Estudo para Implantação de um Sistema de Reuso de Águas Cinzas em um Edifício Residencial



Helcio Hokama[1]; Mariana F. Costa[1];.Marinaldo C. Junior[1]
[1] *Faculdade Educacional de Araucária*

RESUMO

O crescimento populacional e a oferta de água potável apresentam grandes riscos de abastecimento em grandes centros urbanos. O Brasil possui um número considerável de reservas subterrâneas, porém a água disponível para consumo humano é distribuída de forma desigual em diferentes regiões, tornando-a escassa em alguns lugares. A busca por fontes alternativas como o reuso de água vem sendo motivo entre as pesquisa, pois reutilizar e aproveitar a água nos traz muitos benefícios. Porém tem-se em mente alguns critérios quando reutilizar água, entre eles: higiene, estética, proteção ambiental e viabilidade técnica e econômica.Neste trabalho foi visado elaborar um sistema economicamente viável, capaz de reaproveitar uma parte da água utilizada nas edificações, para fins não potáveis, acarretando uma economia real e uma redução no consumo de água potável. No reuso de águas cinzas foi utilizado as águas cinzas claras provenientes dos chuveiros, para remoção das impurezas, estas passarão por um sistema de tratamento wetland, onde será utilizado o copo-de-leite como planta ornamental do sistema, após análise a planta se adaptou ao clima da região e retirou os nutrientes necessários para uma possível reutilização desta água. Os sistemas wetlands são uma alternativa economicamente viável em locais com disponibilidade de área, como no edifício em estudo. O trabalho foi baseado em um edifício localizado em Curitiba-Pr. Apresentaremos assim a viabilidade do sistema e seu custo de implantação e manutenção.

Palavras chave: reuso, água, wetland, alternativas

ABSTRACT

Population growth and the supply of drinking water present great risks of supply in large urban centers. Brazil has a considerable number of underground reserves, but the water available for human consumption is distributed unevenly in different regions, making it scarce in some places. The search for alternative sources such as water reuse has been a motive among research, because reusing and seizing the water brings us many benefits. However, some criteria are in mind when reusing water, among them: hygiene, aesthetics, environmental protection and technical and economic feasibility. The aim of this work was to develop an economically viable system capable of reusing a part of the water used in buildings for non-potable purposes, resulting in a real saving and a reduction in the consumption of drinking water. For the rainwater harvesting system we will perform the filtration and subsequent disinfection with chlorine, the rainwater is considerably a clean water. In the reuse of gray water was used the light gray water that comes from showers and washbasins, to remove the impurities, they will pass through a wetland treatment system, where the milk glass will be used as an ornamental plant of the system, after analysis The plant adapted to the climate of the region and removed the necessary nutrients for a possible reuse of this water. Wetlands systems are an economically viable alternative in locations with area availability, such as in the study building. The work was based on a building located in Curitiba-Pr. We will present the feasibility of the system and its cost of implementation and maintenance.

Key Words: reuse, water, wetland, alternatives

1. INTRODUÇÃO

A água é essencial para à vida em nosso planeta. Porém o volume de água potável que está disponível para consumo tem se tornado a cada dia que passa mais escasso. O grande crescimento pela demanda e o crescimento populacional desordenado são alguns dos principais fatores que influenciam diretamente no consumo da água, principalmente em grandes centros urbanos.

Em uma residência a demanda de água divide-se em potável e não potável. Para o uso potável a água deve ser segura, permitindo a ingestão e contato dermal, atendendo assim a Resolução 518/04 do Ministério da Saúde. No edifício estudado iremos reutilizar para fins não potáveis, onde demanda-se uma água com qualidade menos restrita, com qualidade inferior à necessária para fins potáveis. As águas de reuso são uma opção correta, ou seja, pensando no ponto de vista ambiental, pois contribuem para a diminuição da captação e redução nas vazões de lançamento de efluentes.

O edifício de estudo está localizado na região de Curitiba, Paraná, onde ainda não se sofre com a escassez de água, pois a região tem altos índices pluviométricos, tornando assim os *impactos menos visíveis. Porém como sabemos que a água é um bem finito, temos que levar em consideração que se continuarmos assim, uma hora vamos ser atingidos também, logo devemos levar em consideração e buscar fontes alternativas principalmente em casos onde não há exigência do uso de água potável.*

No edifício em estudo, foi proposto o estudo para implantação de um sistema de tratamento *wetland*, utilizando o copo-de-leite para tratamento das águas cinzas claras.

Dentro do contexto apresentando, vê-se a necessidade de novas fontes de água para o uso não potável, para atender a demandas menos restritivas, deixando assim águas de melhor qualidade para fins mais nobres onde realmente há necessidade de utilizá-las, reduzindo assim o consumo de água potável e despejos sanitários na rede de esgoto.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Reuso de água

A demanda por sistemas alternativos tem crescido drasticamente devido a urbanização e à desertificação, que já afetam muitas regiões do mundo, criando cenários onde os sistemas convencionais de abastecimento já não atendem a demanda solicitada, seja pelo custo ou escassez natural da água (LOBATO, 2005).

O reuso da água é a sua reutilização, que após sofrer tratamento adequado, destina-se a diferentes propósitos, com o objetivo de se preservar os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade. Pode ser entendido como a utilização dessa substância por duas ou mais vezes, após tratamento, para minimizar os impactos causados pelos lançamentos de esgotos sem tratamento nos rios. A racionalização do uso da água e o reuso poderão permitir assim uma solução mais sustentável (FIORI; FERNANDES; PIZZO, 2006).

Segundo HESPANHOL (2003), o reuso para fins potáveis é associado a riscos muito elevados e geralmente custos altos, tornando-se assim inviável tecnicamente e financeiramente, logo deve-se utilizar as águas de reuso para atender demandas menos restritivas, liberando a água de melhor qualidade para usos nobres, como o abastecimento doméstico.

Porém toda água de reuso, mesmo que para fins não potáveis necessita de um certo grau de exigência, como podemos na Tabela 1:

TABELA 1 – EXIGÊNCIAS MÍNINAS DA ÁGUA EM FUNÇÃO DO USO

ÁGUA PARA DESCARGA EM BACIAS SANITÁRIAS - CARACTERÍSTICAS
Não deve apresentar mau cheiro
Não deve ser abrasiva
Não deve manchar superfícies
Não deve deteriorar os metais sanitários
Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana

FONTE: ADAPTADO GONÇALVES, et al., 2005

2.2 Águas cinzas

2.3.1 Águas cinzas para reuso

JEFFERSON et al. (1999); ERIKSSON et al. (2002) e OTTOSON & STENSTROM (2003) classificam águas cinzas como águas servidas residenciais originadas de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinha, máquinas e tanques de lavar roupas. Porém NOLDE (1999) e CHRISTOVA-BOAL et al. (1996), não incluem nas águas cinzas o efluente proveniente de cozinhas, devido a considerá-lo altamente poluído, putrescível e com inúmeros compostos indesejáveis, como óleos e gorduras.

Para MENDONÇA (2004) conhecer o tipo de efluente é indispensável para a definição do tratamento a ser aplicado e o uso final que esse efluente pode suprir. Ele os classifica como efluente preto "*blackwater*" e efluente cinza "*greywater*".

A composição das águas cinza é principalmente influenciada pelo comportamento do usuário, podendo também apresentar variação conforme a região, onde a cultura, os costumes, as instalações e a utilização de produtos químicos são diferentes (MAY, 2008).

A reutilização de águas cinzas tratadas em residências contribui, reduzindo o consumo residencial de água potável, contribuindo também para a redução dos contaminantes do solo e dos corpos d´água. Em edificações de grande porte a prática do reuso de águas cinzas apresenta-se como uma alternativa atrativa (ALVES, et al., 2009).

Para ERIKSSON et al. (2002) As águas cinza devidamente tratadas podem ser utilizadas no consumo não potável como descarga de bacias sanitárias, lavagem de calçadas e ruas, irrigação de jardins, construção civil (compactação do solo, controle de poeira, lavagem de agregados), limpeza de tubulações, chafarizes, podendo ser utilizadas para diversos fins, porém o tipo de tratamento a ser aplicado e o uso final são determinantes para o sucesso.

2.4.1 Tratamento de águas cinzas – Sistema Wetland

Os *wetlands* construídos são capazes de promover a depuração de águas residuárias através de uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos, que incluem sedimentação, precipitação, adsorção às partículas do material filtrante, assimilação pelos tecidos das plantas e transformações microbiológicas (VYMAZAL; KROPFELOVÁ, 2008).

O sistema artificial é uma reprodução do sistema natural, normalmente utilizado para tratamento de efluentes de esgoto em tanques, rios e lagos. A vegetação inserida por de ser: macrófitas aquáticas flutuantes e plantas aquáticas emergentes (SALATI *et al.*, 1982).

No Brasil estes sistemas recebem denominações como áreas alagadas construídas, zonas de raízes, leitos cultivados, sistemas alagados construídos e banhados contruídos, porém independente da denominação a principal característica deste tipo de tratamento é que são meios saturados ou mesmo inundados por água. As condições de clima predominantemente tropicais do Brasil podem favorecer esse tipo de tratamento, que devido a temperatura média mais alta aumenta a atividade microbiológica e a maior insolação, que faz com que as plantas se desenvolvam mais rapidamente e consequentemente aumentam a perda líquida do sistema através da evapotranspiração, reduzindo consideravelmente o volume de água residuária descartada após tratamento (TONIATO, 2005).

2.4.1.1 *Wetlands* Construídos

Os sistemas de *wetlands* construídos são sistemas projetados que utilizam tecnologia com o objetivo de reproduzir os sistemas de *wetlands* naturais (BEDA, 2011). Estes sistemas consistem na utilização de plantas aquáticas em substratos feitos de materiais inertes. As interações entre planta e substrato formam um biofilme que abriga população de microrganismos responsáveis pelos mecanismos químicos, físicos e biológicos para tratamento das águas residuárias (SOUZA et al., 2004).

Segundo CALIJURI et al. (2009), os *wetlands* podem ser uma opção para pós tratamento de efluentes, uma vez que apresentam capacidade de remoção média de 70, 80 e 60% para sólidos suspensos totais, DBO5,20 e DQO, respectivamente.

Estes sistemas são projetados com maior grau de controle, comparando-os com os sistemas naturais, uma vez que é possível definir a composição do substrato, escolher o tipo de vegetação, selecionar o local, definir o tempo de detenção e realizar o controle hidráulico (CUNHA, 2006).

2.4.1.2 Vegetação

O tratamento de águas residuárias tem como característica importante o uso de plantas, cientificamente definidas como macrófitas aquáticas vasculares, estabelecidas em um substrato, que pode ser constituído de vários tipos de solos ou pedras. O uso de plantas torna este tipo de tratamento amigável esteticamente (TONIATO, 2005).

São sistemas projetados para utilizar plantas em substratos (areia, solo, cascalho) onde de forma natural e sob condições ambiente adequada, pode-se formar o biofilme, o qual agrega uma população variada de micro-organismos, localizados principalmente nas raízes (HOUSE, BROOME, 1990).

2.4.1.2.1 Copo de Leite

Zantedeschia aethiopica, conhecida popularmente como copo de leite, conforme Figura 1, é uma planta perene, com altura variando entre 45 e 90 cm, com floração em ambiente natural em meados do verão a fim do outono. A flor é uma grande bráctea tubiforme que se abre para formar um funil assimétrico, as folhagens tem formato de espada, de 38 a 60 cm de comprimento. É uma planta tida como resistência média. Seu cultivo deve ser em solo úmido a encharcado já que a planta sofre com a seca. Podendo ser cultivada em pleno sol ou meia sombra.

Foi realizada uma análise e a Copo-de-leite se adapta ao clima da região e retêm os nutrientes necessários para assim conseguir reutilizar a água. No Gráfico 1

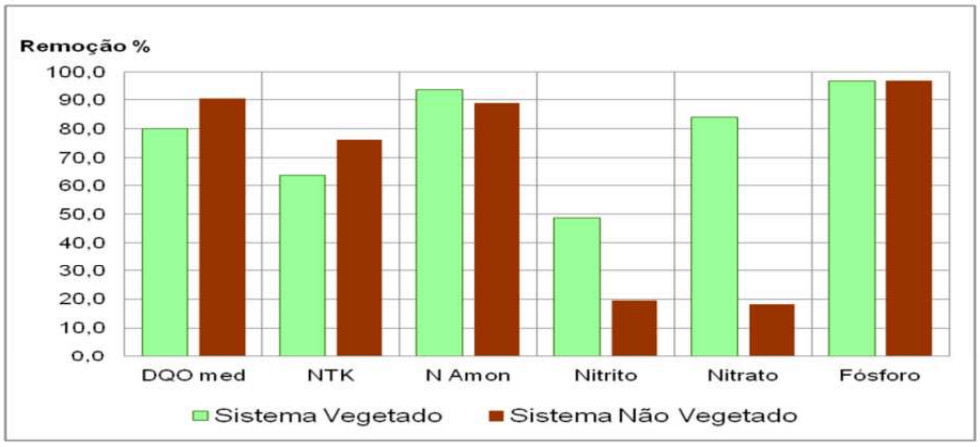
verificamos a porcentagem de nutrientes retidas pela planta em questão, conforme um estudo realizado por MORAIS (2014) que realizou um estudo com um sistema vegetado com o copo-de-leite e outro sistema sem vegetação.



FIGURA 1 - COPO DE LEITE *(Zantedeschia Aethiopica)*

FONTE: BLOG SPOT (2015)

GRÁFICO 1 – REMOÇAÕ DE NUTRIENTES DO COPO-DE-LEITE



FONTE: MORAIS (2014)

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento metodológico, adotou-se um edifício residencial multifamiliar de alto padrão, fictício, localizado em Curitiba-Pr, com 32 pavimentos, 02 apartamentos por andar, para o edifício em questão adotou-se que cada apartamento teria em média 04 habitantes, totalizando assim uma população final de 256 pessoas. No pavimento térreo estão localizados a garagem, piscina, sauna, squach, clube do vinho e espaço gourmet.

3.1 Águas Cinzas

As águas cinzas captadas dos chuveiros e lavatórios contém uma certa quantidade de produtos químicos, como substâncias presentes nos shampoos, sabonetes, pasta de dente, produtos de limpeza. Primeiramente estas águas captadas passarão pelo tanque séptico onde ocorre a decantação e digestão de sólidos suspensos e parte da matéria orgânica, em seguida encaminha-se o efluente para o sistema de tratamento *wetland* para digestão de matéria orgânica com uma eficiência mais elevada. Após passagem pelo sistema *wetland* a água passará também por um processo de desinfecção, onde utilizou-se o cloro.

Após a passagem por todo o tratamento a água será armazenada em reservatórios localizados na área externa do edifício, para posteriormente ser bombeada para reservatórios superiores para assim poder ser reutilizada. Optou-se por reutilizar as águas cinzas captadas para abastecer as bacias sanitárias do edifício.

3.2 Dimensionamento

3.2.1 Volume mensal consumido

Para se estimar com maior precisão a caracterização das vazões e as frequências de utilização dos aparelhos sanitários utilizou-se um estudo feito por BARRETO e MEDEIROS (2008), para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

Também foi seguido o método de cálculo abordado por TOMAZ (2009), para dimensionar o volume de água de reuso mensal consumida.

3.3.1.1 Bacia Sanitária

Considerou-se que cada pessoa utilize a bacia sanitária 5 vezes ao dia (BARRETO, et al., 2008), e que o volume de cada descarga seja de 6 litros, considerando a utilização de bacias sanitárias com caixa acoplada, sendo um total de 256 habitantes no total, considerando-se o mês com 30 dias (TOMAZ, 2009), temos:

$$Q = \frac{N * q * P * 30}{1000}$$

Onde:

Q= Vazão (m^3/mês);

q= Vazão Diária $\left(\frac{l}{desc.}\right)$;

N= Número de utilização por pessoa;

P= número de habitantes;

$$256\,pessoas\ *\ 5\ \frac{descarga}{\frac{pessoa}{dia}} * 6\ \frac{litros}{descarga} *\ \frac{30\ dias}{1000} =\ 230{,}4\,\frac{m^3}{mês} \quad (1)$$

O consumo interno nas bacias sanitárias onde será utilizada as águas cinzas de uso não potável é de 230,4 m³/mês ou 7,68 m³/dia, como mostrado na Equação 1.

3.2.2 Volume mensal produzido

3.2.2.1 Chuveiro

Foi adotado que cada habitante toma 1 banho por dia com duração aproximada de 15 minutos, será utilizado ducha com misturador.

$$Q = N * t * q * P * 60$$

Onde:

q= Vazão diária $\left(\frac{l}{s}\right)$ conforme Tabela 2 retirada da NBR 5626/1993;

N= Número de utilização por pessoa, conforme Tabela 3 retirado de TOMAZ (2009);

t= Tempo de utilização (min), conforme Tabela 3 retirado de TOMAZ (2009);

P= Número de habitantes.

TABELA 2 – VAZÃO NOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO EM FUNÇÃO DO APARELHO SANITÁRIO E PEÇA DE UTILIZAÇÃO

APARELHO SANITÁRIO	PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO (l/s)
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20

FONTE: ADAPTADO NBR 5626/1993

TABELA 3 – UTILIZAÇÃO POR PESSOAS

USO INTERNO	UNIDADES	PARÂMETROS		
		INFERIOR	SUPERIOR	MAIS PROVÁVEL
Duração do banho	Minutos	5	15	7,3
Frequência do banho	Banho/pessoa/dia	0	1	1

FONTE: ADAPTADO TOMAZ (2009)

Então:

$$Q = 1 * 15 * 0{,}2 * 256 * 60 \quad (2)$$

$$Q = 46080\ litros\ ou\ 46{,}08\ m^3/dia$$

O chuveiro irá produzir 46080 litros/dia ou 46,08 m³/dia de águas cinza para reuso.

3.2.3 Águas cinzas

3.3.3.2 Dimensionamento do tanque séptico

Será tratado apenas as águas obtidas pelos chuveiros, pois esta atenderá a demanda das bacias sanitárias.

De acordo com a Tabela 4 determina-se a largura (L), comprimento (B) a partir da altura (h) estimada em função do volume útil.

Adota-se h=1,60, considerando que o terreno apresenta dificuldade de escavação. Usando uma relação empírica que estabelece a seguinte relação:

$$V = b * h * l$$

Onde:

V = Volume útil (m³)

b = Comprimento (m)

h = Altura (m)

l = Largura (m)

TABELA 4 – PROFUNDIDADE DO TANQUE SÉPTICO

VOLUME ÚTIL (m^3)	PROFUNDIDADE ÚTIL MÍNIMA (m)	PROFUNDIDADE ÚTIL MÁXIMA (m)
Mais de 10,0	1,80	2,80

FONTE: ADAPTADO NBR 7229/ 1993

A Tabela 5 apresenta as dimensões arbitradas para o tamanho do tanque séptico.

TABELA 5 – DIMENSÕES DO TANQUE SÉPTICO

b (m)	h (m)	l (m)	V (m³)
2,5	1,6	4,0	16,0

FONTE: AUTORES (2017)

No ANEXO A conseguimos analisar o corte esquemático de como será o tanque séptico.

3.3.3.3 Dimensionamento Sistema Wetland

Conforme um estudo elaborado por MORAIS (2014), uma *Wetland* com área de 0,22 m², utilizando 9 mudas de copo de leite (*Zantedeschia aethiopica)* consegue tratar o equivalente a 70 litros de agua não potável conforme Tabela 6.

Utilizando como parâmetro estes dados mencionados, dimensionou-se qual a área necessária para o tratamento de um volume diferente.

No ANEXO B, temos uma descrição de como serão as camadas filtrantes do sistema *wetland* de tratamento.

Nos ANEXOS C e D temos detalhes da tubulação de recepção e distribuição do efluente nas camadas filtrantes.

TABELA 6 – CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA WETLAND

CARACTERÍSTICA	DIMENSÃO
Área Superficial	0,22 m²
Nº de mudas	9
Altura da camada de brita da superfície	300 mm
Altura da camada de areia	300 mm
Altura da camada de brita calcária	50 mm
Altura da camada de brita no fundo	50 mm
Granulometria da brita	# 1
Granulometria da areia	1,2 a 4,8 mm
Volume Total	200 L
Volume útil	166 L
Volume de vazios	70 L
Índice de Porosidade	0,42

FONTE: ADAPTADO MORAIS (2014)

Como o tempo de retenção é de 48 horas o dimensionamento deve ser elaborado para suprir as próximas 48 horas do tratamento seguinte.

$$Q_{48} = Q_d * 2 \qquad (3)$$
$$Q_{48} = 7{,}68 * 2$$
$$Q_{48} = 15{,}36 \cong 16\ m^3$$

Se 0,22 m^2 trata 0,07 m^3 com essa comparação utilizando a equação a baixo:

$$A_w = \frac{Q_{48} * A_c}{Q_c}$$

Onde:

A_w = Área necessária para wetland (m²);

Q_{48} = Volume de tratamento wetland (m³);

A_c = Área de comparação;

Q_c = Volume de comparação (m³).

$$A_w = \frac{16*0,22}{0,07} = 50,29\ m^2 \cong 51\ m^2 \quad (4)$$

4. DISCUSSÃO

Foi realizado o levantamento do custo para implantação do sistema *wetland* no edifício, conforme Tabela 7.

TABELA 7 – CUSTO DE IMPLANTAÇÃO SISTEMA WETLAND

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO (R$)
1	Tanque Séptico em concreto armado, incluso impermeabilização com manta asfáltica.	10.00m²	19.585,51
2	Sistema de tratamento de esgoto primário (Sistema *Wetland*)	51.00m²	49.785,73
2,1	Tubulação de drenagem Ø 100 mm incluso conexões	60.00m	2.565,90
3	Reservatório do sistema *wetland*	15.81m²	26.767,13
4	Bomba para recalque 7,5 CV Schneider ou similar.	1.00 unid.	8.000,00
TOTAL DO SISTEMA			106.704,27

FONTE: AUTORES (2017)

Além do custo de implantação no valor de R$ 106.704,27, vamos ter um custo com manutenção anual no valor de R$ 7667,00, conforme Tabela 8.

TABELA 8 – CUSTO DE MANUTENÇAÕ DO SISTEMA WETLAND

MANUTENÇÃO SISTEMA WETLAND		CUSTO ANUAL		7.667,00
MANUTENÇÃO GERAL (3 anos)				
Brita 1	17,85	m³	70,00	1.249,50
Areia	15,30	m³	60,00	918,00
Brita Calcária	2,55	m³	90,00	229,50
M.O (Mão de Obra)	24,00	Hh (Hora/Homem)	30,00	720,00

Caçamba	35,70	m³	120,00	4.284,00
			TOTAL	7.401,00
MANUTENÇÃO PARCIAL				
MENSAL				
M.O (Mão de Obra)	4,00	hh	30,00	120,00
Diversos	1,00	Un.	80,00	80,00
			TOTAL	200,00
TRIMESTRAL				
M.O (Mão de Obra)	6,00	Hh (Hora/Homem)	30,00	180,00
Diversos	1,00	Un.	120,00	120,00
			TOTAL	300,00
SEMESTRAL				
M.O (Mão de Obra)	20,00	Hh (Hora/Homem)	30,00	600,00
Diversos	1,00	Un.	200,00	200,00
			TOTAL	800,00

FONTE: AUTORES (2017)

Além do gasto de implantação e manutenção dos sistemas de reuso, no edifício em estudo teremos um gasto com energia para funcionamento destas bombas para o perfeito funcionamento do sistema, conforme Tabela 9.

TABELA 9 – GASTO COM ENERGIA PARA FUNCIONAMENTO DAS BOMBAS

BOMBA	FUNCIONAMENTO	GASTO MENSAL
7,5 CV	2 Horas a cada 2 dias (168,75 Kwh/mês) R$	R$ 108,84/mês
	TOTAL MENSAL	R$ 108,84/mês
	TOTAL ANUAL	R$ 1.306,08 /ano

FONTE: AUTORES (2017)

5. CONCLUSÃO

No decorrer desse estudo foi ressaltada a importância da reutilização da água, com o intuito de garantir a sustentabilidade e preservar os recursos existentes, demanda por sistemas alternativos que possibilitem economicidade dos recursos naturais vem crescendo ao longo dos anos. Tratando-se de sistemas de reuso de água, o volume de águas de reuso (águas cinzas) representa economia no consumo de água potável e redução na geração de esgoto e consequentemente gera também uma economia financeira.

No trabalho realizado buscou-se instituir a importância de utilizar águas de reuso onde não há necessidade do uso de água potável e também demonstrar a viabilidade em se adotar esse sistema. No edifício em análise, utilizando apenas as águas cinzas provenientes dos chuveiros foi possível atender as bacias sanitárias, reduzindo assim o consumo do edifício em 230,4 m³/mês, como a tarifa para a região de Curitiba-PR é de

aproximadamente R$ 10,49/m³ (Sanepar 11 ~15m³) estamos realizando uma redução de custos no total de R$ 2416,89. Além de todo custo com implantação e manutenção teremos um gasto anual de energia elétrica no total de R$ 1.306,08/ano.

Vamos ter uma redução de custo anual no valor de R$ 55.012,20, um gasto com manutenção de R$ 7.667,00 e um custo de implantação de R$ 106.704,27, assim o tempo de retorno para este caso seria de 3,5 anos, o que demonstra que esse tempo de retorno é bem curto, viabilizando a implantação desse sistema, além da grande economia de água potável teremos também uma grande redução de gasto na conta de água.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, W.C. et. al. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229 – Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos. 1993.

BEDA, J. N. **Determinação do coeficiente de decaimento bacteriano em Wetland (Alagado construído).** Dissertação de mestrado em Engenharia Sanitária. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

CALIJURI, M. L. et. al. **Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes.** Artigo Técnico. 2008. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2009.

CUNHA, C. de A. G. da. **Análise da eficiência de um sistema combinado de alagados construídos na melhoria de qualidade das águas.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ERIKSSON, E. et.al. **Characteristics of grey wastewater. Urban Water.** v. 4, n.1, 2002.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinza em edificações.** Ambiente construtivo, v. 6, n. 1, 2006.

GONÇALVES A.L.; Filho A.A.; MENEZES H. **Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas.** 2005.

HESPANHOL, I. **Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. Bahia Análise e Dados**, Salvador, V.13, 2003.

JEFFERSON, et al. **Technologies for domestic wastewater recycling.** Urban Water, 1999.

LOBATO, M. B. **Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método Electre III.** Ambiente Construído, v. 6, n. 1, 2006.

MAY, S.; **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** Tese de doutorado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2008.

MENDONÇA, P. A. O. **Reuso de água em edifícios públicos. O caso da escola politécnica. Salvador.** Dissertação (Mestrado em gerenciamento e Tecnologias ambientais no processo produtivo) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2004.

MORAIS, J. C.. **Avaliação de *Wetland* Construído de Fluxo Subsuperficial Vertical Tratando Esgoto Sanitário.** Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Processos Ambientais). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

OTTOSON, J.; STREMSTROM, T. A. **Faecal contamination of greywater and associated microbial risks.** Water Research, v.37, 2003.

SALATI, E. and RODRIUES, N.S. **De poluente a nutriente, a descoberta do aguapé. Revista Brasileira da Tecnologia**, 1982

SOUZA, J. T. et.al **Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB.** Nota técnica. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 9 – N° 4 – out/dez 2004.

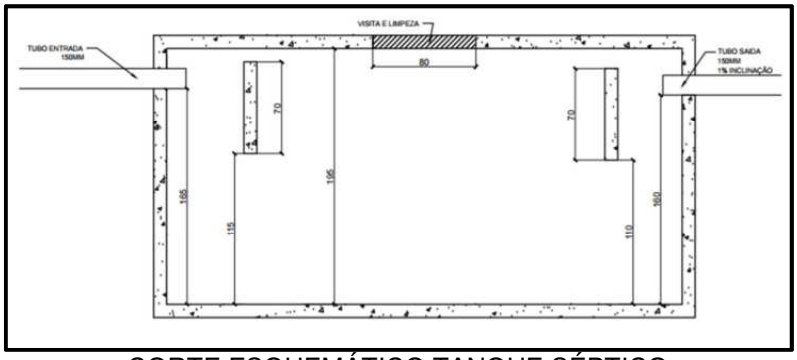
TOMAZ, P., **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.** Vol. 1 2009.

TONIATO, J. V. **Avaliação de um wetland construído no tratamento de efluentes sépticos – estudo de caso Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.** Dissertação (Mestre em Ciências) Fundação Osvaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2005.

VYMAZAL, J; KROPFELOVÁ, L. **Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow.** Berlin, Alemanha: Springer, 2008.

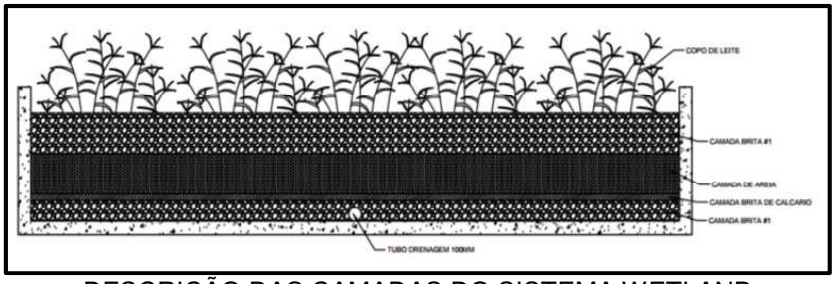
ANEXOS

ANEXO A



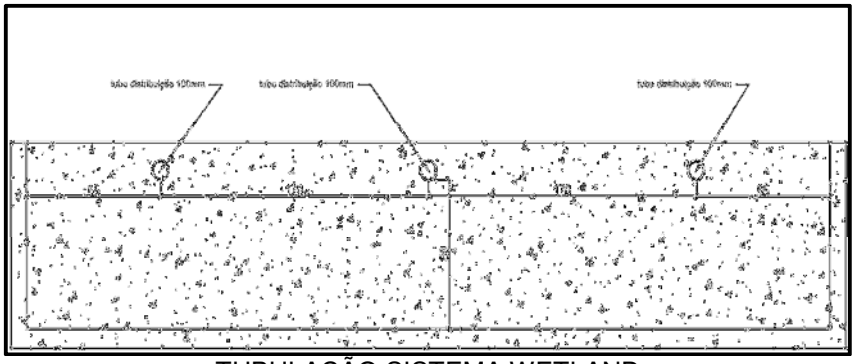
CORTE ESQUEMÁTICO TANQUE SÉPTICO
FONTE: AUTORES (2017)

ANEXO B



DESCRIÇÃO DAS CAMADAS DO SISTEMA WETLAND
FONTE: AUTORES (2017)

ANEXO C



TUBULAÇÃO SISTEMA WETLAND
FONTE: AUTORES (2017)