junto a parede transversal de alvenaria se inserirá grade, com 1,0 m de altura, com barras espaçadas em 5 cm para retenção de material grosseiro. Estas duas estruturas têm por função evitar a deposição de sedimentos e de materiais grossos no leito do Riacho Pageú.

Essa estrutura de sedimentação de areia é de extrema importância, uma vez que a longevidade e a eficiência de um SACs estão diretamente relacionadas com sua taxa de colmatção (clogging) e a areia e outras partículas, são elementos que contribuem em alto grau para essa perda de porosidade, sendo, portanto, elementos extremamente indesejáveis nos SACs.

1.4.1.3 – Tubulação de Adução

O dimensionamento das áreas de secção das tubulações de adução, respeitam as premissas de cálculo individualmente para cada SACs, objetivando gerar fluxo lântico permanente e derivam de rede principal de adução. O material de composição dessa rede, será composta de PVC ou PEAD, sua declividade será delineada em projeto para cada trecho especificamente, assim como o diâmetro. Conforme a tubulação encaminha-se para Jusante, seu diâmetro diminui gradativamente ao longo dos trechos, sendo seu maior diâmetro junto à Av. Dr. Arimatéia Monte e Silva e seu menor diâmetro ocorrerá na adução ao último SACs do Parque da Cidade, próximo à Rua Pedro de Melo.

1.4.1.4 – Caixa de Recepção

Antes da entrada de cada SACs, e junto a tubulação de adução deverá existir caixa de alvenaria, onde se inserirá uma peça em “T” de derivação, no mesmo diâmetro da tubulação de adução; seguida de reduções de diâmetro e de registro de controle de vazão, que se acoplará a canalização de abastecimento do SACs. As dimensões dessa caixa de alvenaria, devem respeitar dimensões suficientes para operação do registro de controle de vazão, assim, cada caixa respeitará projeto específico, uma vez que os registros ficarão em cotas diferentes em função da profundidade da rede de adução.



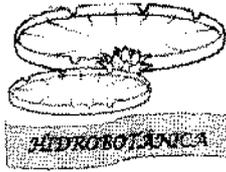
1.4.1.5 – Material de Revestimento e Proteção

Toda a área molhada do SAC, receberá impermeabilização com manta PEAD de espessura mínima de 1mm com vistas a impermeabilização estrutural, evitando que o efluente percole ou infiltre no solo. A impermeabilização se estenderá até a crista do talude do filtro, excedendo-a em pelo menos 50cm para que seja possível realizar sua adequada ancoragem. Sobre a manta de PEAD será lançada manta geotêxtil, com resistência a tração maior ou igual a 7 kN/m. A manta geotêxtil proporcionará proteção mecânica à manta de PEAD, evitando danos mecânicos, em especial quando do lançamento / manuseio do seixo (substrato).

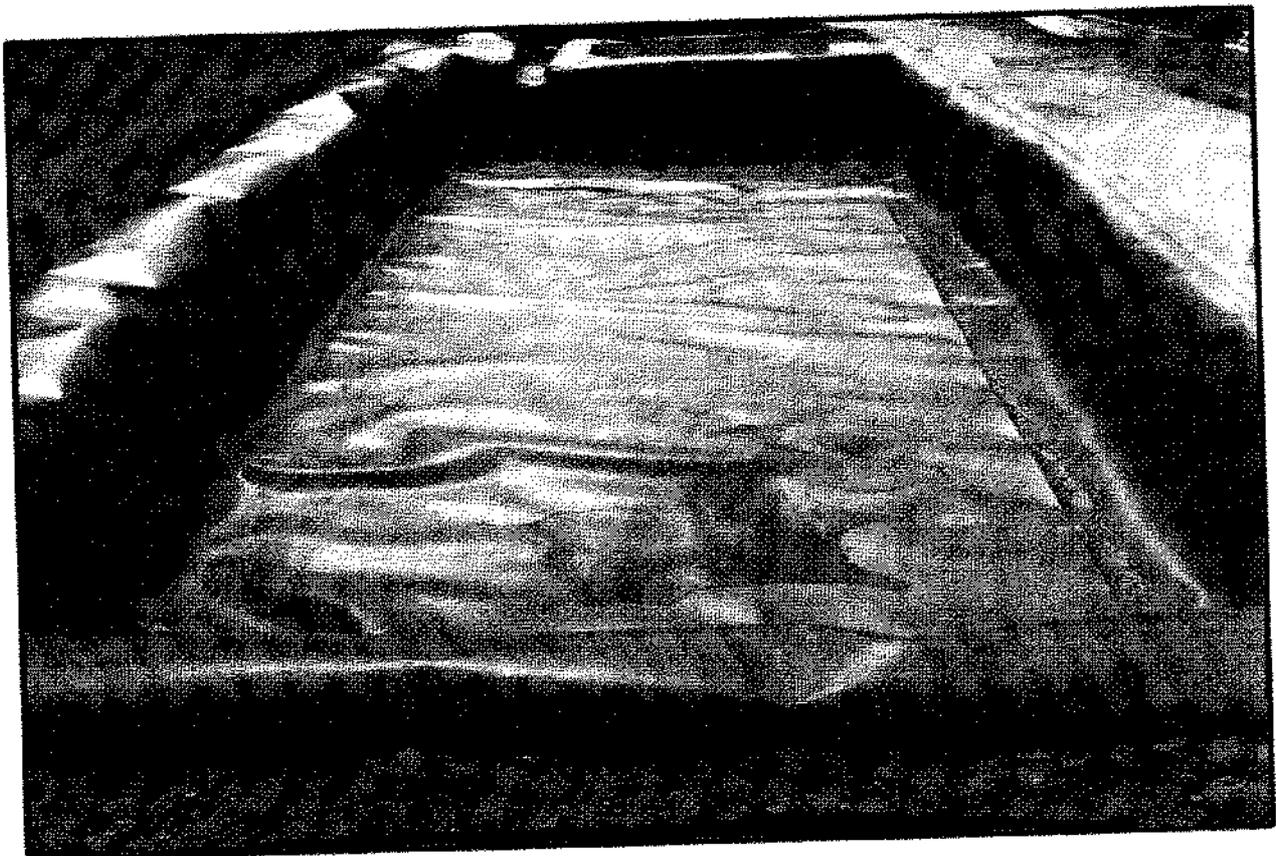
A geomembrana de PEAD deve ter espessura mínima de 1mm e respeitar as especificações técnicas da norma ABNT NBR 15352



Exemplo de instalação da manta de impermeabilização em SACs

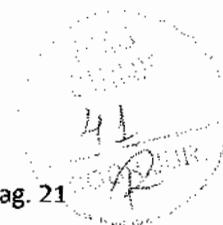


Exemplo de ancoragem e soldagem da manta de impermeabilização



Exemplo de SACs pronto para teste de vazão

Sítio das Flores - Estrada do Rio Acima - Bairro do Engenho - Miracatú - S.P.
0XX11 982599547 - 0XX1298142014



Exemplo da colocação da manta geotextil de proteção para amanta de impermeabilização.

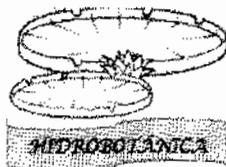
1.4.1.6 – Desague no SACs

A cabeceira do SACs, será preenchida, como parte integrante do meio poroso, por uma camada de seixo de granulometria maior em relação ao “corpo” do SAC visando assim, uniformizar a distribuição da vazão de entrada por toda a largura do sistema e também para quebra da energia cinética do efluente proveniente da caixa de areia. A largura dessa faixa, será de aproximadamente 1m, podendo ser maior em casos específicos e a extensão preencherá toda a faixa da cabeceira do SACs, esta estrutura tem ainda função de uma última filtração de sólidos para proteção do meio poroso.

1.4.1.7 – Caixa Vertedor

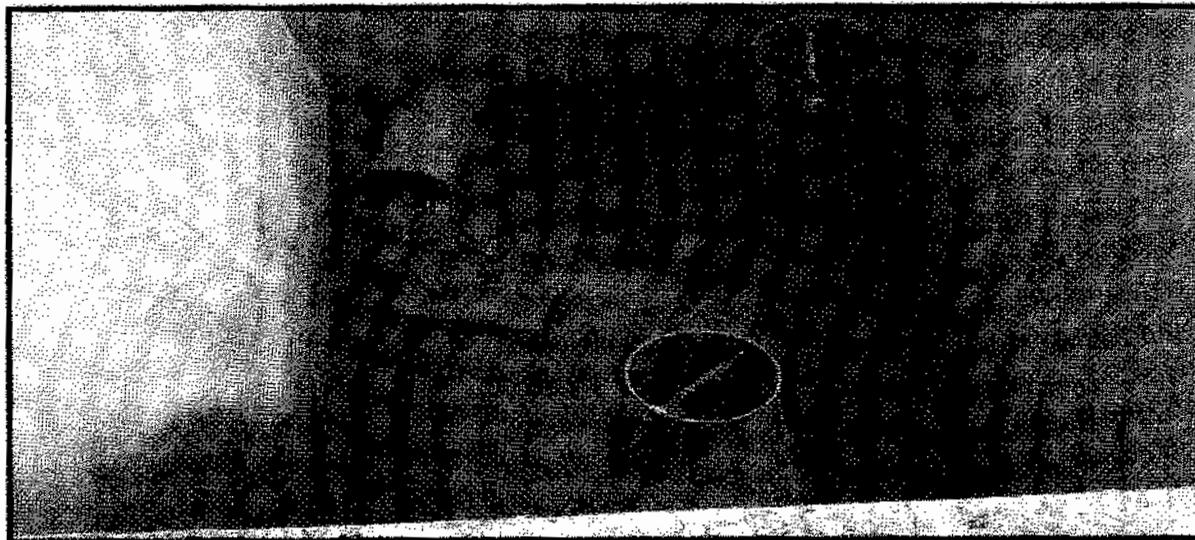
Os SACs ao seu final deverão prever caixa de manobra em alvenaria, enterrada no solo e tapada. Esta caixa receberá a canalização de saída do SACs, em cota equivalente ao fundo deste. Também partirá desta caixa a canalização de “descarga” do SACs, que se inserirá na rede de desague. A caixa vertedouro é de suma importância ao sistema, pois, nela serão instalados os seguintes dispositivos:





1.4.1.7.1 – Válvula Rústica

Dispositivo composto de conexão de PVC perfurado ou na forma de “T” instalado na extremidade da canalização proveniente da saída do SACs, com prolongamento de cano soldável voltado para cima e que regulará a cota / nível da lâmina de efluente dentro do SACs.



Válvula rústica perfurada (em segundo plano) e Dispositivo para drenagem total (esvaziamento) do SACs, que substitui registro de esfera (primeiro plano).

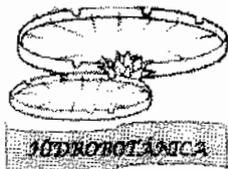
Como opção para a válvula rústica, pode-se optar pela montagem de rede bypass com registro agregado.

1.4.1.7.2 - Registro de Esvaziamento

Registro de PVC do tipo esfera, posicionado ao final da canalização de saída do SACs, após a conexão “T” da válvula rústica possibilitando o esvaziamento total da estrutura quando da necessidade de alguma manutenção.

1.4.1.8 – Dreno da Cota de Inundação

Todos os SACs, deverão prever dreno para excesso de carga em episódios de chuvas que excedam 50mm/hora e ou para servir como bypass para o efluente quando houver alguma interrupção no fluxo normal de desague; ao atingir a cota máxima de inundação um sistema de tubulação extravasora (com diâmetro maior que a tubulação de abastecimento do SACs), conduzirá o excesso de efluente do SACs diretamente ao Riacho Pageú.



1.4.1.9 – Drenagem de Trabalho do SACs

O efluente tratado após percorrer a totalidade do SACs através do meio poroso, deixará o sistema através de canalização situada na cota equivalente ao fundo do SACs. Num raio de aproximadamente 1m entorno da canalização de saída do SACs, será aplicada camada de seixo com granulometria maior em relação ao “corpo” do SACs, visando assim impedir alterações no fluxo hidrodinâmico de saída. A canalização de saída será interligada à caixa vertedor para ser drenado através da válvula rústica.

1.4.2 – MEIO POROSO

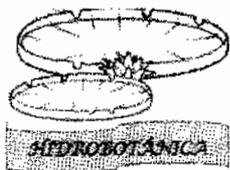
O meio poroso do SACs, deve ser composto de material com maior índice de macroporos e microporos, fatores que determinarão sua **Superfície de Contato**. Como características, esse meio poroso ainda deve ser inerte e que não sofrer modificações estruturais com a carga de efluentes ou com o passar do tempo. Deve apresentar relação de custo baixa e ser facilmente encontrado a região, uma vez que o transporte a longas distâncias, inviabiliza o custo, bem como fere os princípios de equilíbrio ambiental, assim como deve ser considerado o seu sistema de produção.

A principal característica técnica do meio poroso, é que este possua Alta Superfície de Contato, característica desejável para que ocorra grande fixação de biofilme ao substrato e para que a cinética química seja a maior possível.

Como substratos porosos comumente utilizados em SACs temos; os resíduos de indústria cerâmica (telhas e tijolos), resíduos de alvenaria reciclados, seixos rolados, argilas expandidas, britas de basalto, entre outros materiais.

O meio poroso, deve apresentar ainda características favoráveis à minorar os processos de colmatação, assim, a bibliografia mostra que a presença de finos como silte, argila, bases de Cálcio ou Magnésio, bem como elementos carbonados, são pouco indicados para uso em SACs, pois reduzem a vida útil do sistema de polimento.





Para o caso dos SACs do Riacho Pageú, selecionamos a brita de granito produzida na região, esta deve ter granulometria de 1,0 cm a 2,0m; o que resulta em porosidade próxima de 45%.

A espessura da camada do meio poroso poderá variar entre os SACs, tendo como base média de 50 cm, tendo assim capacidade de absorção próxima de 250l/dia de efluente para cada metro quadrado de área do SAC, sendo este valor de absorção um dos parâmetros para determinar a TDH de cada sistema individualmente.

A área num raio de 3 (três) metros junto a todas as entradas de efluentes dos SACs, deve ser preenchida com substrato (brita) de granulometria entre 5 á 6 cm de diâmetro.

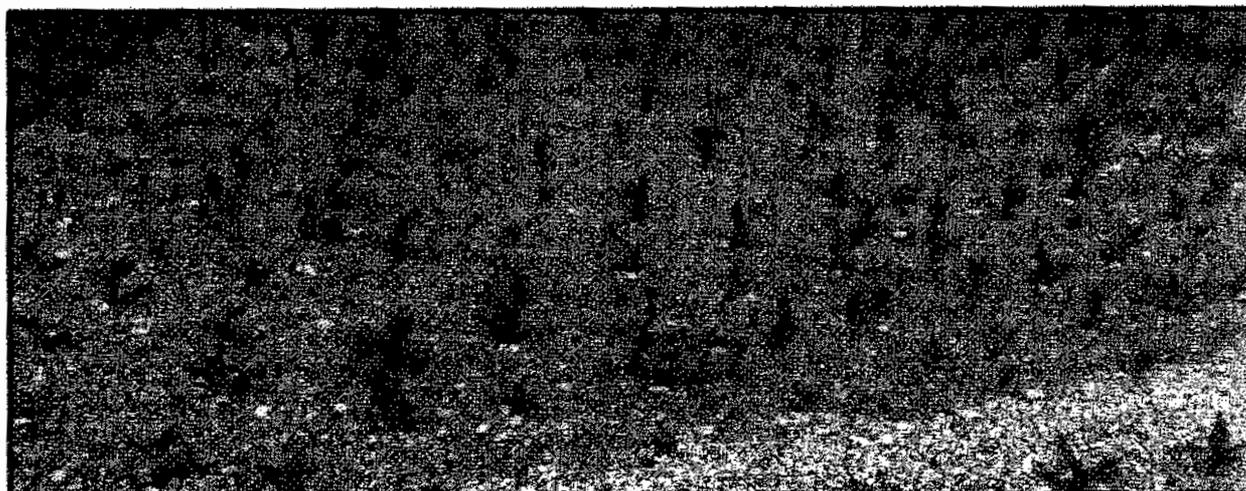
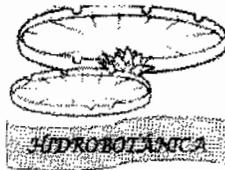


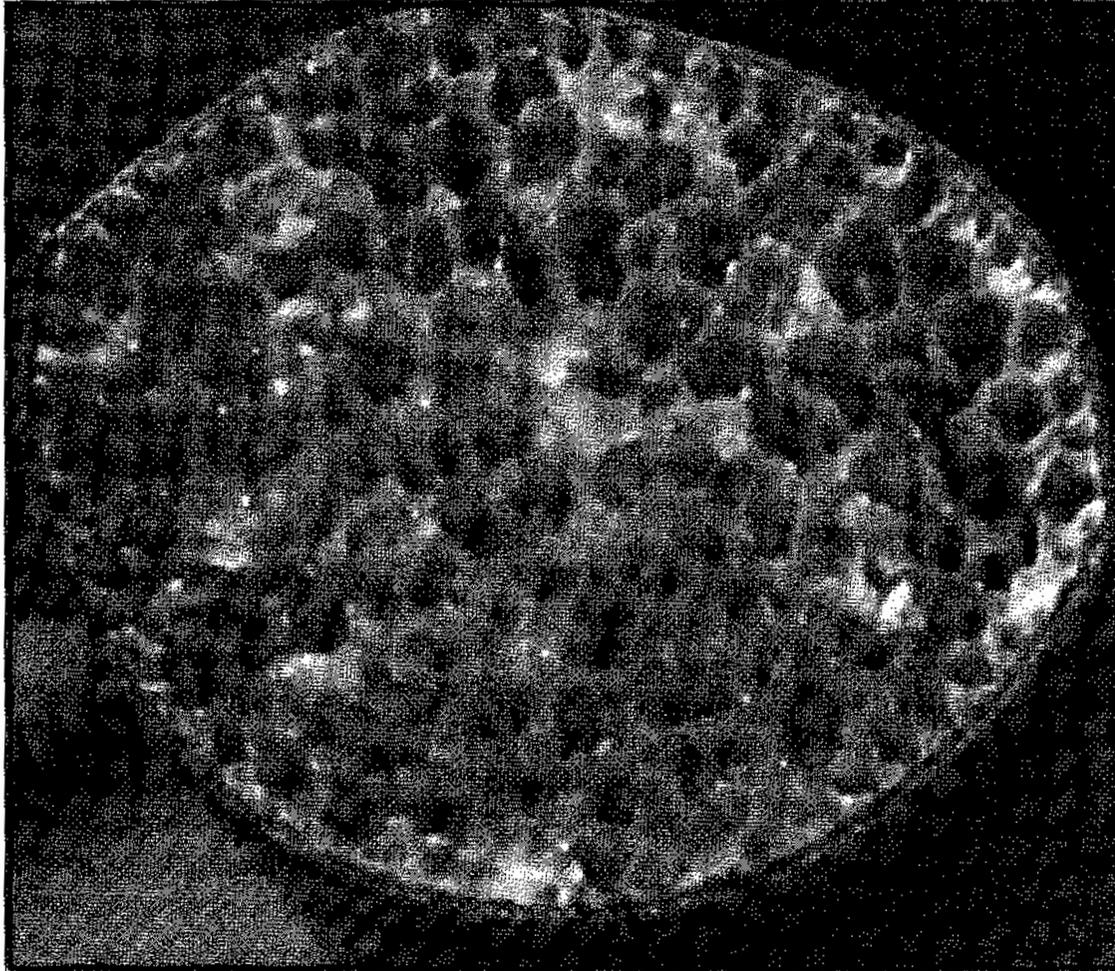
Ilustração de meio poroso.

1.4.3 – ESPÉCIES VEGETAIS

As plantas utilizadas em Sistemas de Polimento de Efluentes, são nominadas de Macrófitas Aquáticas, são espécies vegetais superiores terrestres que durante o processo de evolução vegetal se adaptaram a viver em ambientes aquáticos, apresentam como características comuns, a capacidade de translocarem grandes quantidades de oxigênio das folhas para as raízes, conseqüentemente para o meio



aquático, enriquecendo-o. Em sua maioria dispõem na sua estrutura físicas “canais vazios”, nominados de aerênquimas, que são responsáveis pelo transporte de gases internamente, inclusive O^2 , essas estruturas também são responsáveis pela flutuabilidade dessas macrófitas.

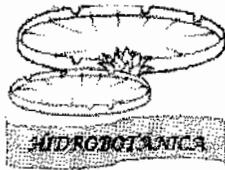


Corte esquemático de peciolo de *Eleocharis sp.*, ilustrando as estruturas de aerênquima

1.4.3.1 – Funções das Macrófitas Aquáticas

Além da função de suprir o meio aquático de maior índice de oxigenação, essas espécies vegetais são responsáveis também por:

- Diminuem a velocidade do fluxo de água da chuva, favorecendo a sedimentação dos sólidos em suspensão;



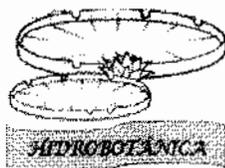
- Produzem elementos carbonados primários que mantem o restante da cadeia trófica;
- Absorvem nutrientes e liberam exsudatos que participam de diversos eventos bioquímicos;
- Servem de abrigo e habitat para diversos atores da fauna silvestre;
- Proporcionam sombreamento e condições para o desenvolvimento de diversos tipos de Biofilmes nos diferentes níveis do sistema, como por exemplo bactérias transformadoras das bases nitrogenadas;
- Podem fornecer materiais de interesse econômico para a sociedade como fibras, flores, etc.;
- Servem de elemento para a beleza cênica;
- Regeneram os ambientes aquáticos.

1.4.3.2 – Seleção das Macrófitas Aquáticas a Utilizar

Existem diferentes grupos de Macrófitas Aquáticas assim como diferentes métodos de sistematização desses grupos, a classificação mais usual é aquela que as organiza seus grupos ecológicos em função do modo de vida junto ao ambiente aquático em:

- **Flutuantes** – são aquelas espécies que flutuam livremente na superfície aquática, como por exemplo as Alfaces d'água (*Pistia spp*).
- **Fixas de folhas flutuantes** – são as espécies que tem as raízes presas ao sedimento de fundo, mas que tem as folhas flutuando sobre uma lâmina d'água, como por exemplo a Vitória Régia (*Vitoria amazônica*).
- **Submersas enraizadas** – quando as raízes estão enraizadas no sedimento e as folhas estão sob a superfície d'água, como por exemplo a Cabomba (*Cabomba spp*).
- **Palustres** – Quando as raízes se instalam no sedimento, mas a s folhas se desenvolvem totalmente para fora da lâmina d'água, como por exemplo a Aninga (*Montrichardia linifera*).

Está enraizado no inconsciente popular, toda vez que se refere ao uso do termo Macrófita Aquática ou planta aquática, a referência da planta Aguapé (*Eichhornia*



crassipes). E essa lembrança sempre é negativa, pois foi delegada a essa espécie visões de que é responsável pelo povoamento agressivo de represa, danos à embarcações, alterações de funcionamento de sistemas hidroelétricas, destruição de canais e de rios, etc.

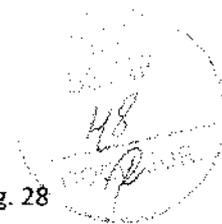
Na verdade, essa espécie é injustiçada, uma vez que seu crescimento exponencial serve como indicador da qualidade dos corpos hídricos onde se desenvolvem. Existe uma relação direta de sua taxa de crescimento, com a concentração de Fósforo e de Nitrogênio existentes no meio aquático, sua taxa de formação de Biomassa é tanto maior, quanto mais Fósforo disponível existir e quanto maior a concentração de Nitrogênio dissolvido (principalmente na forma Amoniacal); assim ela pode servir como indicador visual de processos de eutrofização dos corpos hídricos, razões pelas quais ela é importante como indicadora da qualidade dos corpos hídricos.

Todas as macrófitas aquáticas apresentam Índice de Crescimento de Biomassa (ICB) com função exponencial. A *Eichornia crassipes*, apresenta ICB = 5%/dia, algo como dobrar o volume de massa a cada 20 dias; existem espécies que tem ICB ainda maior, como por exemplo a *Azolla* spp, que segundo relatos de Macedo, 2015; *pode em condições ideais, dobrar a Biomassa a cada 4 dias, representando ICB de 25% /dia.*

A escolha das espécies a se utilizar, é condicionada por diversos fatores, como:

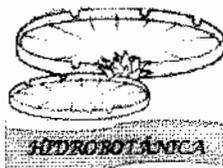
- **Características determinadas pelo efluente a ser tratado** – a concentração de contaminantes em um efluente e suas características de pH e salinidade, determinarão o uso de espécies com maior ou menor grau de resistência, lembrando que **espécies de maior resistência**, apresentam menor Índice de Crescimento de Biomassa (ICB).
- **Ter alta eficiência na transformação de elementos poluentes** – bem como criar condições para que os processos envolvidos sejam acelerados, principalmente quanto à bases Nitrogenadas, Fosfatadas e Carbonáceas.
- **Ter alta taxa de evapotranspiração** – a soma da evaporação do meio aquático e da transpiração das plantas resulta o valor da evapotranspiração esse parâmetro relaciona-se diretamente com o ICB, quanto maior a evapotranspiração promovida por uma espécie, tanto maior sua taxa de





crescimento, a espécie a ser escolhida para o caso deve promover evapotranspiração de no mínimo 8 l/m²/dia.

- **Tipo de Concepção do Sistema Filtrante** – o tempo de detenção hidráulico, bem como o sistema de fluxo, determinam também o uso de espécies com maior grau de resistência, sendo desejadas em sistemas de fluxo lântico com alto TDH, o uso de **macrófitas de crescimento rizomatoso**, em detrimento das de crescimento estolonífero e estas em detrimento das espécies de crescimento basal.
- **Altura da lâmina d'água** – para SACs de fluxo horizontal de lâmina subsuperficial, o grupo de macrófitas aquáticas a ser utilizado, deve ser necessariamente ser o grupo das **Palustres**.
- **Meio poroso utilizado** – o meio poroso interfere na escolha da Macrófita uma vez que espécies de raízes finas e permanentes, promovem rápida colmatação, enquanto espécies de crescimento rizomatoso, com **raízes grossas e que se renovam constantemente**, promovem efeito contrário à colmatação.
- **Cota de inundação** – a inserção de cota de inundação num SACs, exige que a plantas tenham **altura superior ao nível máximo de alagamento**, evitando assim acamamento do material vegetal e ou concentração de plantas em determinado área do SACs.
- **Rápido Crescimento** – as espécies a serem escolhidas devem ter **Índice de Crescimento de Biomassa (ICB), superior a 1,8%**, isso significa que devem dobrar a biomassa aproximadamente a cada 56 dias (100% / 1,8%).
- **Ser resistente a podas** – como as macrófitas retiram do meio aquático as bases químicas que são responsáveis por processos poluidores para formar seus tecidos, é desejável que sistematicamente as plantas dos SACs sejam submetidas a podas radicais, que proporcionaram rápida brotação e formação de novos tecidos com consequente “sequestro” de contaminantes, assim é imprescindível que as espécies escolhidas tenham sistemas de resposta para rápidas brotações, **macrófitas aquáticas de crescimento rizomatoso, tem brotação mais rápida** e em maior grau do que aquelas de brotação estolonífero ou de brotação basal.
- **Ser nativa e ou de ocorrência no Pará** – como estaremos trabalhando junto a Área de Proteção Ambiental e de Mananciais, devemos predominantemente



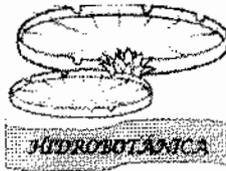
trabalhar com **espécie nativa do Brasil**, havendo possibilidade do uso de espécies exóticas estas já devem ocorrer na região e ou local e se não deverá ter características de comportamento como planta daninha invasora.

- **Não ser propagada por sementes** – ou ser facilmente propagada de forma natural, **evitando que se transforme em espécie invasora** ao ambiente local.
- **Ser resistente a pragas e doenças** – as macrófitas que **possuem camada cerosa** em suas folhas, apresentam alta resistência ao ataque de insetos, fungos e bactérias, apesar de terem taxas de evapotranspiração menor que aquelas que não possuem essa camada de proteção.
- **Devem ser produzidas por viveiros comerciais** – tendo assim **menor custo** de investimento e evitando que sua aquisição seja fruto de extrativismo.

Assim, a escolha das espécies a serem utilizadas no polimento de efluentes, devem respeitar ao mesmo tempo condicionantes de eficiência; resistência a agentes físico químicos; a inundação; a podas; ter característica palustres; ser cerosa; ter crescimento rizomatoso, possuir raízes grossas; ter rápido crescimento com rápida brotação; não se propagar por sementes; ter baixo custo; ser nativa do Brasil e ou ocorrer no Ceará.

Todavia, esta Macrófita Aquática ideal” certamente não existe. Devemos então escolher aquelas que somem a maior parte das características desejáveis. Para o caso dos SACs, SANs, SAFs e BVTs da Avenida João Paulo II, selecionamos dentre um total de 168 espécies de macrófitas aquáticas, as relacionadas abaixo, por atenderem a maior parte das condicionantes vegetais explicitadas anteriormente.

Condicionantes	Espécie					
	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	<i>Colocasia gigantea</i>	<i>Colocasia esculenta</i>	<i>Pontederia cordata</i>	<i>Pontederia alba</i>	<i>Juncus sp</i>
Res. físico química	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Eficiência remoção	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Resistência a inundação	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto
Resistência à podas	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto
Vigor de brotação	Alto	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto
Característica palustre	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Presença de Cera	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Crescimento rizomatoso	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Diâmetro de raízes	Grosso	Grosso	Grosso	Grosso	Grosso	Médio
Índice Crescimento de Biomassa	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto

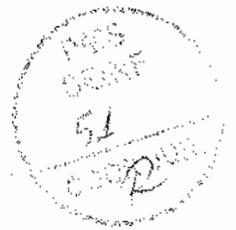
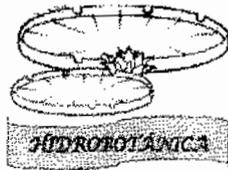


Método de propagação	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual
Resistencia pragas doenças	Médio	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto
Nativa	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Ocorrência no Ceará	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Condicionantes	Espécie				
	<i>Thalia geniculata</i>	<i>Canna indica</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Amarilis sp</i>	<i>Papirus nana</i>
Res. físico química	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Eficiência remoção	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Resistência inundação	Alto	Alto	Média	Média	Alto
Resistência a podas	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Vigor de brotação	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Característica Palustre	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Presença de Cera	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Cresc. Rizomatoso	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Diâmetro de raízes	Grosso	Grosso	Grosso	Média	Fino
Índice Crescimento de Biomassa	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto
Método Propagação	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual
Resistencia pragas doenças	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
Nativa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Ocorrência no Ceará	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

É importante lembrar que cada espécie vegetal proporciona diferenças individuais ao tratamento, definidas pelo seu porte, sistema radicular, tipo e taxa de crescimento, microfauna e microflora aderente, exsudatos, etc. Assim, **cada espécie tem uma função definida e posição espacial própria dentro de um sistema de tratamento, aspectos que influenciam não só a eficiência, como também a dinâmica hidráulica do tratamento.** Dessa forma a disposição física das espécies dentro de um sistema de tratamento deve ser estudado individualmente em função da forma geométrica do sistema, de sua posição em relação ao deslocamento do sol, bem como em decorrência da vazão e do tipo de efluente. Nas pranchas arquitetônicas de cada SACs, elencaremos a posição de cada maciço de vegetação segundo esses princípios.

Exemplificamos a seguir, algumas das espécies selecionadas para uso nos SACs;



Colocasia esculenta



Poentederia cordata



Thalia geniculata



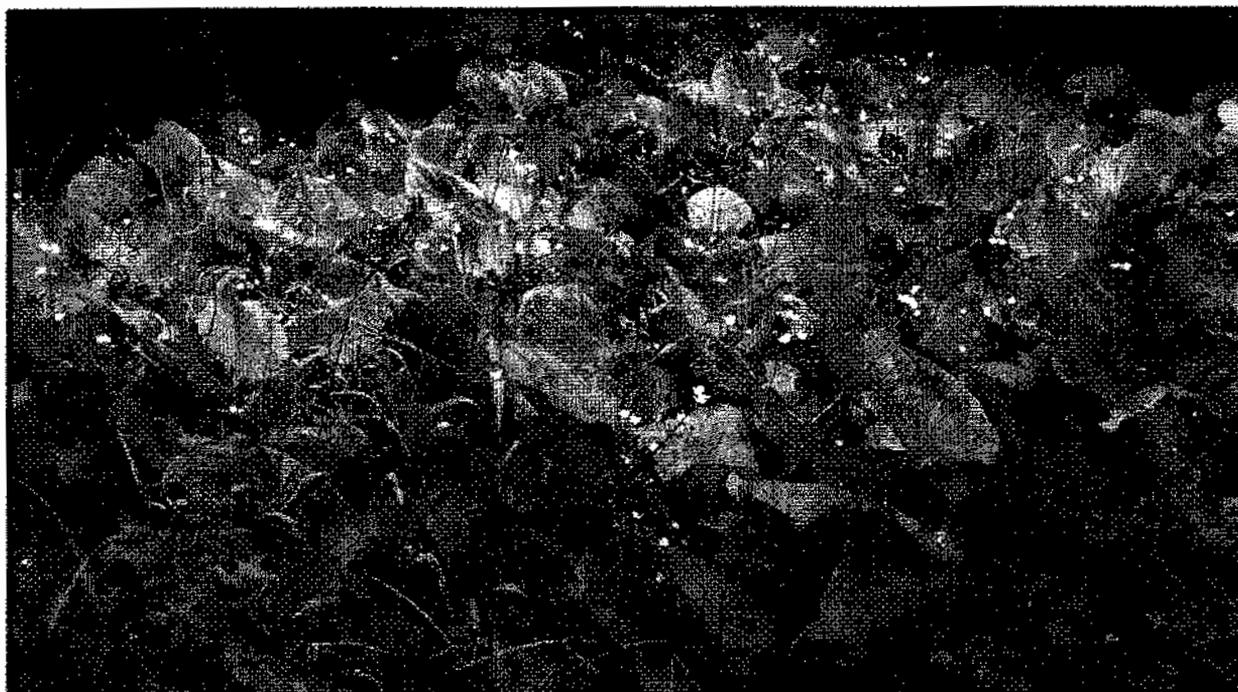
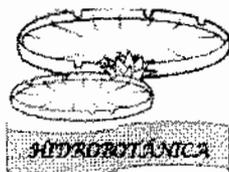
Heliconia psittacorum.



Colocasia gigantea



Canna indica



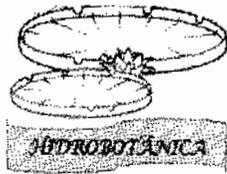
Echinodorus grandiflorum

1.4.4 – DENSIDADE DE PLANTAS

O stand de plantas a utilizar, respeita uma equação de grau dois, pois relaciona o tempo mínimo para obtenção da máxima eficiência do sistema com o mínimo custo de implantação. Quanto maior a densidade de plantas/m², mais rápido o sistema atinge a sua eficiência máxima, mas também maior o custo de implantação. Assim, para as espécies adotadas, temos os stands:

Espécie	Densidade (Un/m ²)
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	06
<i>Colocasia gigantea</i>	04
<i>Colocasia esculenta</i>	08
<i>Pontederia cordata</i>	10
<i>Pontederia alba</i>	10
<i>Juncus sp</i>	14
<i>Thalia geniculata</i>	08
<i>Canna indica</i>	10
<i>Heliconia psitacorum</i>	14
<i>Amarilys sp</i>	08





Papyrus nana	12
--------------	----

1.4.5 – PADRÃO DE MUDAS DAS MACRÓFITAS

As plantas a serem utilizadas, deverão ter suas mudas produzidas em substrato agrícola orgânico, sem adição de areia, silte ou turfa, uma vez que esses materiais corroboram para a colmatagem do sistema filtrante, não sendo assim indicados.

As mudas das plantas, deverão ter sistema radicular íntegro; sem enovelamento, cortes ou contaminados com patógenos (atenção especial a Nematóides).

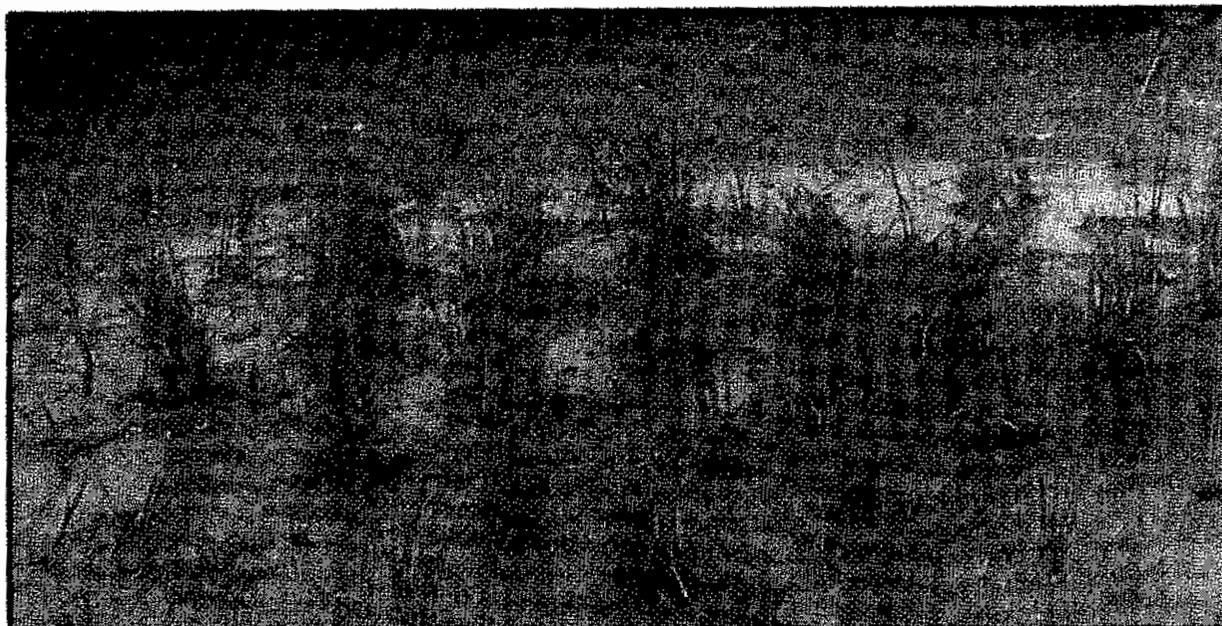
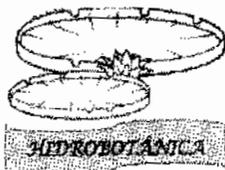
O volume do sistema radicular das mudas, deve ser de aproximadamente 100 ml com formato trapezoidal, com exceção da espécie *Colocasia gigantea*, que necessita de volume de 1000 ml, com formato cônico.

A área vélica das plantas deve ser aparada em 1/3 de seu total, três dias antes do plantio, sendo o porte ideal para plantio, entre 0,2m e 0,4m.

1.4.6 – MÉTODO DE PLANTIO

A disposição das plantas deve ser aquela que o material filtrante, cubra ligeiramente o colo da planta. Dispor as mudas das plantas em quinquêncio, com distâncias de:

- 0,32m X 0,32m; para stands de 10 plantas/m².
- 0,36m X 0,36m; para stands de 8 plantas/m².
- 0,41m X 0,41m; para stands de 6 plantas/m².
- 0,50m X 0,50m; para stands de 4 plantas/m².



Exemplo de disposição de mudas

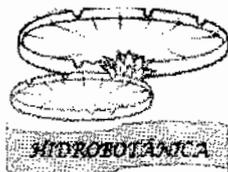
1.4.7 – PLANTIO

No momento do plantio, o SACs, deverá estar completamente cheio, em sua cota de operação; preferencialmente, tendo o efluente percorrido todo o sistema por um período de dois dias; para evitar perda de plantas ou modificação da estrutura biológica do sistema radicular.

2 – SISTEMAS DE ALAGADOS NATURAIS – SANs

2.1 – DEFINIÇÃO

São sistemas naturais de tratamento de efluentes existentes em áreas brejadas e/ou alagadas que consiste basicamente em que, o efluente tenha sua circulação natural com velocidade diminuída, fazendo com que o Tempo de Detenção Hidráulica – TDH seja significativamente aumentado, possibilitando assim que, os microrganismos existentes no meio aquático, no solo e na rizosfera, aumentem sua atividade,



enriqueçam suas populações e realizem as transformações químicas, físicas e biológicas que naturalmente ocorrem em sistemas lênticos.

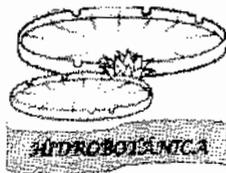
As plantas fornecem Oxigênio para o meio líquido e para o solo, proporcionando o desenvolvimento de camada de Biofilme na região do sistema radicular. É importante que a lâmina d'água não exceda altura superior a 1,0m (um metro), pois acima desta lâmina as condições de anaerobismo destacam-se significativamente, diminuindo a eficácia do tratamento em função do predomínio de processos anaeróbicos e potencializando outros fenômenos e transformações que trabalham contra o polimento das águas. **O ideal é que a lâmina d'água esteja entre 0,01m e 0,20m.**

Em parte, os Sistemas de Alagados Naturais (SANs) se assemelham aos Sistemas de Alagados Construídos (SACs); diferenciam-se destes, por:

- Exigirem significativamente menores intervenções no ambiente;
- Utilizarem o declive e a conformação natural do terreno;
- Não receberem impermeabilização;
- Não exigirem alocação de substrato poroso;
- Não permitirem controles totais de vazão;
- Terem menores eficiência no tratamento – 40% a 50% da eficiência dos SACs;
- Exigirem enriquecimento vegetal, compatível com a vegetação existente, quando esta já existir;
- Terem custo de implantação significativamente menores;
- Promoverem aumento das taxas de oxigenação do meio aquático;
- Terem custo de operação e manutenção “zero”;
- Serem muito alterados por condições de seca e de chuvas.

Segundo Philippi & Sezerino (2004), wetlands naturais são áreas inundáveis (zonas úmidas) onde inúmeros processos e agentes (animais, plantas, solo, luz solar...) interagem, recebendo, doando e reciclando nutrientes e matéria orgânica continuamente. Desde o início do século XX, os banhados naturais têm sido utilizados como ponto de lançamento para o tratamento de esgotos, porém sua aplicação com base tecnológica se deu de fato durante a década de 70 nos Estados Unidos.





Exemplo de deslocamento de efluente em área de SANS

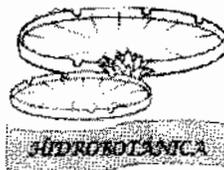
2.2 – MECANISMOS DE RETIRADA DOS CONTAMINANTES PELOS SANS

O conjunto de mecanismos da retirada/ transformação de contaminantes de um meio aquático com uso do sistema "SANS", baseia-se no tripé Planta + Microorganismos + Fluxo Lêntico. A ação desse conjunto de atores, a ciência nominou de Biofitorremediação.

Os SANS são funcionais não apenas pela presença das plantas, mas na interação de processos bióticos e abióticos que envolvem mecanismos de biodegradação, imobilização, quimiodegradação e fotodegradação.

A **Biofitorremediação**, é processo biotecnológico engendrado por diversos mecanismos que atuam separadamente e ou em conjunto, dependendo das condições do meio de cada sistema ativo, a saber:



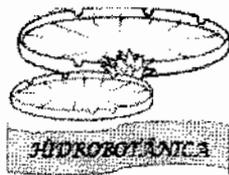


- **Fito transformação** – os contaminantes sofrem transformações físico químicas no interior dos tecidos das plantas ou pela ação de exsudatos destas, transformando-se em formas menos agressivas ao ambiente, normalmente moléculas mais simples.
- **Biofito estimulação** – as plantas estimulam o desenvolvimento de filmes de microorganismos que são responsáveis pela quebra das moléculas.
- **Fito extração** – os vegetais absorvem os elementos para formar seu corpo, sequestrando-os temporariamente. Existem diversas espécies que tem habilidade de fitoextrair metais, inclusive os pesados.
- **Fito transpiração** – o elemento poluente é absorvido pelas raízes e volatilizado por estas ou pelas folhas no processo de evapotranspiração.
- **Fito estabilização** – quando por processos predominantemente físicos pela ionização das proximidades das raízes, os elementos poluentes com cargas iônicas e com baixo peso molecular, ficam aderidos à essa região.
- **Biorizo remediação** – As plantas exsudam junto às raízes substâncias como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos e orgânicos, nucleotídeos, fatores de crescimento, enzimas entre outros, que atuam diretamente na transformação de moléculas, principalmente aquelas de maior peso molecular, como, POPs, PCPs, TCEs, PCBs. Esses exsudados também promovem condições ideais para o desenvolvimento de microfauna e microflora na região rizosférica.
- **Fito humificação** – quando os contaminantes minerais se transformam novamente em elementos orgânicos e sedimentam na forma de ácidos húmicos.

Para que todas essas transformações ocorram, além das plantas, de microorganismos, do solo do fundo do alagado e da adequação dos contaminantes serem aptos a transformação, há outro fator de extrema importância no processo, este é o fator temporal, o tempo que o efluente permanece retido no sistema, é determinante para que todas essas transformações ocorram, existe uma relação direta entre o **Tempo de Detenção Hidráulica** do Efluente e a eficiência do tratamento. Assim, ratificamos que o processo de **Biofitorremediação** exige um **fluxo lântico** do efluente, e a unidade à que se refere esse fluxo é dias.

Dessa forma, podemos definir biofitorremediação em um SANs, como:

Sítio das Flores - Estrada do Rio Acima – Bairro do Engenho – Miracatú – S.P.
0XX11 982599547 - 0XX1298142014



Biofitorremediação = Efluente + Planta + Solo do fundo + Organismos + Fluxo lântico

Para o estudo em questão – Parque Da Cidade, considerando a íntima e delicada interação com a natureza e em função do efluente ser **Água Servida** que, já passou por fossa séptica e ou percolou e infiltrou por camada de argila e de areia, tendo percorrido considerada distância vertical e/ou horizontal até a área dos SANs e tendo ao longo de todo esse caminhar sofrido transformações químicas e físicas que realizaram as primeiras remediações / transformações, principalmente aquelas relativas às bases nitrogenadas, às grandes cadeias carbonadas e também aos processos de oxirredução; a utilização do Sistema de Alagados Naturais – SANs, se apresenta como altamente viável e compatível, uma vez que o resultado esperado é de baixar a DBO em 80%.

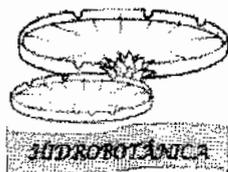
2.3 – SISTEMAS CONSTRUTIVOS DOS SANs

A tipificação arquitetônica de um SANs baseia-se no **espraçamento do Fluxo d'água** preferencial (principal e/ou secundário), fazendo com que aumente do Tempo de Detenção Hidráulica – TDH, criando condições adequadas e mais favoráveis às transformações químicas, físicas e biológicas inerentes ao tratamento de polimento das águas servidas.

Os SANs são Sistemas muito simples, pois, via de regra já estão “prontos” e não necessitam de maiores intervenções mecânicas (uso de máquinas), pois se trabalha junto a sistemas aquáticos naturais existentes onde, além do solo ser instável, o próprio ambiente tem estrutura delicada, não justificando intervenções que desrespeitem sua estrutura e dinâmica natural; bem como preceitos legais de legislações ambientais.

Para a consolidação do SANs por vezes será necessária a instalação da obstruções feitas preferencialmente no sentido transversal ao fluxo das águas servidas e poderá ser realizada por diversos métodos e materiais, a saber: obstrução com terra do





próprio local, com sacos de areia, por estruturação de estacas e tábuas e/ou suportes de manta geotêxtil ou de polietileno bem como, através de tubos e/ou bags flexíveis constituído de tecido geotextil em polipropileno de alta tenacidade e preenchidos com material mais denso que a água.

A escolha do método de obstrução do SANs e do material utilizado deverá ser estudado caso a caso, dependendo da declividade do corpo d'água e sempre observando que a obstrução e a sua estruturação deverão causar o mínimo de impacto ao ambiente.

Em função das peculiaridades de logística para acesso de material e pessoal aos locais de instalação das obstruções, serem fatores crítico e limitante, podemos adotar as seguintes soluções técnicas; **Bags; tubos flexíveis de polipropileno de alta densidade, conjuntos de Geocélulas ou Sacos de Manta Geotextil, preenchidos com solo local.** Todos estes elementos deverão ser fixados ao fundo do canal, com vergalhões de 10mm de diâmetro e 1,5m de comprimento, evitando que sejam deslocados de suas posições em períodos de chuva.

Bags e/ou tubos flexíveis de polipropileno de alta tenacidade, são estruturas em polipropileno fechadas em todos os lados imitando um colchão com grande comprimento, que terá sua estrutura interna preenchida através de bombeamento de terra do próprio local ou com areia. Por sua vez, Geocélulas são estruturas trapezoidais, abertas em dois lados, que após dispostas sobre o leito do canal, são preenchidas com material mais denso que água, como areia, pedra, seixo ou solo local.

A base de suporte será o próprio solo do local da montagem, que deverá ser limpo (isento de pedras, madeiras e outros materiais) e regularizado para maximizar o nivelamento.

O Material de enchimento/preenchimento, será areia de construção, isenta de materiais perfurantes. Para realizar a obstrução do SANs com Bags, segue-se uma



determinada cota topográfica em nível, obstruindo ligeiramente o fluxo de água em um vale, ligando as duas cotas em margens opostas.

O SANs também poderá ter suas estruturas de barramento confeccionadas pela disposição espacial das espécies vegetais, utilizando-se os diversos grupos de espécies para tal fim, este método, tem construção mais complexa, mas como não se utiliza de elementos estranhos ao ambiente, tem menor custo de implantação; sua implementação é dependente da declividade e do fluxo de água no canal.

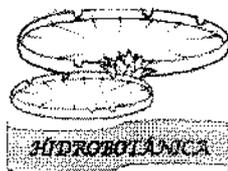
Ambas metodologias apresentam eficiência bastante satisfatória para o barramento do efluente e também facilidade construtiva, baixo custo de investimento e manutenção “zero” e principalmente, não causam maiores impactos ao ambiente natural quando de sua aplicação.

Para o caso do SANs do Parque da Cidade, a estrutura a ser implantada, será escolhida após a limpeza das espécies vegetais atuais (capins) e da retirada do material de assoreamento do canal.



Imagem do deslocamento lântico do efluente

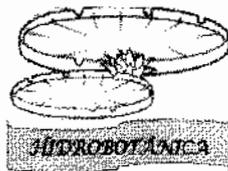
2.4 – DECLIVIDADE



A declividade determinará, a distância entre as linhas de obstrução com a confecção dos Bags, Tubos, Geocélulas ou estruturação dos Sacos, longitudinalmente ao deslocamento hídrico. O ideal é que uma linha de obstrução esteja em cota pouco acima do ponto de contribuição do SANS a jusante; pois o fator limitante ao uso de SANS como tecnologia de polimento de água é que a profundidade seja a menor possível, e que nunca exceda a 0,20m. Assim, quanto menor a declividade, maior a eficiência do SANS, pois maior será o TDH. A declividade ideal é aquela entre 0,05% e 0,1%.

2.5 – ESPÉCIES AQUÁTICAS

As plantas utilizadas em Sistemas de Polimento de Efluentes, são nominadas de Macrófitas Aquáticas, são espécies vegetais superiores terrestres que durante o processo de evolução vegetal se adaptaram a viver em ambientes aquáticos, apresentam como características comuns, a capacidade de translocarem grandes quantidades de oxigênio das folhas para as raízes, conseqüentemente para o meio aquático, enriquecendo-o. Em sua maioria dispõem na sua estrutura físicas “canais vazios”, nominados de aerênquimas, que são responsáveis pelo transporte de gases internamente, inclusive O_2 , essas estruturas também são responsáveis pela flutuabilidade dessas macrófitas.

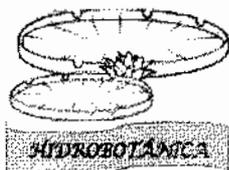


Poentederia cordata (1º plano) e *Xantosoma sagitifolium* (2º plano).

2.5.1 – Funções das Macrófitas Aquáticas

Além da função de suprir o meio aquático de maior índice de oxigenação, essas espécies vegetais são responsáveis também por:

- Diminuem a velocidade do fluxo de água da chuva, favorecendo a sedimentação dos sólidos em suspensão;
- Produzem elementos carbonados primários que mantem o restante da cadeia trófica;
- Absorvem nutrientes e liberam exsudatos que participam de diversos eventos bioquímicos;
- Servem de abrigo e habitat para diversos atores da fauna silvestre;
- Proporcionam sombreamento e condições para o desenvolvimento de diversos tipos de Biofilmes nos diferentes níveis do sistema, como por exemplo bactérias transformadoras das bases nitrogenadas;



- Podem fornecer materiais de interesse econômico para a sociedade como fibras, flores, etc.;
- Servem de elemento para a beleza cênica;
- Regeneram os ambientes aquáticos.

2.5.2 – Seleção das Macrófitas Aquáticas a Utilizar

Para a construção de um SANs, só poderemos utilizar dois grupos de macrófitas aquáticas, a saber:

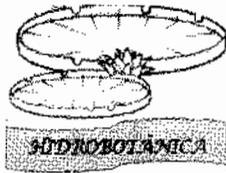
- **Fixas de folhas flutuantes** – são as espécies que tem as raízes presas ao sedimento de fundo, mas que tem as folhas flutuando sobre uma lâmina d'água, como por exemplo a Ninféia (*Nymphaea caerulea*).
- **Palustres** – Quando as raízes se instalam no sedimento, mas as folhas se desenvolvem totalmente para fora da lâmina d'água, como por exemplo a Aninga (*Montrichardia linifera*).

Todas as macrófitas aquáticas apresentam Índice de Crescimento de Biomassa (ICB) com função exponencial. Algumas chegando á Índices de Crescimento de Biomassa ICB = 5%/dia, algo como dobrar o volume de massa a cada 20 dias.

A escolha das espécies á se utilizar, fora condicionada por diversos fatores, como:

- **Características determinadas pelo efluente a ser tratado** – a concentração de contaminantes em um efluente e suas características de pH e salinidade, determinarão o uso de espécies com maior ou menor grau de resistência, lembrando que **espécies de maior resistência**, apresentam menor Índice de Crescimento de Biomassa (ICB).
- **Ter alta eficiência na transformação de elementos poluentes** – bem como criar condições para que os processos envolvidos sejam acelerados, principalmente quanto á bases Nitrogenadas, Fosfatadas e Carbonáceas.
- **Ter alta taxa de evapotranspiração** – a soma da evaporação do meio aquático e da transpiração das plantas resulta o valor da evapotranspiração esse parâmetro relaciona-se diretamente com o ICB, quanto maior a

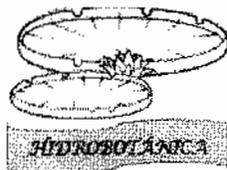




evapotranspiração promovida por uma espécie, tanto maior sua taxa de crescimento, a espécie a ser escolhida para o caso deve promover evapotranspiração de no mínimo 8 l/m²/dia.

- **Tipo de Concepção do Sistema Filtrante** – o tempo de detenção hidráulico, bem como o sistema de fluxo, determinam também o uso de espécies com maior grau de resistência, sendo desejadas em sistemas de fluxo lântico com alto TDH, o uso de **macrófitas de crescimento rizomatoso**, em detrimento das de crescimento estolonífero e estas em detrimento das espécies de crescimento basal.
- **Altura da lâmina d'água** – para SANs de fluxo horizontal de lâmina superficial, o grupo de macrófitas aquáticas a ser utilizado, deve ser necessariamente ser dos grupos das **Palustres e Fixas de Folhas Flutuantes**.
- **Cota de inundação** – a inserção de cota de inundação num SANs, exige que a plantas tenham **altura superior ao nível máximo de alagamento**, evitando assim acamamento do material vegetal e ou concentração de plantas em determinado área do SANs, bem como a espécie deve ser resistente a inundação por longos períodos.
- **Rápido Crescimento** – as espécies a serem escolhidas devem ter **Índice de Crescimento de Biomassa (ICB), superior a 1,8%**, isso significa que devem dobrar sua biomassa a cada 58 dias, essa taxa de crescimento é importante pois quanto maior a taxa de crescimento, maior a quantidade de elementos serão retirados do efluente para formar seus tecidos.
- **Ser resistente a podas** – Ainda que nos ambientes onde serão inseridos os SANs, a atividade humana seja bastante dificultada pelas condições ambientais, é importante escolher espécies que suportem esse manejo ao menos nas áreas onde isso seja possível, pois, como as macrófitas retiram do meio aquático as bases químicas que são responsáveis por processos poluidores para formar seus tecidos, é desejável que sistematicamente as plantas dos SACs sejam submetidas a podas radicais, que proporcionaram rápida brotação e formação de novos tecidos com consequente “sequestro” de contaminantes, assim é imprescindível que as espécies escolhidas tenham sistemas de resposta para rápidas brotações, **macrófitas aquáticas de**





- crescimento rizomatoso, tem brotação mais rápida** e em maior grau do que aquelas de brotação estolonífero ou de brotação basal.
- **Ser nativa e ou de ocorrência no Ceará** – como estaremos trabalhando junto a Área de Proteção Ambiental e de Mananciais, devemos predominantemente trabalhar com **espécie nativa do Brasil**, havendo possibilidade do uso de espécies exóticas e essas já ocorrerem no local e se não tiver características de comportamento como planta daninha invasora.
 - **Não ser propagada por sementes** – ou ser facilmente propagada de forma natural, **evitando que se transforme em espécie invasora** ao ambiente local.
 - **Ser resistente a pragas e doenças** – as macrófitas que **possuem camada cerosa** em suas folhas, apresentam alta resistência ao ataque de insetos, fungos e bactérias, apesar de terem taxas de evapotranspiração menor que aquelas que não possuem essa camada de proteção.
 - **Devem ser produzidas por viveiros comerciais** – tendo assim **menor custo** de investimento e evitando que sua aquisição seja fruto de extrativismo.
 - **Ter algum potencial econômico** – como por exemplo as Helicônias que podem ter suas flores cortadas e comercializadas.

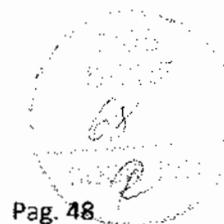
A área do SANs, é composta de três condições distintas:

– **Área permanentemente alagada - (A)** - aquela mais próxima à obstrução e que permanecerá sempre com lâmina d'água.

– **Área alagada sob efeito de chuvas - (B)** – aquela que terá lâmina d'água em momentos de chuva e poucas horas após sua ocorrência.

– **Área úmida - (C)** – aquela que não terá lâmina constante em nenhum momento, mas sempre permanece úmida.

As espécies vegetais para cada um desses ambientes, diferem entre si, pois nem todas as espécies tem sistemas morfológicos capazes de suportar inundações permanentes. Outro ponto a ser considerado no momento da escolha das espécies para o plantio, se refere a existência de vegetação no local e a seu porte, uma vez



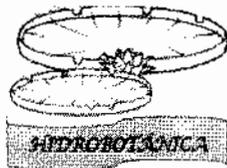
que essa vegetação existente pode criar efeito de sombra, que pode limitar o desenvolvimento das espécies de enriquecimento.

Assim, a escolha das espécies a serem utilizadas no polimento de efluentes, devem respeitar ao mesmo tempo condicionantes de eficiência; resistência a agentes físico químicos; a inundações; a podas; ter característica palustres; ser cerosa; ter crescimento rizomatoso, possuir raízes grossas; ter rápido crescimento com rápida brotação; não se propagar por sementes; ter baixo custo; ser nativa do Brasil e ou ocorrer no Ceará e suportar sombreamento.

Esta Macrófita Aquática certamente não existe. Devemos então escolher aquelas que somem a maior parte das características desejáveis. Para o caso do SANs do Parque da Cidade, selecionamos dentre um total de 112 espécies de macrófitas aquáticas Palustres ou Flutuantes Fixas, as relacionadas abaixo, por atenderem a maior parte das condicionantes vegetais explicitadas anteriormente.

Condicionantes	Espécie						
	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	<i>Colocasia gigantea</i>	<i>Colocasia esculenta</i>	<i>Pontederia cordata</i>	<i>Pontederia alba</i>	<i>Juncus sp</i>	<i>Vetiveria zizanioides</i>
Res. físico química	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Eficiência remoção	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Resistência a inundações	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Baixa
Resistência a podas	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
Vigor de brotação	Alto	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Alto
Característica palustre	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Presença de Cera	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Crescimento rizomatoso	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Diâmetro de raízes	Grosso	Grosso	Grosso	Grosso	Grosso	Médio	Fino
Índice Crescimento Biomassa	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Método de propagação	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual
Resistência pragas doenças	Médio	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto	Alto
Nativa	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não (?)
Ocorrência no Ceará	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Condicionantes	Espécie					
	<i>Thalia geniculata</i>	<i>Canna Indica</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Amarilis sp</i>	<i>Papyrus nana</i>	<i>Xantossoma sagittifolium</i>
Res. físico química	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Eficiência remoção	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Resistência inundações	Alto	Alto	Média	Média	Alto	Média
Resistência a podas	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Vigor de brotação	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Característica Palustre	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Presença de Cera	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Cresc. Rizomatoso	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Diâmetro de raízes	Grosso	Grosso	Grosso	Médio	Fino	Médio
Índice Crescimento de Biomassa	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto	Alto

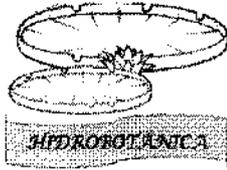


Método Propagação	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual	Assexual
Resistencia pragas doenças	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Nativa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Ocorrência no Ceará	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

É importante lembrar que cada espécie vegetal proporciona diferenças individuais ao tratamento, definidas pelo seu porte, sistema radicular, tipo e taxa de crescimento, microfauna e microflora aderente, exsudatos, etc. Assim, **cada espécie tem uma função definida e posição espacial própria dentro de um SANs, aspectos que influenciam não só a eficiência de tratamento, como também a dinâmica hidráulica do tratamento.** Dessa forma a disposição física das espécies dentro de um sistema de tratamento deve ser estudado individualmente em função da forma geométrica do sistema, declividade, lâmina de água, sombreamento, bem como em decorrência da vazão e do tipo de efluente.



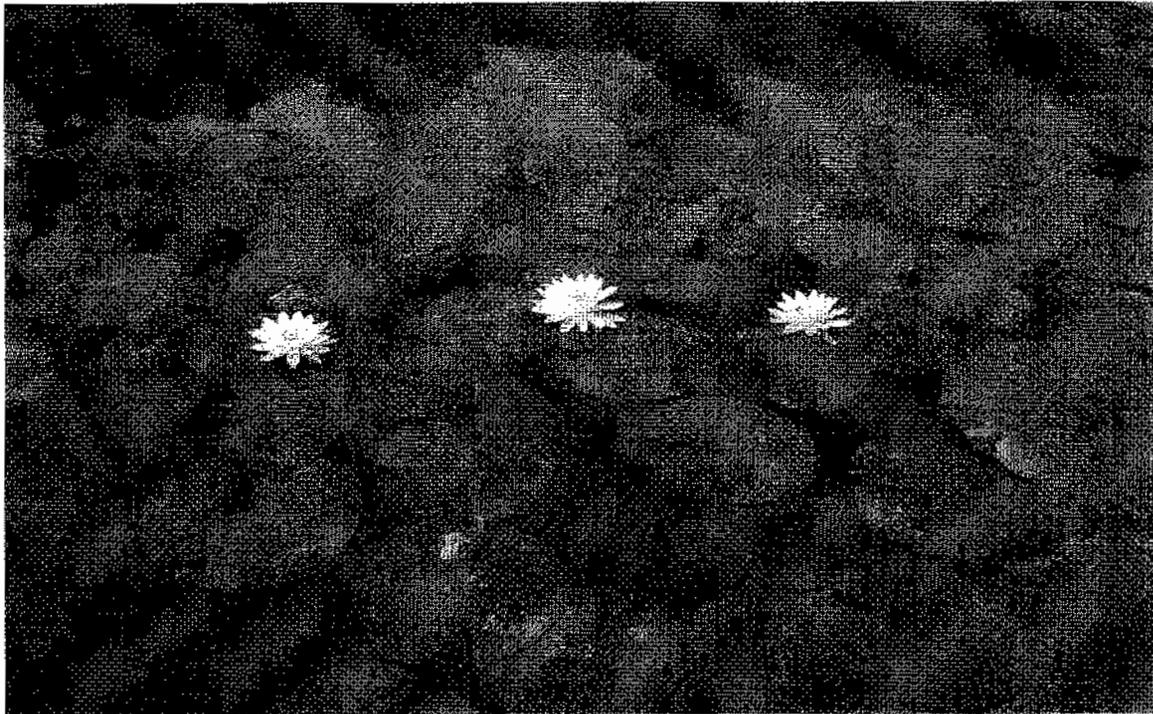
Pontederia cordata (1º plano) e *Xantosoma sagittifolium* (2º plano).



Colocasia esculenta



Juncus sp



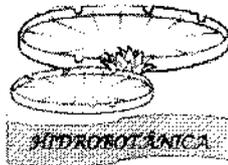
Nymphaea sp

2.6 – DENSIDADE DE PLANTAS

O stand de plantas a utilizar, respeita uma equação de grau dois, pois relaciona o tempo mínimo para obtenção da máxima eficiência do sistema com o mínimo custo de implantação. Quanto maior a densidade de plantas/m², mais rápido o sistema atinge a sua eficiência máxima, mas também maior o custo de implantação. Assim, para as espécies adotadas, temos os stands:

Espécie	Densidade (Un/m ²)
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	06
<i>Colocasia gigantea</i>	04
<i>Colocasia esculenta</i>	08
<i>Pontederia cordata</i>	10
<i>Vetiveria zizanioides</i>	10
<i>Juncus sp</i>	14
<i>Thalia geniculata</i>	08
<i>Canna indica</i>	10
<i>Heliconia psitacorum</i>	14
<i>Amarilys sp</i>	08
<i>Papyrus nana</i>	12
<i>Nymphaea</i>	02
<i>Xanthossoma sagittifolium</i>	06





2.7 – PADRÃO DAS MUDAS DAS MACRÓFITAS PARA SANs

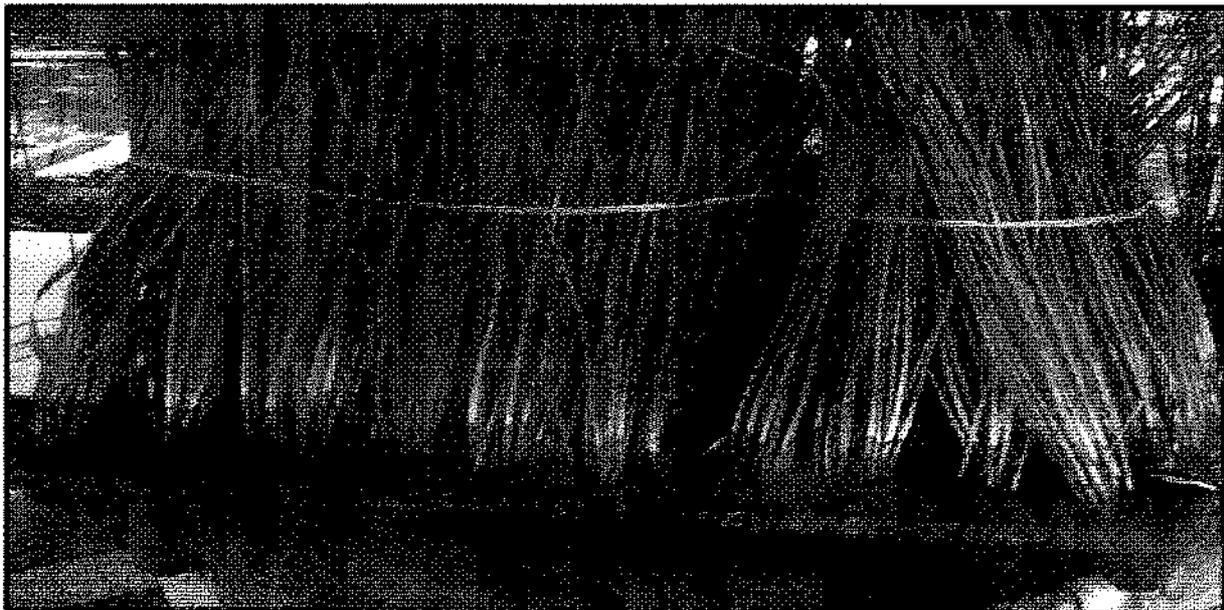
As plantas a serem utilizadas, deverão ter suas mudas produzidas em substrato agrícola orgânico, sem adição de areia ou silte. As mudas das plantas, deverão ter sistema radicular íntegro; sem enovelamento, cortes ou contaminados com patógenos (atenção especial a Nematóides).

É vedado o uso de plantas extraídas da natureza (fruto de extrativismo), e ou produzidas em embalagens plásticas (sacos pretos) plantados em solo argiloso, pois o projeto requer sistema radicular íntegro, com radículas preparadas para uso sob efeito de efluentes.

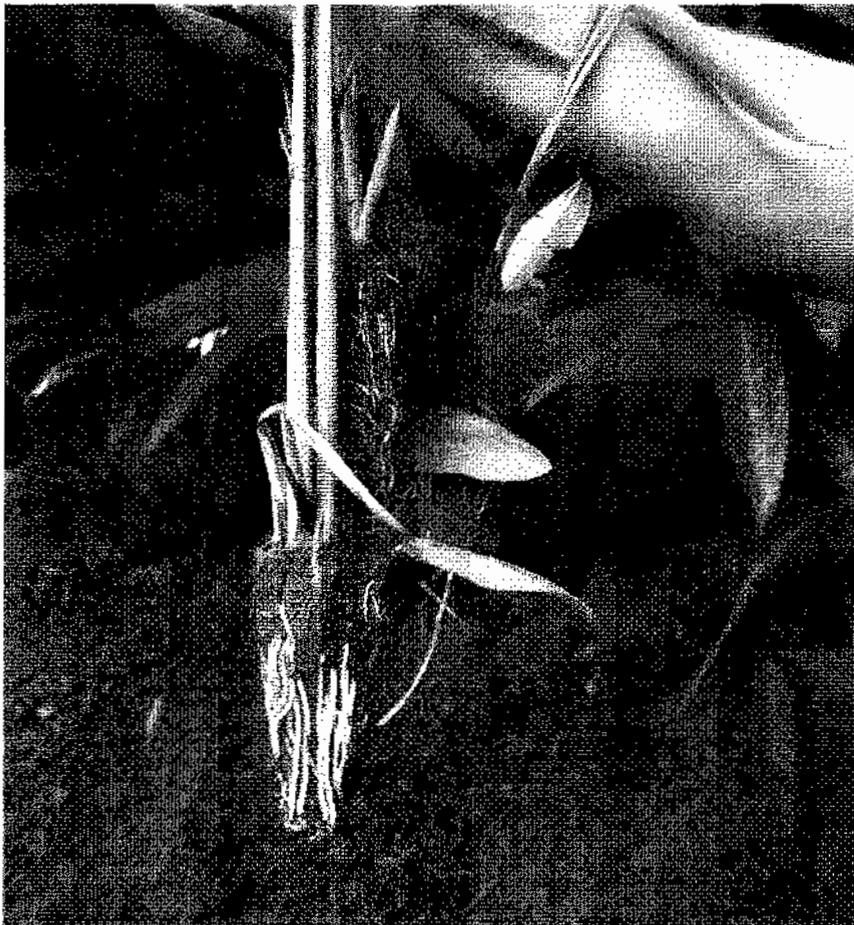
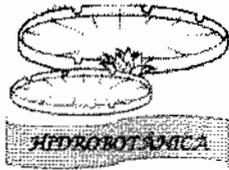
As plantas utilizadas devem ser produzidas sob supervisão técnica de técnico registrado no RENASEM.

O volume do sistema radicular das mudas, deve ser de 100 ml com formato trapezoidal, com exceção da espécie *Colocasia gigantea*, que necessita de volume de 1000 ml, com formato cônico.

A área vélica das plantas deve ser aparada em 1/3 de seu total, três dias antes do plantio, sendo o porte ideal para plantio, entre 0,2m e 0,4m.



Exemplos de mudas produzidas em substrato, em bandejas de 100ml, com área vélica aparada.



Padrão de muda exigido pelo projeto técnico

Sítio das Flores - Estrada do Rio Acima - Bairro do Engenho - Miracatú - S.P.
0XX11 982599547 - 0XX1298142014



2.8 – MÉTODO DE PLANTIO

A profundidade das plantas deve ser aquela que o solo cubra ligeiramente o colo da planta. Dispondo sempre as mudas das plantas em quinquêncio, adotando distâncias de:

- 0,27m X 0,27m; para stands de 14 plantas/m².
- 0,29m X 0,29m; para stands de 12 plantas/m².
- 0,32m X 0,32m; para stands de 10 plantas/m².
- 0,35m X 0,35m; para stands de 8 plantas/m².
- 0,50m X 0,50m; para stands de 4 plantas/m².



SANS recém enriquecido com plantas.

Os stands de plantas para SANS, são maiores quando comparados com SACs, isto se dá em função de que a cobertura do solo ou da lâmina d'água neste local deva ser mais rápida para concorrer com as ervas daninhas que naturalmente aparecerão no ambiente de um SANS, enquanto o ambiente de um SACs, é estéril em relação á ervas infestantes.





2.9 – PLANTIO

No momento do plantio, o SANs, deverá ser plantado imediatamente após o controle das ervas daninhas infestantes, esse controle pode ser realizado de forma mecânica (retirada total de rizomas, estolões, gema basal ou outro elemento de reprodução) com posterior controle químico, através da aplicação de herbicidas. O uso de agroquímicos, deve ser precedida em um mês de uma roçada baixa com remoção da massa verde das infestantes e seu uso deve respeitar as premissas do Receituário Agrônômico; onde houver ervas de alto poder infestante, como espécies dos gêneros *Brachiaria*, *Setaria* e *Digitaria*, é necessária uma segunda aplicação de herbicida de controle.

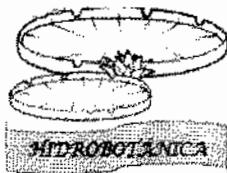
A distribuição das plantas dentro do SANs deve sempre formar linhas obstruindo o fluxo de água, formando um cordão. Dentro da área dos SANs, as espécies devem respeitar a seguinte distribuição:

Espécie	Condição a ser plantada	Luminosidade
<i>Amarilys sp</i>	Área permanentemente alagada	Sol ou Meia Sombra
<i>Canna indica</i>	Úmida	Sol
<i>Colocasia esculenta</i>	Úmida	Sol ou Meia Sombra
<i>Colocasia gigantea</i>	Área alagada sob efeito de chuvas ou úmida	Sombra
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	Área alagada sob efeito de chuvas ou úmida	Sol ou Meia Sombra
<i>Heliconia psitacorum</i>	Área alagada sob efeito de chuvas ou úmida	Sol ou Meia Sombra
<i>Juncus sp</i>	Área permanentemente alagada	Sol
<i>Nymphaea sp</i>	Área alagada sob efeito de chuvas ou úmida	Sol
<i>Papyrus nana</i>	Área alagada sob efeito de chuvas ou úmida	Sol
<i>Pontederia cordata</i>	Área permanentemente alagada	Sol ou Meia Sombra
<i>Thalia geniculata</i>	Área permanentemente alagada	Sol ou Meia Sombra
<i>Vetiveria zizanioides</i>	Úmida	Sol
<i>Xantossoma sagittifolium</i>	Área alagada sob efeito de chuvas ou úmida	Meia Sombra

Área permanentemente alagada - (A) - aquela mais próxima à obstrução e que permanecerá sempre com lâmina d'água.

– **Área alagada sob efeito de chuvas – (B)** – aquela que terá lâmina d'água em momentos de chuva e poucas horas após sua ocorrência.

– **Área úmida – (C)** – aquela que não terá lâmina constante em nenhum momento, mas sempre permanece úmida.



IV – EFLUENTE

1 – CARACTERIZAÇÃO

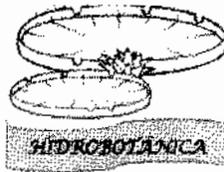
O Efluente a ser considerado nos tratamentos quer sejam SACs, SANs, sofreram diversas modificações/tratamentos até atingirem esses sistemas, quer sejam por tratamento primário; (Fossa séptica + Sumidouro) e ou pelo deslocamento vertical e horizontal até atingir o Riacho Pageú, sendo assim, será considerada Água Servida que deverá passar por processo de polimento antes de atingir o manancial via Lagoas do Parque Pageú ou do Parque da Fazenda.

Como resultado do exposto, o efluente ao atingir a o Riacho Pageú, já teve parte de sua Biodegradabilidade realizada, restando neste, a parte de degradação com demanda química, podendo em alguns pontos de coleta /amostragem características de efluente com necessidades de degradação por processos químicos ou por processos de aeração.

A carga de DBO que consideramos para todos os cálculos, **é de 329 mg/l**, parâmetro esse medido, quando da entrada do Riacho Pageú, no Parque da Cidade, imediatamente após a Rua Dr. Arimatéia Monte e Silva.

Existem ao longo do Riacho Pageú, enquanto este corta o Parque da Cidade, diversas contribuições de efluentes, em sua maioria em galerias de águas pluviais; algumas apresentam visualmente maior carga de contaminação e outras menores cargas que o fluxo principal.

Com relação a **vazão, em épocas de secas**, o volume do Riacho Pageú, medido logo após o término de seu percurso pelo Parque da cidade, junto à Av. José Euclides Ferreira Gomes, **é de 83 l/s**; essa carga é representada por águas servidas, uma vez que não há contribuição do lençol freático ao final do período de secas. Assim, é essa a vazão de tratamento que adotaremos para efeito de cálculos, uma vez que as contribuições secundárias, somam parcela pequena, pouco representativa desse total.



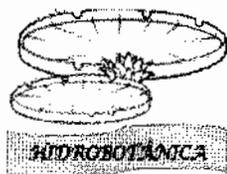
2 – EFICIÊNCIA

Com relação ao potencial de tratamento e às eficiências desejadas, podemos compor segundo Sperling, 2005, as eficiências que essa tecnologia poderá atingir;

Sistema	Eficiência média de remoção (%)					
	DBO	DQO	SS	N _{total}	P _{total}	CF
Wetlands	80-90	75-85	87-93	<60	<35	99,9-99,99

A resolução CONAMA 430/11, que disciplina o lançamento de efluentes, determina que os tratamentos respeitem determinados parâmetros ao serem lançados, para o caso da DBO, que é o parâmetro que norteia nossos trabalhos, a legislação determina que esse parâmetro esteja no limite de 120 mg/l ou que o tratamento remova 60% de seu poder poluente.

Certamente, não atingiremos índices de tratamento próximos de 100%, zerando a DBO; isso ocorreria se houvesse a possibilidade de ser montado sistema de tratamento com diversos tipos de fluxos. A meta deste trabalho é reduzir a DBO em 80%, quando ao final da Lagoa de tratamento no Parque Pageú, a DBO estará na casa dos 60mg/l.



V – DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento de um sistema, deve respeitar algumas premissas, como:

1 – PARÂMETROS BÁSICOS

Adotaremos dois parâmetros básicos para dimensionamento dos sistemas de tratamento:

1.1- DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO – DBO

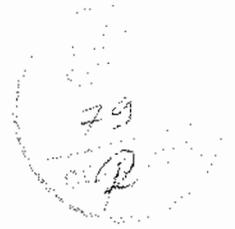
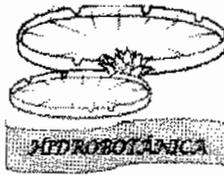
De forma bem resumida, a DBO representa a quantidade de Oxigênio necessária para que os microorganismos metabolizem as moléculas de carbono que existem no efluente. **Utilizaremos o parâmetro de DBO mínimo de 60 mg/l**, o que representa redução superior de 80% da DBO inicial que é de 329 mg/l.

1.2 – TEMPO DE DETENÇÃO HIDRÁULICO

Representa o tempo total em que o efluente permanece detido dentro do sistema de tratamento, usualmente os sistemas são dimensionados em função de uma TDH de um dia, mas como o efluente apresenta baixa Biodegradabilidade, utilizaremos **TDH variando de 1,6 dias a 2,2 dias**, dependendo do equipamento de tratamento.

2 – RELAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES TECNOLOGIAS

A tecnologia de Wetlands, ou de Sistemas de Alagados Construídos (SACs), é bastante nova no Brasil, tanto que, no ano de 2017, realizou-se o 3º Simpósio Brasileiro de *Wetlands*. A academia está avançando na consolidação de estudos técnicos, pesquisas e experimentos. Quando comparado a outros processos tecnológicos, os projetos de Alagados Construídos efetivamente implantados ainda são poucos;



todavia e conforme os trabalhos e as expectativas expostas no 3º Simpósio Brasileiro de *Wetlands*, esse cenário irá mudar rapidamente.

Assim, dados de eficiência muitas vezes são extrapolados de pesquisas em outros países ou comparadas inter - parametricamente com outras tecnologias, dessa forma, podemos estimar que a eficiência de um SANs, tende a ser bem menor que a de um SACs. Estima-se que a eficiência de um SANs é da ordem de 50% da eficiência de um SACs, pois, a inexistência de um meio poroso como suporte das plantas, reduz significativamente a atividade microbiana aeróbica e facultativa que dinamizam as atividades transformadoras desse meio.

3 – CÁLCULOS DAS ÁREAS NECESSÁRIAS

Existem diversos métodos de cálculo para determinação da área necessária para um tratamento por Alagados Construídos, como por exemplo:

3.1 - Pela densidade populacional

Considera apenas a área necessária por habitante, que pode variar de 0,5 m² a 3,0 m²/habitante/dia.

3.2 - Pela vazão unitária

Considera de forma simplista a injeção de efluente num SACs, na ordem de 250l/m²/dia, sem considerar nenhum outro fator.

3.3 - Pela demanda de oxigênio total e pela concentração de bases nitrogenadas

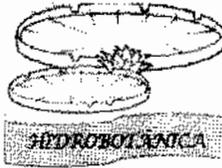
Considera diversos fatores, da seguinte forma:

$$A = OD \times 1000 / SAD;$$

Onde:

$$A = \text{Área Calculada em m}^2;$$





OD= Demanda de Oxigênio = Kg (NH₄-N) /dia x 4,3 Kg O²/Kg (NH₄-N) +
+ (Kg DBO (5-20) /dia x 1 Kg O²/ Kg DBO (5-20));
SAD= Demanda de Aeração na superfície, sendo < 30g O²/m²/dia.

3.4 - Pela DBO

Método que considera a DBO, a vazão, a profundidade, a porosidade do meio, e as condições locais, pela média da temperatura anual, conseqüentemente a atividade microbiológica.

Adotaremos em nossos cálculos de dimensionamento a fórmula de cálculo delineada pela concentração de DBO, pois considera fatores locais e é recomendada por diversos autores como Conley et al (1991), Philippi & Sezerino (2004), Rousseau (2004), entre outros, pois segue modelos cinéticos de primeira ordem e se expressa pela seguinte equação:

S= Qx(Ln CA/CE)/KtxNxH ; onde:

S= área em m²;

Q = Vazão em m³/dia;

Ln Ca= relativa à concentração do efluente de entrada em mg/l;

Ln CE = relativa à concentração do afluente de saída do SACs em mg/l;

K = Constante de reação cinética de 1ª ordem;

N= porosidade do substrato;

P = profundidade efetiva;

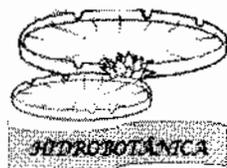
Para se calcular Kt, usa-se a fórmula de Van't Hoff- Arrhenius:

$K_t = K_{20} \times 1,06^{(T-20)} = K_{20} \times 1,06^{(21,2 - 20)} = 1,4.$

Onde;

K₂₀ = 1,1;

K_(T-20) = Temperatura Crítica Local (média dos dias mais frios).



3.4.1 – Dimensionamento SACs

Para os dimensionamentos de SACs, usamos os parâmetros

$K_t = 1,4$ para Sobral;

$N = 0,45$;

$P = 0,5m$;

$\ln CA = \ln 329 = 5,8$

Tratamento	Área (m ²)	Vazão (l/s) 12 h	Vazão Diária (m ³)	DBO final (mg/l)
SACs 1	1053	8,60	369	122
SACs 2	88	0,72	31	119
SACs 3	284	2,32	100	122
SACs 4	219	1,78	77	255
SACs 5	381	3,08	133	63
SACs 6	140	1,14	49	122
SACs 7	1031	8,36	361	122
SACs 8	918	7,44	321	122
SACs 9	355	2,88	124	122
SACs 10	439	3,56	154	122
SACs 11	499	4,06	175	122
SACs 12	392	3,18	137	122
SACs 13	508	4,12	178	110
SACs 14	185	1,50	65	122
SACs 15	973	7,90	341	122
Média	-	-	-	126

3.4.2 – Dimensionamento SANs

Para os dimensionamentos de SACs, usamos os parâmetros

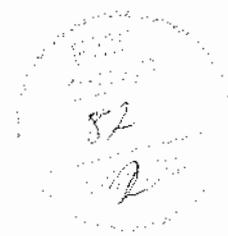
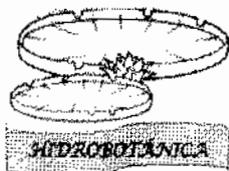
$K_t = 1,4$ para Sobral;

$N = 1,0$;

$P = 0,1m$;

SANs = eficiência de 50% do SACs.





Tratamento	Área (m ²)	Vazão Diária (m ³)	DBO final (mg/l)
SANs 1	1584	1932	270
SANs 2	2172	1932	245
SANs 3	5462	1932	202
SANs 4	1205	1932	190

4 – INDIVIDUALIZAÇÃO DE CADA SISTEMA COM DADOS PRINCIPAIS E IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS

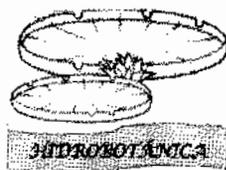
Adotando o parâmetro da DBO, como base para os dimensionamentos e que como meta seja reduzir esse parâmetro para 60mg/l e ainda que a proposição inicial desse projeto é que a tecnologia dos tratamentos deve causar os mínimos impactos diretos negativos ao ambiente. É então possível compor a área e localização de cada tratamento e sua forma, se SACs, SANs e que os Impactos Diretos ao Ambiente Sejam Mínimos.

Os impactos diretos negativos ao ambiente identificados, se restringem a algumas áreas terem a necessidade de **terraplanagem**, sempre se utilizando áreas já anteriormente antropizadas.

Quanto aos **impactos positivos**, não nos atemos em enumerá-los, pois lastreiam-se na **melhoria da qualidade das águas** (ambiente) e na **geração de emprego e renda**, através da possibilidade da produção de flores de corte em diversos SACs e SANs.

5 – VAZÃO NOMINAL POR TRATAMENTO

Na sequência enumeramos todos os tratamentos, em função de sua localização e do tipo de tratamento, elencando sua vazão nominal para um período de Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 12 horas nos SACs do Parque das Cidade, lembrando que esses efluentes, sofrerão mais dois tratamentos no Parque Pageú, sendo o TDH no SACs de mais 12 horas e na lagoa de mais 72 horas.

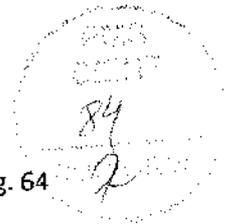
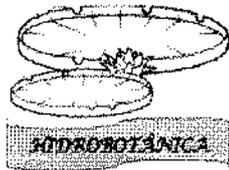


Tratamento	Área (m ²)	Volume (m ³)	Vazão ((l/s) 12 h)
SACs 1	1053	369	8,60
SACs 2	88	31	0,72
SACs 3	284	100	2,32
SACs 4	219	77	1,78
SACs 5	381	133	3,08
SACs 6	140	49	1,14
SACs 7	1031	361	8,36
SACs 8	918	321	7,44
SACs 9	355	124	2,88
SACs 10	439	154	3,56
SACs 11	499	175	4,06
SACs 12	392	137	3,18
SACs 13	508	178	4,12
SACs 14	185	65	1,50
SACs 15	973	341	7,90
SANs 1	1.584	-	-
SANs 2	2.172	-	-
SANs 3	5.462	-	-
SANs 4	1.205	-	-

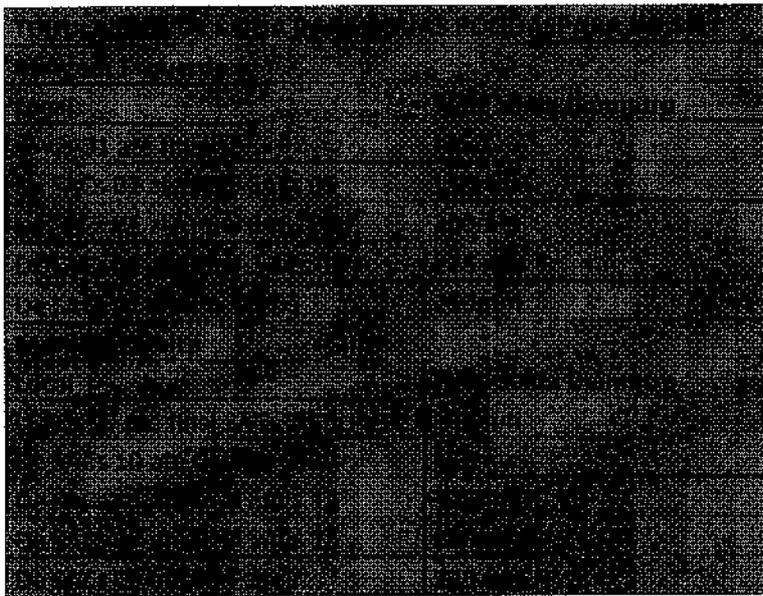
6 – Determinação das Tubulações de Trabalho

Na sequência enumeramos os diâmetros das tubulações de trabalho de cada SACs, bem como sua localização.

TUBULAÇÕES DE ENTRADA DE ÁGUAS SERVIDAS PARA F-9 SA	
Margem Esquerda	
Local	Tubo Chegada Diâmetro
Caixa de areia até SACs 01	250mm
De SACs 01 até SACs 06	200mm
De SACs 05 até SACs 08	175mm
A tubulação de chegada encontra-se no SACs 08	
Margem Direita	
Local	Tubo Chegada Diâmetro



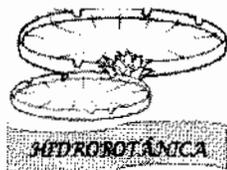
Espaço de areia entre SACs 10	225mm
De SACs 10 até SACs 11	100mm
De SACs 11 até SACs 13	175mm
De SACs 13 até SACs 14	150mm
De SACs 14 para SACs 15	125mm
A tubulação de drenagem encontra-se no SACs 15	



SACs	Vazão de trabalho	Diâmetro Tubo Entrada	Diâmetro Tubo Saída	Diâmetro tubo chuva	Diâmetro tubo esvaziamento
1	8,6	125 mm	125 mm	200 mm	70mm
2	0,72	50 mm	50 mm	75 mm	30 mm
3	2,32	75 mm	75 mm	100 mm	50mm
4	1,78	70 mm	70 mm	100 mm	50 mm
5	3,08	90 mm	90 mm	125 mm	50 mm
6	1,14	60 mm	60 mm	60 mm	50 mm
7	8,36	125 mm	125 mm	200 mm	70 mm
8	7,44	125 mm	125 mm	200 mm	70 mm
9	2,88	80 mm	80 mm	125 mm	50 mm
10	3,56	90 mm	90 mm	125 mm	50 mm
11	4,06	100 mm	100 mm	150 mm	50 mm
12	3,18	90 mm	90 mm	125 mm	50 mm
13	4,12	100 mm	100 mm	150 mm	50 mm
14	1,5	70 mm	70 mm	100 mm	50 mm
15	7,9	125 mm	125 mm	200 mm	70 mm

l = 1%





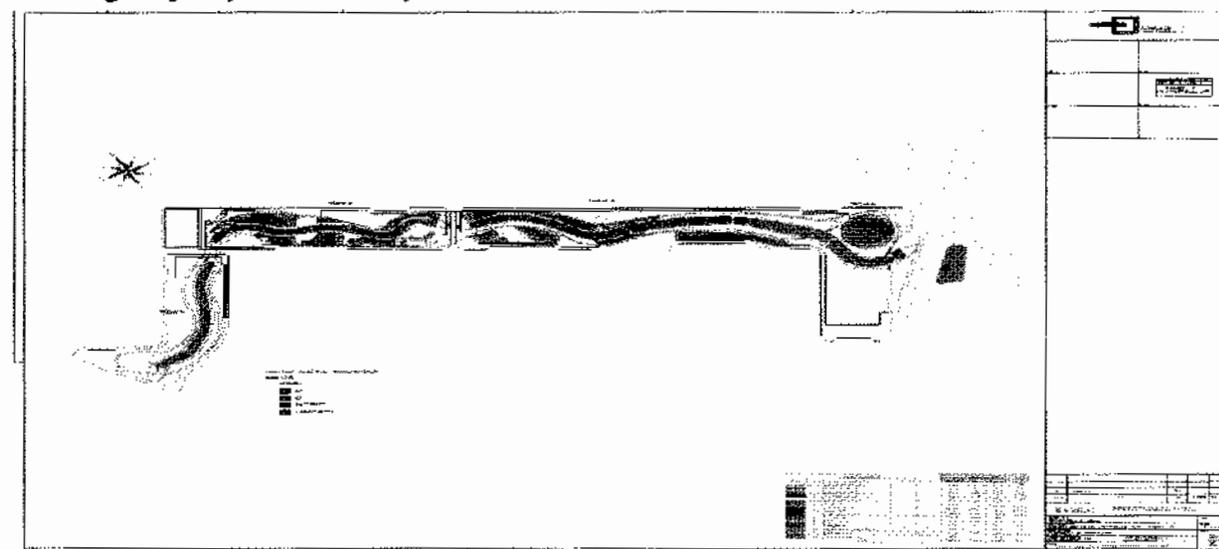
85
P

VI – QUANTIFICAÇÃO DE PLANTAS E MATERIAIS

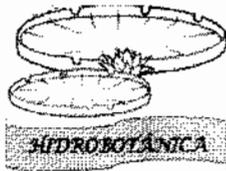
A – Plantas

TABELA DE ESPÉCIES				Parque da Cidade						Quantidade		
cor	nº	Espécie	Stand (un/m²)	Área (m²)	SAC	Área (m²)	SAC	Área (m²)	SAC	Total		
	1	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	6	212,44	1.275	449,37	2.696	341,76	2.051	392,99	2.358	4380
	2	<i>Colocasia gigantea</i>	4	170,17	681	108,16	433	102,81	411	102,72	411	1936
	3	<i>Colocasia esculenta</i>	8	582,31	4.658	388,21	3.106	706,57	5.653	257,16	2.057	15474
	4	<i>Pontederia cordata</i>	10	1.199,79	11.998	1.479,82	14.798	611,06	6.111	430,89	4.309	37216
	5	<i>Vetiveria zizanioides</i>	10	0,00	0	928,68	9.287	0,00	0	861,75	8.618	17905
	6	<i>Juncus sp</i>	14	601,63	8.423	673,53	9.429	228,46	3.198	248,68	3.482	24532
	7	<i>Thalia geniculata</i>	8	709,22	5.674	1.441,53	11.532	523,86	4.191	1.052,19	8.418	29815
	8		10	1.723,67	17.237	1.324,43	13.244	1.275,19	12.752	1.922,48	19.225	62458
	9	<i>Heliconia psittacorum</i>	14	1.271,53	17.801	1.487,23	20.821	371,18	5.197	523,77	7.333	51152
	10	<i>Amaryllis sp</i>	8	1.425,41	11.403	155,84	1.247	0,00	0	50,82	407	13057
	11	<i>Papyrus nana</i>	12	674,98	8.100	548,19	6.578	951,41	11.417	1.331,25	15.975	42070
	12	<i>Nymphaea</i>	2	0,00	0	360,13	720	0,00	0	126,45	253	973
	13	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	6	0,00	0	176,23	1.057	0,00	0	0,00	0	1057
	14	<i>Pontederia alba</i>	10	364,98	3.650	32,50	325	734,29	7.343	464,32	4.643	15961
	6.a	<i>Juncus sp (espac. Dif.)</i>	3	0,00	0	930,75	2.792	0,00	0	0,00	0	2792
TOTAL				8.936,13	90.899	10.484,60	98.067	5.846,59	58.323	7.765,47	77.487	324778

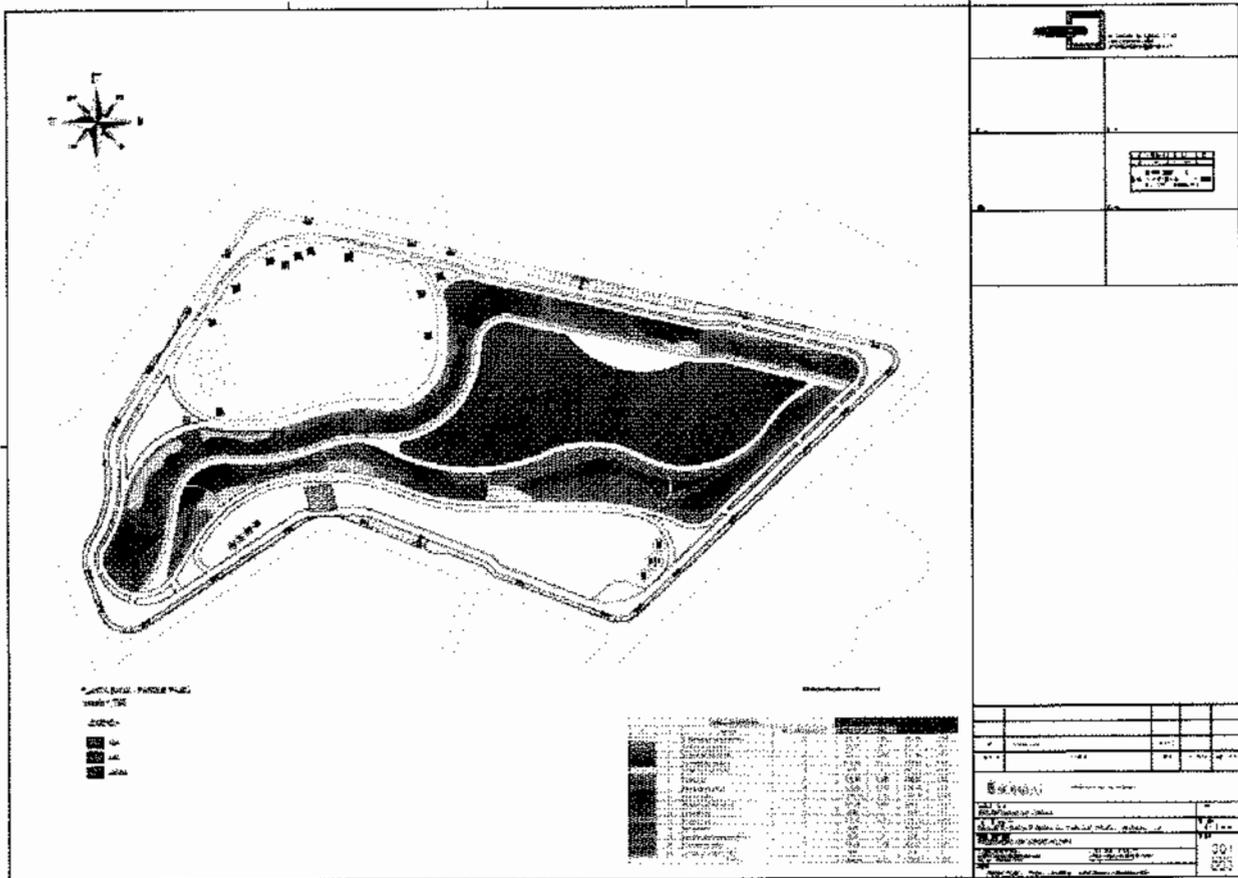
A1 - Paginação plantas Parque da Cidade



[Handwritten signature]



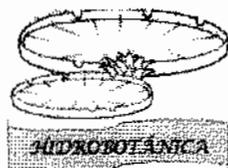
A2 - Paginação plantas Parque Pageú



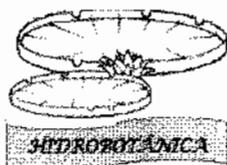
B – Materiais

A - Parque da Cidade

TIPO DE MATERIAL	QUANTIDADE	UNIDADE
"T" de 125mm	11	UNIDADE
"T" de 150mm	5	UNIDADE
"T" de 175mm	7	UNIDADE
"T" de 200mm	6	UNIDADE
"T" de 200mm	5	UNIDADE
"T" de 225mm	3	UNIDADE
"T" de 250mm	2	UNIDADE
"T" de 50mm	2	UNIDADE
"T" de 60mm	2	UNIDADE
"T" de 70mm	4	UNIDADE
"T" de 75mm	2	UNIDADE



"T" de 100mm	5	UNIDADE
"T" de 80mm	2	UNIDADE
"T" de 90mm	6	UNIDADE
Redução de 250mm para 125mm	2	UNIDADE
Redução de 125mm para 50mm	1	UNIDADE
Redução de 200mm para 100mm	1	UNIDADE
Redução de 200 mm para 70mm	1	UNIDADE
Redução de 150mm para 75mm	1	UNIDADE
Redução de 150mm para 70mm	1	UNIDADE
Redução de 200mm para 60mm	1	UNIDADE
Redução de 225mm para 125mm	2	UNIDADE
Redução de 250mm para 200mm	1	UNIDADE
Redução de 200mm para 175mm	3	UNIDADE
Redução de 100mm para 80mm	1	UNIDADE
Redução de 150mm para 125mm	2	UNIDADE
Redução de 175mm para 150mm	2	UNIDADE
Redução de 150mm para 90mm	1	UNIDADE
Redução de 225mm para 200mm	3	UNIDADE
Redução de 200mm para 75mm	1	UNIDADE
Redução de 200mm para 50mm	1	UNIDADE
Redução de 200mm para 90mm	4	UNIDADE
Redução de 250mm para 225mm	1	UNIDADE
Redução de 175mm para 60mm	1	UNIDADE
Redução de 175mm para 125mm	2	UNIDADE
Redução de 225mm para 80mm	2	UNIDADE
Redução de 175mm para 90mm	1	UNIDADE
Redução de 175mm para 100mm	2	UNIDADE
Redução de 150mm para 100mm	2	UNIDADE
Redução de 125mm para 70mm	1	UNIDADE
Registro de esfera 50mm	2	UNIDADE
Registro de esfera 125mm	8	UNIDADE
Registro de esfera 70mm	4	UNIDADE
Registro de esfera 60mm	2	UNIDADE
Registro de esfera 80mm	2	UNIDADE
Registro de esfera 100mm	4	UNIDADE
Registro de esfera 90 mm	6	UNIDADE
Registro de esfera 75 mm	2	UNIDADE
Curvas 45º de 125 mm	8	UNIDADE
Curvas 45º de 50 mm	2	UNIDADE
Curvas 45º de 70 mm	4	UNIDADE
Curvas de 45º de 90 mm	6	UNIDADE
Curvas de 45º de 60 mm	2	UNIDADE



Curvas de 45º de 80 mm	2	UNIDADE
Curvas de 45º de 100 mm	4	UNIDADE
Curvas de 45º de 75 mm	2	UNIDADE
Cotovelo 90º de 125mm	8	UNIDADE
Cotovelo 90º de 50mm	2	UNIDADE
Cotovelo 90º de 75mm	2	UNIDADE
Cotovelo 90º de 70mm	4	UNIDADE
Cotovelo 90º de 90mm	6	UNIDADE
Cotovelo 90º de 60mm	2	UNIDADE
Cotovelo 90º de 80mm	2	UNIDADE
Cotovelo 90º de 100mm	4	UNIDADE
Tubo PVC 125 mm	216	metro
Tubo PVC 200 mm	1050	metro
Tubo PVC 50 mm	18	metro
Tubo PVC 75 mm	24	metro
Tubo PVC 70 mm	36	metro
Tubo PVC 80 mm	18	metro
Tubo PVC 90 mm	42	metro
Tubo PVC 100 mm	91	metro
Tubo PVC 175 mm	600	metro
Tubo PVC 250 mm	330	metro
Tubo PVC 225 mm	378	metro
Tubo PVC 150 mm	426	metro
Tubo PVC 60 mm	24	metro
Seixo	3.246	m ³
Geomembrana de PEAD	8.619	m ²
Manta Geotextil	8.619	m ²
Caixa visita*	30	UNIDADE

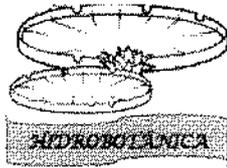
* - Caixas de visita e manejo em concreto 0,7x 0,7x 0,7m com tampa

Todas as conexões e tubos são de PBA esgoto marrom.

Manta geotextil, com resistência a tração maior ou igual a 7 kN/m

Brita de granito de granulometria de 1,0 cm a 2,0m.

Geomembrana de PEAD 1mm ABNT NBR 15352



A - Parque Pageú

TIPO DE MATERIAL	QUANTIDADE	UNIDADE	
⁞T de 225 mm	4	UNIDADE	
Redu de 250mm para 150mm	5	UNIDADE	
Redu de 225mm para 150mm	4	UNIDADE	
Tubo PBA 150 mm	18	m	
Cotovelo de 90 de 150mm	5	UNIDADE	
Curva de 45 de 175mm	50	UNIDADE	
Tubo PBA de 175 mm	102	m	
Tubo PBA de 200 mm	36	m	para vertedouro
Curva de 45 de 200mm	6	UNIDADE	para vertedouro
Brita	2.535	m ³	
Manta Geotextil	6.295	m ²	
Geomembrana de PEAD	6.295	m ²	

Todas as conexões e tubos são de PBA esgoto marrom.

Manta geotextil, com resistência a tração maior ou igual a 7 kN/m

Brita de granito de granulometria de 1,0 cm a 2,0m.

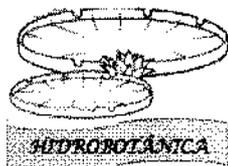
Geomembrana de PEAD Imm ABNT NBR 15352

VII - MANUTENÇÃO

A tecnologia a ser implantada através de Alagados Construídos ou Naturais, demanda pouca manutenção por se tratar de processo com mínima interferência construtiva, utilização de válvulas rsticas, fluxo de efluente predominantemente gravitacional, baixa demanda de energia e grande interatividade com os sistemas naturais; em vista disso, as taxas de manutenção são baixas quando comparados a outros sistemas de tratamento; as demandas de manutenção baseiam – se em:

1 – Podas

Aspectos relativos a fitossanidade, vigor, esttica e regeneração vegetativa, são as principais razes para que se proceda com a poda das espécies vegetais.

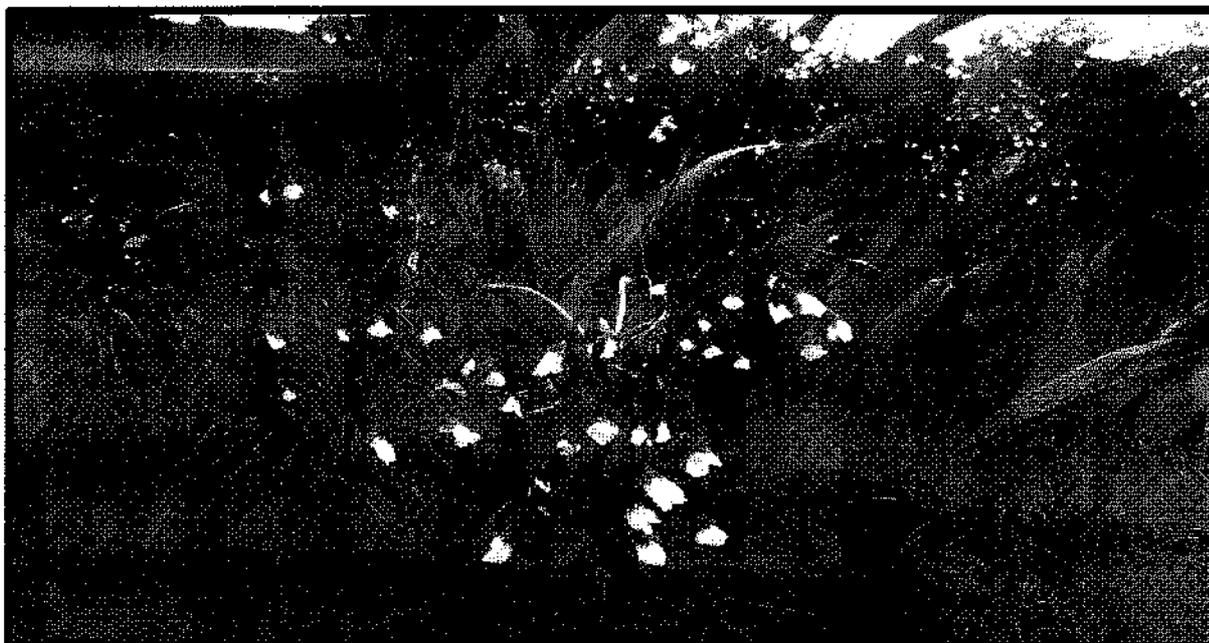


Essas podas devem ser do tipo “drástica” ou rasteira, suprimindo a parte aérea da planta. Este procedimento incentivará a rebrota e o lançamento de novas raízes e radicelas, além do que, proporcionará intervalo maior entre essas operações.

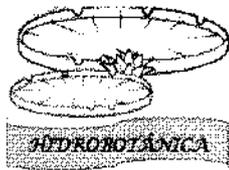
As espécies vegetais devem ser podadas sempre que, atingirem o ápice de seu estágio reprodutivo – observado quando uma grande maioria das inflorescências entram em processo de senescência.

A Biomassa resultante destas podas deve ser totalmente removida do Sistema pode ser destinada à compostagem, para transformação em substrato / adubo orgânico; *mulch* (cobertura morta), para cobertura de solo em jardins e hortas; alimentação animal, dentre outros.

Nos Sistemas de SANs, a poda será naturalmente dificultada por fatores relativos ao local de implantação destes. Em razão da inexistência da camada suporte / meio poroso com seixo – característicos da ação de filtragem inerente aos Sistema, a não realização de podas das espécies vegetais destes Sistemas não implicará em maiores danos ou impactos negativos aos Sistemas, apenas na diminuição de sua eficiência.



Exemplo de SACs em florescimento – pronto para o manejo de poda



Exemplo de poda "drástica" sendo realizada



Exemplo de poda finalizada, com material vegetal destinado à compostagem.

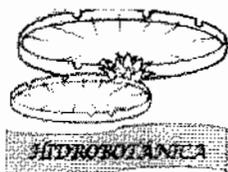
2- Caixas de Areia

Na entrada do sistema haverá caixa separadora de areia, bem como sistema de gradeamento que deverão ser costumeira e regularmente limpas, no mínimo com a frequência mensal e imediatamente após cada grande chuva (acima de 30 mm/dia).

As caixas de passagem, deverão ser inspecionadas e limpas bimensalmente.

3 – Corte das Flores

Diversos SACs contemplam o uso de espécies que se adequam a produção comercial de flores de corte, como as Helicônias, esse material pode ser utilizado pela comunidade local como geração de emprego e renda, sendo esta atividade de grande benefício ao sistema de biofitorremediação, pois quando da colheita das flores, boa parte da planta é podada, levando ao “sequestro” das frações que são responsáveis

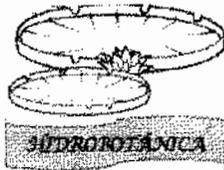


Pag. 73

pela eutrofização dos mananciais hídricos. Assim, essa prática deve ser incentivada por beneficiar todos os agentes do sistema, inclusive a eficiência do sistema de tratamento.

4 – Controle de Vazão

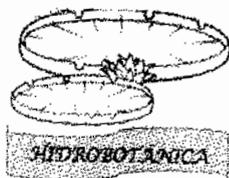
Quinzenalmente todos os tratamentos deverão ter sua vazão calibrada, regulando-se a vazão nominal em l/s para cada parcela de tratamento. Isso pode ser feito com o uso de recipiente simples de 50 litros de volume, colocado na entrada de cada tratamento, medindo-se o tempo de enchimento em três repetições, se determinará a vazão de cada tratamento, regulando-se a vazão desejada no registro de entrada. Isso se faz necessário, pois as vazões no local de coleta, podem se modificar de acordo com o regime de chuvas e pequenas sedimentações nas tubulações e no registro de entrada podem modificar a vazão.



VIII – BIBLIOGRAFIA

- 1 - VASCONCELOS, V. M. M.; SOUZA, C. F. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém - 2011.
- 2 - Salati & Salati - Utilização de Sistemas de Wetlands Construídas para Tratamento de Águas - Eneas Salati, Eneas Salati Filho, Eneida Salati; Instituto Terramax - Consultoria e Projetos Ambientais LTDA – Piracicaba- 2009
- 3 - Raimundo R. J. & Outros; INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS – IFAM - Ficha técnica - Cartilha Hortaliças Não Convencionais Na Amazônia – (1997).
- 4 - Jordão, E.P. e Pessoa, C.A. “Tratamento de Esgotos Domésticos”. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 3a. ed. 1994.
- 5 – Piveli, R. P. – Tratamento de Esgotos Sanitários - FAPESP – 2007.
- 6 – Daker, A. – Hidráulica Aplicada á Agricultura - 6ª Ed. - Rio de Janeiro – 1983.
- 7 – Weber & Prado - Dimensionamento de Wetlands Construídas em Sistemas Individuais de Tratamento de Esgoto Sanitário – 2º Simpósio Brasileiro de Wetlands – Belo Horizonte – 2017.
- 8 - Sezerino, P. H. & Outros. - Filtro plantado com macrófitas (wetlands) como tratamento de esgotos em unidades residenciais - critérios para dimensionamento. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville – ABES - 2003.
- 9 - Begosso, L. – Determinação de Parâmetros de Projeto e Critérios para Dimensionamento e Configuração de Wetlands para Tratamento de Águas Cinzas – UFMS – Campo Grande – 2009.
- 10 – Manejo de Águas Pluviais – Tomaz, P. – 2009 – UNG – 2009.





Pag. 75

11 – Sperling, M. V.; Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – UFMG – 2001.

12 – Sperling, M. V.; Princípios Básicos do Tratamento de Esgoto Vol. I, II – UFMG – 2011.

13 – Andrade, J. C. M. & Outros – Fitorremediação – Uso de Plantas na Melhoria da Qualidade Ambiental – São Paulo – Oficina de textos – 2009.

14 – Dias, A.E. – Biorremediação de Áreas Afetadas por Resíduos Sólidos Tóxicos – Fiocruz – 2000.

15 – Embrapa Meio Ambiente – Rizoremediação e Biodegradação – Jaguariúna – 2001.



Yen Fátia F. Marques
Coord. de Plan. e Orçamento /CREA-
CE:333696
Secretaria de Infraestrutura-SEINF
Prefeitura Municipal de Sobral