

27º. Encontro Técnico AESABESP

REÚSO DE ÁGUAS CINZAS: AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM HOTEL

Glauber Tulio Fonseca Coelho

Mestre em Saneamento Ambiental; Faculdade Pitágoras de São Luís/MA; E-mail: glauber.coelho@kroton.com.br

Daiane Teixeira da Silva Almeida

Graduada em Engenharia Civil; Faculdade Pitágoras de São Luís/MA; E-mail: dayane21.teixeira@hotmail.com

Pedro dos Santos Silva

Graduado em Engenharia Civil; Faculdade Pitágoras de São Luís/MA; E-mail: pedro_ehs@yahoo.com.br

Manoel Cardoso de Sousa Junior

Graduando em Engenharia Civil; Faculdade Pitágoras de São Luís/MA; E-mail: juniorcardoso007@hotmail.com

Daniel Rocha Pereira

Mestre em Energia e Ambiente; Faculdade Pitágoras de São Luís/MA; E-mail: daniel.rocha.drp@gmail.com

RESUMO

Com o crescimento da população aumentará também a demanda de água potável para o consumo e a geração de esgotos; devido essas demandas, somadas ao aumento da escassez da água, observa-se a importância do tema reúso de águas cinzas no contexto de empreendimentos, contemplando-se tecnologias sustentáveis, com o objetivo de eliminar ou reduzir o impacto e a integração com o meio ambiente. Com o aumento da demanda de água tratada, o reúso da água ganha destaque. Portanto, é de suma importância a busca por desenvolvimento de tecnologias e soluções alternativas, pois, mesmo que a água seja renovável, o uso inadequado poderá comprometer sua demanda e qualidade. Uma das formas de prevenir sua escassez é o uso racional da água. Neste trabalho é mostrado uma alternativa para o reúso de água em um hotel a ser construído em São Luís/Ma. Para a realização do estudo, foram obtidos os projetos de implantação do sistema de águas cinzas que já tinham sido elaborados e, com base nestes foi feito o levantamento de dados para elaboração do custo de implantação, estudo de viabilidade, analisando-se o fator custo x benefício e, por fim, foi realizada a análise do tempo de retorno do investimento de implantação.

PALAVRA-CHAVE: água potável, reúso de águas, águas cinzas.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional tem-se observado uma crescente importância do tema reúso de águas cinzas no contexto de empreendimentos sustentáveis. A busca por tecnologias, visando o uso racional das águas, objetiva sempre atingir o mínimo impacto e a integração com o meio ambiente. Em especial, a preocupação com o aumento da demanda de água tratada tem feito com que o reúso de água ganhe cada dia maior destaque.

É de fundamental relevância o desenvolvimento de tecnologias e soluções alternativas, uma vez que o aumento da população faz com que a demanda pelos recursos hídricos aumente. Mesmo que a água seja renovável, o uso inadequado poderá comprometer essa demanda e sua qualidade. Nesse contexto, uma das formas de prevenir sua escassez é o uso racional da água.

Nas últimas décadas, a população do município de São Luís cresceu consideravelmente, isso de forma

desordenada e desorganizada e o sistema de abastecimento de água ficou incompatível para atender à atual demanda. O sistema de abastecimento que foi construído em 1982, com o cálculo de projeção demográfica para o ano 2000, até agora não tem recebido nenhuma mudança considerável na ampliação dessa infraestrutura que se encontra defasada. Aproximadamente 52% da água fornecida no município de São Luís são captados do Rio de Itapecuru e 48% são fornecidos por poços e mananciais existentes do próprio município.

Intensificar a captação de águas doce subterrâneas não seria a melhor solução, pois existem casos em países do Oriente Médio que, ao executarem a tal prática, resultou na intrusão de água salgada nos corpos de água doce do subsolo, tornando as fontes hídricas dos lençóis freáticos impróprias para o uso potável. São Luís, por ser uma cidade do litoral e, sobretudo, por ser uma ilha não estaria excluída dessa possível ocorrência.

Portanto, neste trabalho é abordado o projeto de reúso de águas, especificamente sobre o uso de águas cinzas, que, após sofrer o tratamento adequado, destinam-se a diferentes propósitos, com o objetivo de reduzir o consumo de água potável, diminuir a quantidade de efluentes, preservar os recursos hídricos e garantir a sustentabilidade, considerando-se o fator custo x benefício. Não se trata da solução para todos os problemas relacionados à contaminação, degradação e escassez de água, porém, poderá ser uma medida mitigadora importante para o gerenciamento de água potável na cidade de São Luís.

É importante enfatizar que, além do uso de águas cinzas, existem várias outras ações básicas que devem ser executadas pelos governantes eleitos de âmbito nacional, estadual e municipal, e desta forma, garantir de forma sistemática as condições necessárias para o uso e proteção da água e do solo, como construção e manutenção de estação de tratamento de esgotos, coleta seletiva, reciclagem de resíduos, construção de aterros sanitários atendendo os padrões existentes; programas educativos e outras ações mais específicas como construção de usinas utilizando material orgânico biodegradável e a reutilização de águas pluviais.

É necessário que os governantes eleitos, iniciativas privadas e população em geral, tomem algumas atitudes para que esse problema não continue agravando-se. Portanto, o que fazer para que ocorra o uso racional de água potável e a conservação dos poucos recursos hídricos que ainda existente em São Luís? E contribuir também para que não ocorra o esgotamento do Rio Itapecuru? Pois, diante do atual cenário, caso não haja nenhuma ação para controlar essa situação, a população de São Luís terá problemas muito mais críticos se comparados com os que já são enfrentados atualmente.

Entre várias outras tecnologias, o uso de águas cinzas poderá ser uma ação mitigadora para contribuir consideravelmente na redução do uso de água potável em atividades menos nobre e, desta forma, reduzir também a quantidade de geração de efluentes.

Devido aos problemas já citados, é bastante favorável a execução urgente de projetos sustentáveis como o reúso de águas cinzas em condomínios, hotéis, indústrias, agricultura dentre outros no município de São Luís.

OBJETIVO

O estudo deste trabalho buscou analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema que capte as águas cinzas, o qual compreende as águas utilizadas em lavatórios e chuveiros, para o reaproveitamento em atividades menos nobres, como irrigação de jardins, lavagem de pisos e descargas de bacias sanitárias. Analisando através de estimativas de água, potável e cinzas, e dos investimentos em materiais e equipamentos, poder-se-á viabilizar assim a determinação do período de retorno para o investimento.

METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, primeiramente, foi pesquisado o máximo de informações sobre o tema proposto, em seguida foi escolhido um edifício modelo de médio padrão cujos projetos hidráulicos, sanitários e uso de águas cinzas já estavam concebidos para a construção.

Empreendimento modelo

Hotel a ser construído, na avenida Jerônimo de Albuquerque, Calhau, São Luís-MA (Figura1), terá aproximadamente 94,772m², com 11 pavimentos, sendo 16 apartamentos por andar, 160 vagas de estacionamento distribuídas em 03 subsolos, 176 quartos, cozinha, área de serviço. Os apartamentos então projetados para possuir área útil de 14m² a 19 m².



Figura 1 – Local onde será construído o hotel

Fonte: Google Earth (2015)

Parâmetros para o projeto

O projeto estudado visa implantar o sistema de uso de águas cinzas com a tecnologia conjunto de filtros sequenciais para tratamento de águas cinzas no hotel a ser construído. Foi realizada uma estimativa da demanda necessária de águas cinzas a serem reutilizadas no empreendimento (Tabela1). Foram dimensionados quatro reservatórios, sendo um retardo (reservatório para contenção de águas cinzas não tratadas), um inferior e dois superiores para contenção de águas cinzas tratadas. Em seguida foi realizado o dimensionamento do sistema de tubulações a serem usadas. Foi dimensionada também uma bomba destinada a recalcar a água do reservatório inferior para o reservatório superior. Por fim, foi indicada uma tecnologia para o tratamento das águas cinzas advinda dos pontos de coletas (chuveiros e lavatórios).

No que diz respeito à realização deste estudo, foram obtidos os projetos construtivos já concebidos por uma empresa de projetos; portanto, toda a parte de dimensionamento do sistema foi realizada pela mesma. Nesse caso, este estudo limitou-se somente ao levantamento do quantitativo de materiais e equipamentos para elaboração da planilha de custos.

Algumas considerações necessárias para a estimativa do consumo:

- Número de hóspedes por unidade habitacional; 1 hóspede para cada 5m². (CREDER, 2006 tabela 1.1);
- Lavagem de piso: 4 L/m²; (PHILIPPI et al, 2005);
- Utilização do vaso sanitário por hóspede em um dia: 4 (GONÇALVES, 2011);
- Consumo diário de água por hóspede: 120 litros (CREDER, 2006);
- Volume de água utilizada na descarga sanitária: 6 litros (ABNT 15097) (ABNT, 2011);
- Irrigação por dia: 3 L/m² (HESPANHOL; VALADES; MENDES, 2012);
- Utilização do chuveiro por hóspede: 1 banho de 5 minutos (TOMAZ, 2000);
- Utilização diária da pia do banheiro por hóspede: 1,4min (PROENÇA, 2009);
- Quartos por prédio – 176;
- Prédios existentes – 1.

Os parâmetros utilizados para a estimativa de consumo de água cinzas

USO INTERNO	UNIDADE	CONSUMO
CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL		
Chuveiro Elétrico	Litro/segundo	0,20
Torneira de banheiro	Litro/segundo	0,1
CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL		
Vaso sanitário	Litro/descarga	6
Jardim e gramado	Litro/m ²	2
Lavagem de pisos	Litro/m ²	1

Tabela 1 - Demanda do hotel para estimativa do consumo de água potável e cinza

Fonte: Creder (2006); ABNT (2011)

MÊS	TAXA (%)
JANEIRO	49%
FEVEREIRO	47%
MARÇO	44%
ABRIL	44%
MAIO	51%
JUNHO	51%
JULHO	57%
AGOSTO	60%
SETEMBRO	46%

Tabela 2 - Média da taxa de ocupação de hotel de janeiro a setembro de 2015

Fonte: ABIH MA (2015)

Tarifas e cobranças de água e esgoto

FAIXAS TARIFAS NÃO RESIDENCIAL		
CONSUMO (m ³)	ÁGUA	ESGOTO
Até 10	R\$ 20,00	R\$ 10,00
11 a 20	R\$ 2,98	R\$ 1,49
21 a 30	R\$ 3,98	R\$ 1,99
31 a 50	R\$ 6,86	R\$ 3,43
51 a 70	R\$ 11,38	R\$ 5,69
71 a 100	R\$ 13,70	R\$ 6,85
Acima de 100	R\$ 17,24	R\$ 8,62

Tabela 3 - Tarifas de consumo de água e esgoto do Maranhão – out/2015

Fonte: CAEMA (2015)

Estimativa do consumo de água potável

Para os hóspedes (1), obteve-se o consumo diário total, multiplicando a quantidade de hospedes do hotel, a taxa média de ocupação mensal de hospedes (Tabela 2), a média de consumo diário por hospede e a quantidade de prédio(s). Para os funcionários (2), obteve-se o consumo diário total (Tabela 3), multiplicando a quantidade de funcionários do hotel e a média de consumo diário por funcionário. Para, regar jardim, (3) obteve-se o consumo diário total, multiplicando a quantidade de litros de águas necessário por metro quadrado de jardim e a quantidade da área de jardim levantada. Para lavagem de piso (4), obteve-se o consumo diário total, multiplicando a quantidade de litros de águas necessários por metro quadrado de piso e a quantidade da área de piso levantada, totalizando um valor de 26.541,51 l/dia.

(1) - CDHP = $(400 \times 0,44) \times 120 \times 1 = 21.120$ l/dia

(2) - CDFC = $12 \times 120 = 1.440$ l/dia

(3) - CDRJ = $3 \times 321 = 963$ l/dia

(4) - CDLP = $4 \times 5.282,4 = 21.129,6$ l/semana ou 3.018,51 l/dia

Estimativa do custo com água potável

Foi realizada a estimativa de consumo de água potável do hotel conforme a tabela 4 e tabela 5.

ESTIMATIVA DE CONSUMO DE AGUA POTÁVEL	
DESCRIÇÃO	COSUMO - L/mês
FUNCIONÁRIOS	43.200,00
HOSPEDES	633.600,00
JARDIM	28.890,00
LAVAGEM DE PISOS	84.518,40
TOTAL	790.208,40

Tabela 4 - Estimativa de consumo mensal com água potável

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

ESTIMATIVA DE CUSTO DE AGUA POTÁVEL			
CONSUMO m ³ /mês	TARIFA ACIMA DE 100 M ³		CUSTO DE CONSUMO MENSAL
790	AGUA R\$ 17,24	ESGOTO R\$ 8,62	R\$ 20.429,4

Tabela 5 - Estimativa de custo mensal com água potável

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Estimativa da produção de águas cinzas

- **Cálculo do consumo de água potável durante o uso dos chuveiros**

Somente as águas cinzas provenientes do chuveiro e lavatórios foram consideradas para a realização deste estudo. Para o cálculo do consumo de água potável durante o uso dos chuveiros, obteve-se o consumo diário total do chuveiro, multiplicando a quantidade de pessoas de um quarto, o número de quarto do hotel, a quantidade de prédios, o tempo estimado para cada banho, quantidade de banhos por pessoa e a vazão do chuveiro, obtendo-se um total de 21.120 L/dia. $CDCH = 400 \times 0,44 \times 1 (5 \times 60) \times 2 \times 0,20 = 21.120 \text{ L/dia}$

- **Cálculo do consumo de água potável durante o uso dos lavatórios**

O consumo total de água nas pias do banheiro foi obtido, multiplicando-se a quantidade de pessoas de um quarto, o número de quarto do hotel, a quantidade de prédios, o tempo diário estimado que uma pessoa a usa e a vazão da pia, resultando um total de 1.478,4 L/dia. $CDLV = 400 \times 0,44 \times 1 \times (84) \times 0,1 = 1.478,4 \text{ L/dia}$.

ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS			
TIPO DE CONSUMO	DESCRIÇÃO	COSUMO - L/dia	COSUMO - M ³ /mês
CDCH	HOSPEDES	21.120	633.6
CDLV	-	1.478,4	44.352
TOTAL		22.598,4	677.952

Tabela 6- Estimativa de geração de águas cinzas

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

Estimativa da quantidade necessária de águas cinzas

O levantamento de necessidade de águas cinzas (Tabela 6) foi feito somente para descargas de vasos sanitários, regar jardins e lavagem de pisos.

- **Cálculo de necessidade de águas cinzas para descarga dos vasos sanitários**

Para os hóspedes (1) obteve-se o consumo diário por prédio do vaso sanitário, multiplicando a quantidade de pessoas de um quarto pela taxa de ocupação do hotel, o valor estimado para cada descarga e as descargas utilizadas em um dia.

Para os funcionários (2) obteve-se o consumo diário para os funcionários do prédio que utilizará o vaso sanitário, multiplicando a quantidade de funcionário do hotel, o valor estimado para cada descarga e as descargas utilizadas em um dia, totalizando um valor de 4.512 L/dia.

(1) - $CDVS = 400 \times 0,44 \times 6 \times 4 = 4.224 \text{ L/dia}$

(2) - $CDVS = 12 \times 6 \times 4 = 288 \text{ L/dia}$

- **Cálculo de necessidade de águas cinzas para regar jardim**

Para a estimativa do consumo de água para a rega de jardim, foi levantada a área de 321 m² do projeto arquitetônico, levando-se em conta o consumo de 3 litros por metro quadrado. (HESPANHOL; VALADARES; MENDES, 2012), totalizando 963 L/dia. $CDRJ = 3 \times 321 = 963 \text{ L/dia}$

- **Cálculo de necessidade de águas cinzas para lavagem de pisos**

Para o consumo diário de água de lavagem de pisos, foi levantada uma área de 5.282,4m² do projeto arquitetônico, considerando-se 4 litros de água por metro quadrado. (PHILIPPI et al., 2006).

Considerando a lavagem do piso 1 vez na semana, consumo diário total do hotel será de 3.018,51 L/dia. $CDLP = 4 \times 5.282,4 = 21.129,6 \text{ L/semana}$.

Pontos para aplicação de reúso	Consumo (L/dia)
CDVS	4.512
CDRJ	963
CDLP	3.018,51
Total	8.493,51

Tabela 7 - Quantitativo da necessidade diária de águas cinzas

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Estimativa de águas cinzas geradas x demanda a ser utilizada (m³/mês)

Conforme indicado na tabela 7, serão gerados 22.598,4 L/dia, sendo que desse valor somente 8.493,51 L/dia serão necessários para as atividades de descargas de vasos sanitários, rega de jardins e lavagem de pisos e os outros 14.104,89 L/dia serão descartados como indica o gráfico 1.

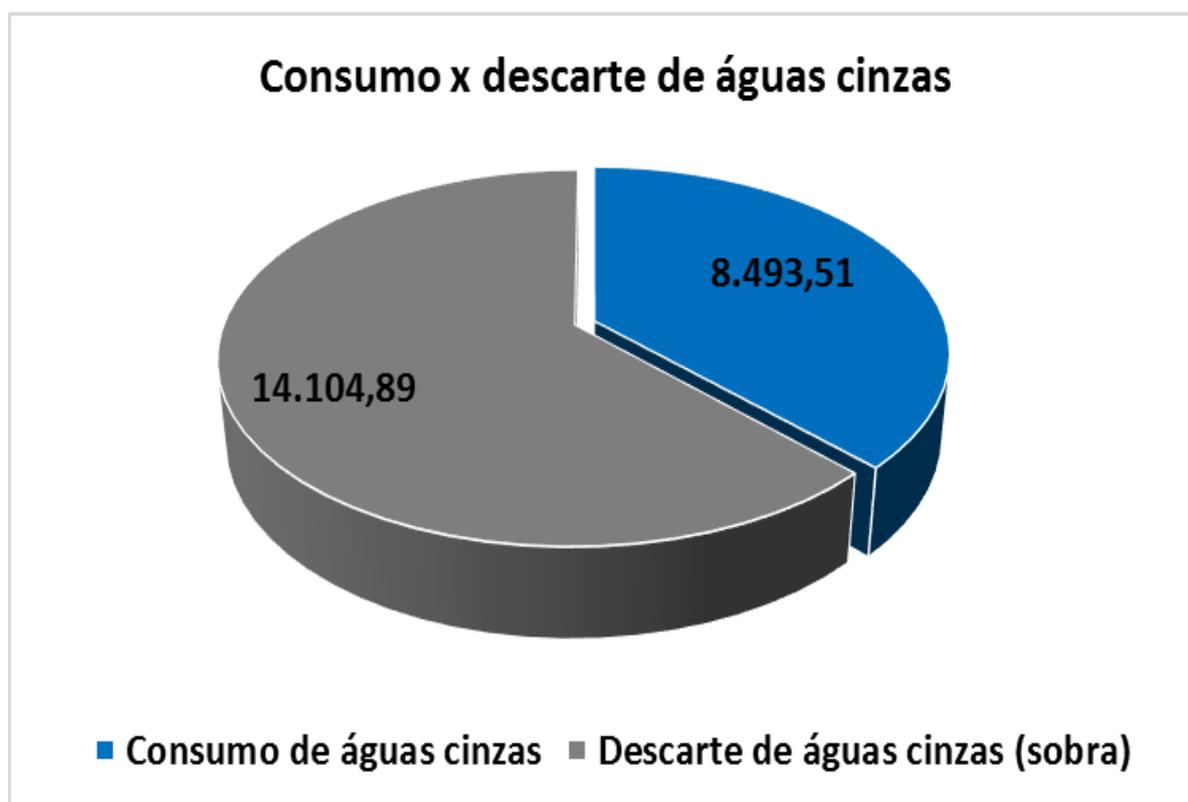


Figura 2 - Total de águas cinzas a serem consumidas x total a serem descartadas

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

Processo de tratamento de águas cinzas

A característica diferenciadora deste sistema de tratamento de efluentes conjunto de filtros sequenciais para tratamento de águas cinzas (figura 3) é a não utilização de energia elétrica, de sistemas eletromecânicos e de materiais de custos elevados, uma vez que os filtros não necessitam de retro lavagem. Em face da utilização de polímeros no processo o material filtrante não colmata e nem sofre desgastes comuns como nos outros filtros.

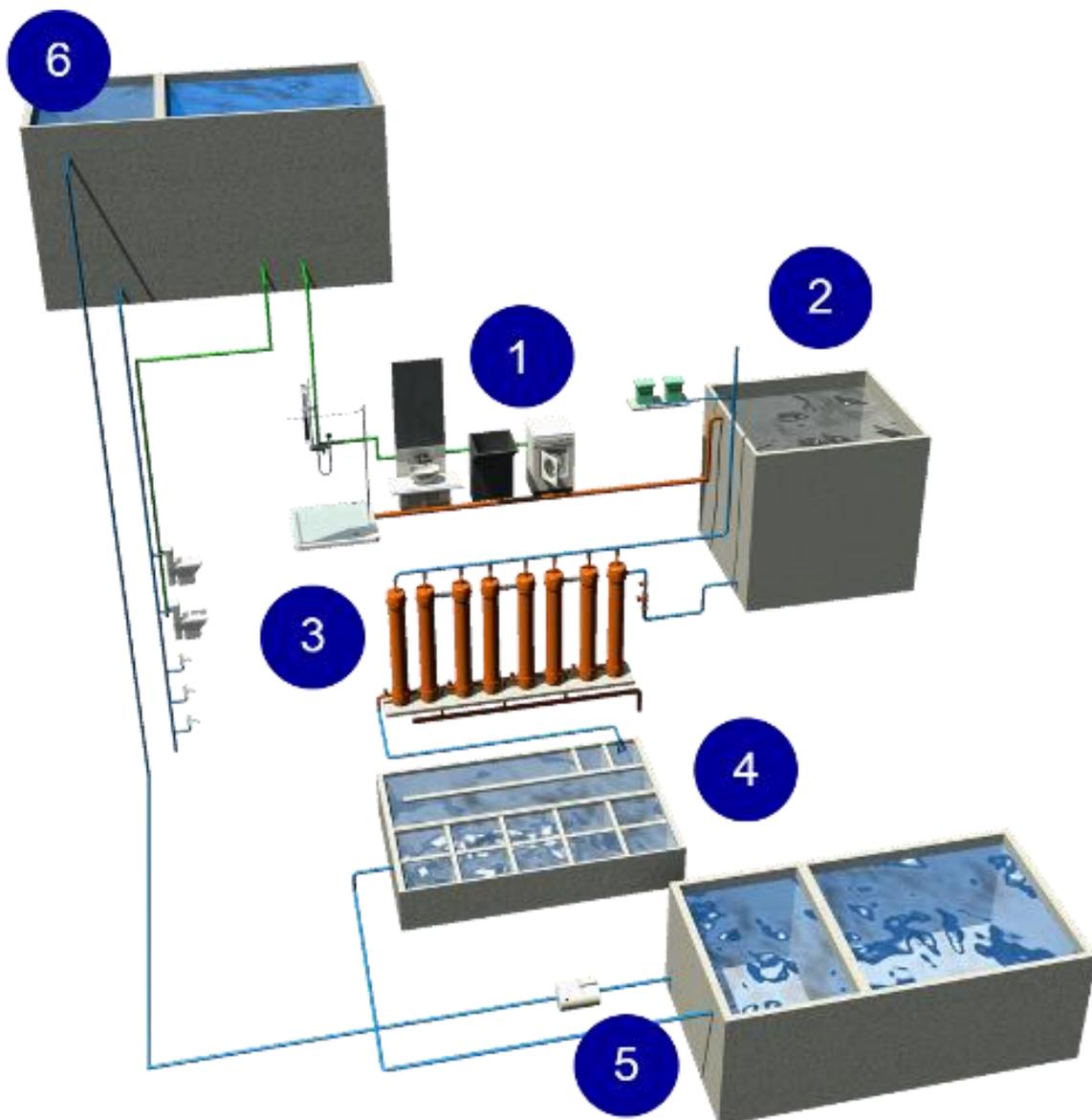


Figura 3 - Funcionamento do sistema conjunto de filtros sequenciais para tratamento de águas cinzas
 Fonte: SRA Saneamento

1) CONTRIBUINTES DO SISTEMA:

- a) Chuveiro, pia, tanque, lava roupas;
- b) Podem ser outros, de acordo com o uso da edificação;

2) CAIXA DE RETENÇÃO E DESINFECÇÃO:

- a) Retém o máximo possível de efluente com a finalidade de garantir volume e pressão às etapas seguintes;

3) FILTROS VERTICAIS:

- a) Promove a máxima floculação dos sólidos dissolvidos para decantar-se ao final;

4) FILTROS LENTOS:

- a) Promove polimento à água de reúso garantindo aspectos e padrões inerentes à água de reúso;

5) CISTERNA PARA ÁGUA DE REÚSO:

- a) Acumula toda a água tratada pelo sistema, para que ela retorne à caixa d'água de reúso;

6) CAIXA D'ÁGUA DE REÚSO:

c) Reservatório superior de água de reúso para distribuição através de rede específica aos pontos de abastecimento determinados.

Vantagens do sistema conjunto de filtros sequenciais de tratamento de águas cinzas

- a) O SISTEMA não utiliza equipamento eletromecânico (força motriz) para o tratamento dos efluentes – tudo é feito por gravidade;
- b) As peças que compõem o SISTEMA não necessitam de reposição;
- c) O material filtrante não necessita de troca e a sua limpeza se dará pelo processo de expurgo, portanto sem o procedimento da retro lavagem;
- d) Material de reposição. Os produtos químicos são lançados no SISTEMA por gravidade;
- e) O custo operacional dos filtros verticais é pequeno e irrelevante, não requerendo pessoal especializado e em tempo integral para a sua operação;
- f) O principal diferencial é a manutenção e o custo/benefício pois o processo reduz a conta de água sem acrescer a conta de energia.

Esquemático do sistema de água potável com o sistema de tratamento águas cinzas

O esquemático (figura 4), compreende o fluxo de água potável mostrando somente os pontos dos quais serão ofertadas as águas cinzas definidos; na sequência é mostrado o fluxo do sistema de tratamento de água potável e de águas (tabela 6) cinzas e, por fim, o descarte do esgoto negro.

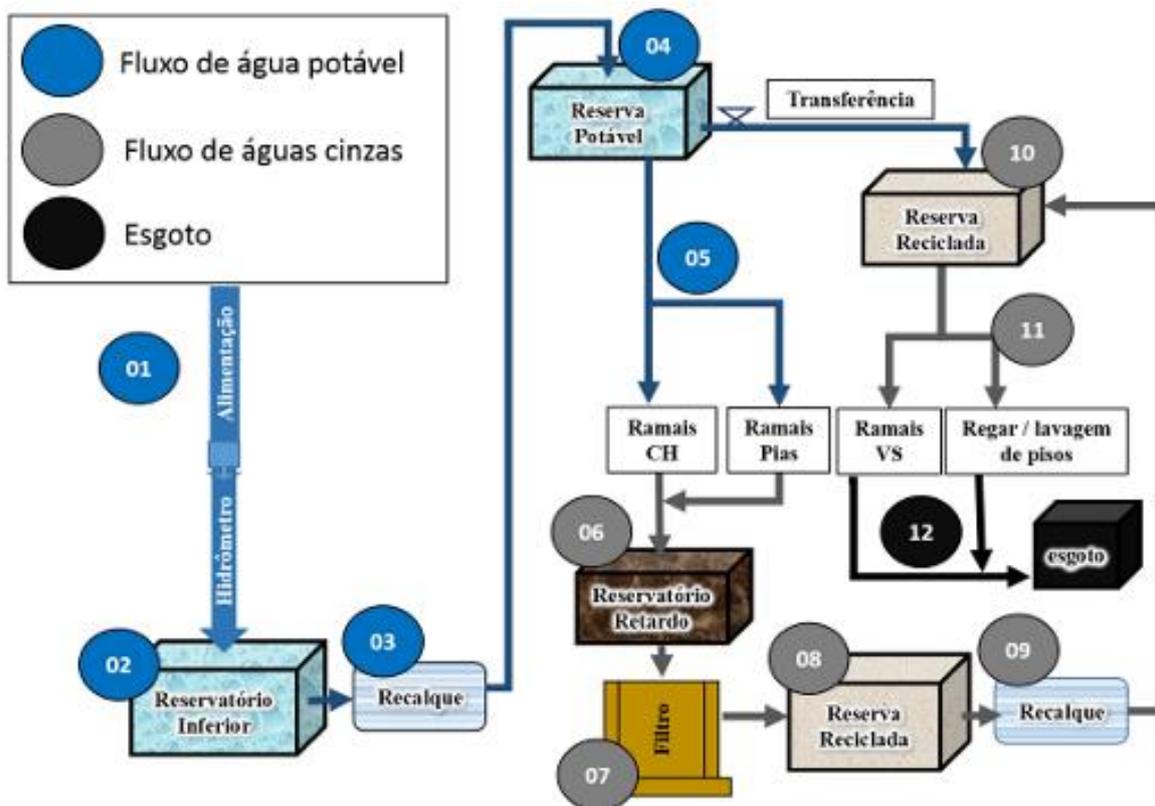


Figura 4 - Fluxograma de uso de água potável x águas cinzas (esquemático)
 Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

FLUXO DE ÁGUA POTÁVEL	
(1)	Rede de fornecimento de água potável
(2)	Reservatório inferior para armazenamento de água potável
(3)	Bomba de recalque para recalque de água do reservatório inferior para o reservatório superior
(4)	Reservatório superior para armazenamento de água potável
(5)	Distribuição da água potável em chuveiro, pias e torneiras
(6)	Coleta de águas cinzas em reservatório retardo

FLUXO DE ÁGUA POTÁVEL	
(7)	Equipamento de filtros sequenciais para o tratamento de águas cinzas
(8)	Reservatório inferior para o armazenamento de águas cinzas tratadas
(9)	Bomba de recalque para o recalques das águas cinzas tratadas do reservatório inferior para o reservatório superior
(10)	Reservatório superior para o armazenamento de águas cinzas tratadas
(11)	Distribuição das águas cinzas para descarga de vasos, regar jardins e lavagem de pisos
(12)	Descarga de esgoto negro para a rede de coleta de esgoto ou outro local de destino apropriado

Tabela 6 - Fluxo de água potável x fluxo de águas cinzas

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Observações:

- 1) A sobra de águas cinzas deverá ser descartada para a rede de coleta de esgoto através de extravasor instalado nos reservatórios. Quanto ao descarte de águas cinzas na rede de coleta de esgoto, se será tratada ou não tratada, ficará opcional por parte do(s) usuário(s);
- 2) Para análise desse estudo, não foi considerado reserva de águas cinzas tratadas para o sistema de combate a incêndio, pois, se trata de um volume de água estável, não implicará diretamente no resultado de viabilidade econômica desse estudo;
- 3) Em casos de defeitos no sistema de tratamento de águas cinzas, o reservatório superior de águas cinzas será abastecido com água potável;
- 4) Foram dimensionados dois reservatórios superiores de águas cinzas, com o objetivo de facilitar a manutenção e limpeza quando houver necessidade, desta forma, na medida do possível, não haverá interrupção do abastecimento de águas para descargas de vasos sanitários, regar jardins e lavagem de pisos. Da mesma forma, quando a manutenção for na parte inferior do sistema de águas cinzas, os reservatórios superiores de águas cinzas serão abastecidos com água potável.

RESULTADOS

Estimativa de retorno financeiro com o uso de águas cinzas

ESTIMATIVA DE RETORNO FINANCEIRO COM O USO DE ÁGUAS CINZAS			
CONSUMO m ³ /mês	TARIFA ACIMA DE 100 M ³		CUSTO DO CONSUMO MENSAL
	ÁGUA	ESGOTO	
224	17,24	8,62	6.589,27

Tabela 7 - Estimativa de retorno financeiro mensal com o uso de águas cinzas

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Estimativa do valor de consumo de água potável com a inclusão de uso de águas cinzas

ESTIMATIVA DO VALOR DE CONSUMO DE AGUA POTÁVEL MENOS O VALOR DO USO DE ÁGUAS CINZAS				
CONSUMO PREVISTO	M ³ /mês	TARIFA ACIMA DE 100 m ³		VALOR (R\$) CONS. MENSAL
		AGUA	ESGOTO	
AGUA POTÁVEL	790	17,24	8,62	20.434,79
AGUAS CINZAS	223	17,24	8,62	6.589,27 (-)
POTÁVEL MENOS AGUAS CINZAS	541	17,24	8,62	13.845,52

Tabela 8 - Estimativa do valor de consumo mensal de água potável menos o valor do uso de águas cinzas

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

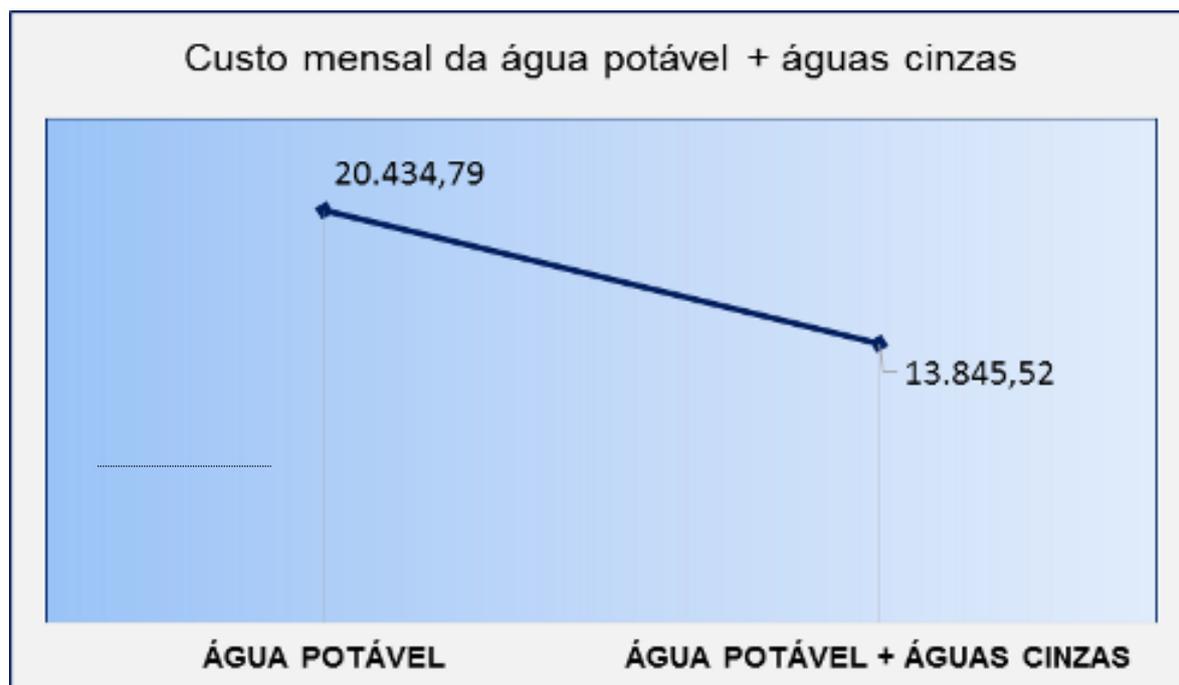


Figura 5 - Custo de consumo: Água potável x água potável + águas cinzas

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Custo de implantação do sistema de águas cinzas

Para a realização do estudo da viabilidade econômico do projeto, (tabela 9) primeiramente foi quantificado o material hidro sanitário e o equipamento para o tratamento de águas cinzas a ser utilizado para instalação do sistema.

CUSTO DO SISTEMA	
Descrição	Valor
Instalação hidráulica e sanitária	R\$ 68.457,48
Conjunto de filtros sequenciais para tratamento de águas cinza	R\$ 100.000,00
TOTAL	R\$ 168.457,48
BDI (20%)	R\$ 202.148,98

Tabela 9 - Custo do sistema de águas cinzas

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

O custo aproximado do conjunto de filtros sequenciais para tratamento de águas cinzas foi obtido por meio de um informativo divulgado em uma matéria Cidades & Soluções, Globo News, através do engenheiro Alexandre Santos da SRA Saneamento (fornecedor) responsável pela instalação desse sistema em um prédio de 17 andares com 84 apartamentos (condomínio) em Niterói – RJ, com vazão aproximada de 35m³ a 45m³ de efluentes de águas cinzas por dia para tratamento, ou seja: quantidade superior à quantidade encontrada na elaboração desse estudo.

Análise de viabilidade econômica e determinação do tempo de retorno

CUSTO DO SISTEMA DE ÁGUAS CINZAS X RETORNO MENSAL	
INVESTIMENTO DO PROJETO DE AGUAS CINZAS	RETORNO MENSAL COM O SISTEMA DE AGUAS CINZAS
R\$ 202.148,98	R\$ 6.589,27

Tabela 10 - Custo do sistema de águas cinzas x retorno mensal

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

ESTIMATIVA DO TEMPO DE RETORNO FINANCEIRO DO PROJETO DE AGUAS CINZAS	
PERIODO	RETORNO
1 MÊS	R\$ 6.589,27

ESTIMATIVA DO TEMPO DE RETORNO FINANCEIRO DO PROJETO DE ÁGUAS CINZAS	
1 ANO	R\$ 79.071,24
2 ANO	R\$ 158.142,48
3 ANO	R\$ 237.213,72
4 ANO	R\$ 316.284,96
5 ANO	R\$ 395.356,2
6 ANO	R\$ 494.195,25
7 ANO	R\$ 553.498,68

Tabela 11 - Estimativa do tempo de retorno financeiro com projeto de águas cinzas
 Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

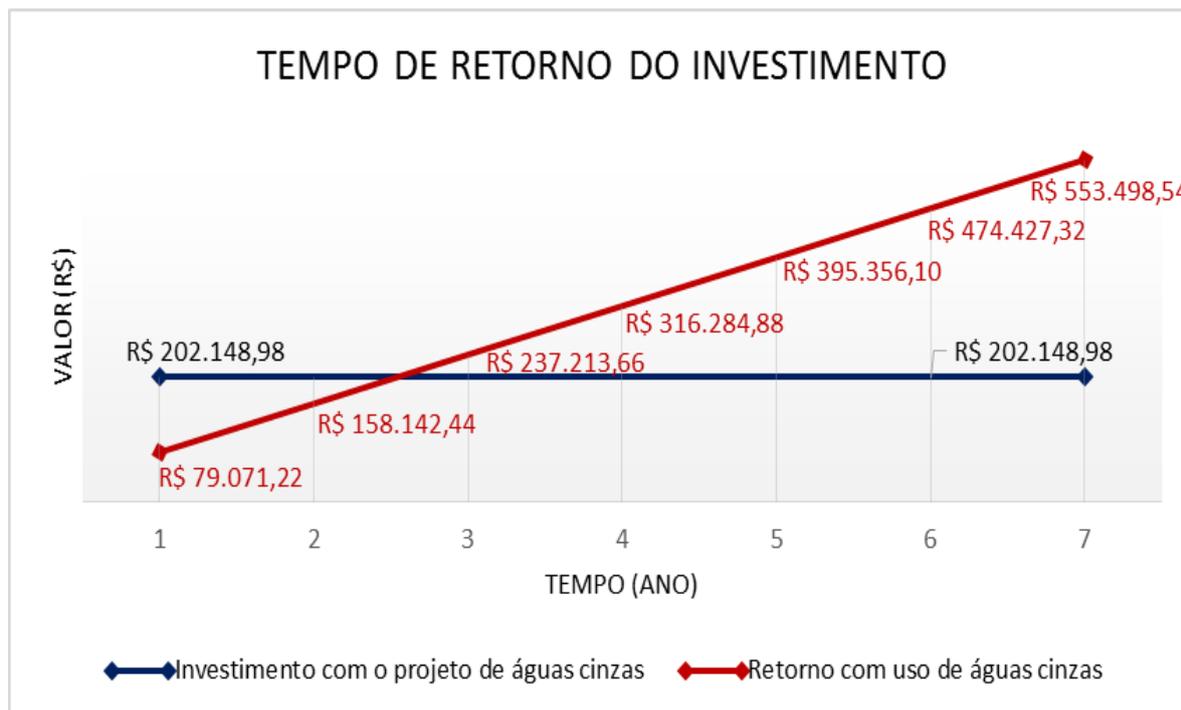


Gráfico 3 - Tempo de retorno do investimento
 Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

Com base nas análises realizadas, o tempo de retorno do investimento ocorrerá em aproximadamente 2 anos 6 meses (figura 5).

Para realização da análise do tempo de retorno demonstrado no gráfico 3, não foi levada em consideração a correção monetária da tarifa de água e esgoto, consumo de energia do sistema de recalque do reservatório inferior para o reservatório superior de águas cinzas e nem a manutenção preventiva do sistema de tratamento de águas cinzas.

Não foi obtida informação sobre a vida útil do equipamento.

CONCLUSÃO

A água potável é um recurso natural de suma importância para a existência da vida, porém, sabe-se que há uma crescente escassez dos recursos hídricos em nível global e o uso inadequado da água vem preocupando cada vez mais a sociedade. No Brasil, impera um sentimento de fartura de água; por esse motivo, o uso inadequado e o desperdício de água são praticados por muitas pessoas.

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar, ainda que hipoteticamente, a viabilidade de implantação de um sistema de reutilização de águas cinzas em um hotel de serviços. Avaliou-se a economia que o sistema de tratamento de águas cinzas proporcionaria e, relacionando esses custos de implantação, foi determinado o tempo de retorno para o investimento. Analisando-se os resultados, foi constatado que esse

tempo seria de aproximadamente 02 anos e 06 meses para a cidade de São Luís. Esse tempo de retorno poderá ser reduzido se for incluída, na análise, quanto à viabilidade econômica, a projeção de correção da tarifa de água e esgoto.

O retorno de implantação do projeto de águas cinzas dependerá da quantidade gerada e a quantidade a ser consumida, ou seja; quanto maior o consumo, menor será o tempo de retorno do investimento. Conclui-se que cada caso deverá ter uma análise de viabilidade econômica específica.

Este trabalho não abrangeu a análise de qualidade das águas cinzas tratadas, visto que já é garantida pelo fornecedor do equipamento utilizado para o tratamento de águas cinzas. Portanto, este estudo limitou-se somente à análise da viabilidade econômica de implantação do projeto.

A adequação de um edifício já construído para receber o sistema de reúso de águas cinzas poderá representar um custo maior, visto que toda rede sanitária e hidráulica deverá ser exclusiva para coleta e distribuição de águas cinzas. Portanto, é muito mais viável considerar essa tecnologia durante a fase de concepção do projeto.

Com relação aos cuidados inerentes ao sistema de reúso de águas cinzas, pode-se destacar que todos os pontos onde essas águas forem ofertadas deverão ser devidamente sinalizados, identificados e de preferência de acesso restrito, no caso de torneira de jardim. Devem existir também pontos que ofertem água potável para realização de atividades que exijam uma melhor qualidade; portanto, o controle das torneiras de águas cinzas deverá ficar de preferência sob a responsabilidade do pessoal de serviços do hotel.

Independentemente do tempo de retorno do investimento, o reúso de águas cinzas é viável ecologicamente, pois implica em economia de água, um bem que está cada dia mais escasso no planeta.

Em suma: projetos como este contribuirão para o uso mais racional da água, ou seja; a água potável deverá ser utilizada em atividades mais nobres e as águas cinzas deverão ser utilizadas em atividades menos nobres.

RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a análise da qualidade das águas cinzas, ainda que esta seja garantida pelo fornecedor do equipamento, a possibilidade de instalação desse sistema em condomínios e edifícios, além de maiores estudos para o levantamento da vida útil do equipamento.

REFERÊNCIAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação**: NBR 13.969. Rio de Janeiro, 1997.
2. _____. **Aparelhos sanitários de material cerâmico**. NBR- 15097. Rio de Janeiro, 2011.
3. ABIH MA. Associação Brasileira de Indústria e Hotéis do Maranhão. Setembro de 2015
4. CAEMA. Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão. Disponível em: <<http://www.caema.ma.gov.br/portaocaema>>. Acesso em: 15 out. 2015
5. COSTA, Djeson Mateus Alves. BARROS JUNIOR, Antônio Carlos. **Avaliação da Necessidade do Reúso de Águas residuais**. Aluno do CEFET-RN, Curso de Tecnologia dos Materiais – Setembro. 2005.
6. CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. São Paulo: LTC, 2006.
7. FIORI, Simone; FERNANDES, Vera Maria Cartana e PIZZO, Henrique. Avaliação qualitativa do reúso das águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 6, n. 1, jan/mar. 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3676/2042>>. Acesso em: 24 nov. 2015.
8. GONÇALVES, Oreste. **Manual de Conservação de Água**, 2011. Disponível em: <www.ambiente.sp.gov.br>. Acesso em: 15 set. 2015
9. HESPANHOL, I.; VALADARES Vera, L., MENDES, C.F. **Programa de Conservação e Reúso de Água em Prédios Administrativos** - Relatório Técnico da Visita de Campo ao Prédio EDIBA- Unidade Administrativa da Petrobrás, Salvador- BA. 2012.
10. IPEC. Instalações Prediais e Construções Ltda. Projetos de instalações hidro sanitárias.

11. MANCUSO, Pedro Caetano Sanches e SANTOS, Hilton Felício. **Reúso de Água**. 2. ed. São Paulo: Editora Manole, 2003.
12. MORUZZI, Rodrigo Braga. Reúso de Água no Contexto da Gestão de Recursos Hídricos -
13. Impacto, tecnologias e desafios. OLAM – Ciência & Tecnologia, Rio Claro, Ano VIII, V. 8, N.3, P. 293, Julho – Dezembro. 2008.
14. PROENÇA, L. C.; GHISI, E. **Estimativa de usos finais de águas em edifícios**. (Artigo) Porto Alegre, 2009. Disponível em: <www.seer.ufrgs.br/ambientecosntruido/article/viewArticle/7718>. Acesso em: 15 set. 2015.
15. PHILIPPI, L.S.; VACCRI, K. P.; PETERS, M.R.; GONÇALVES, R.F. Aproveitamento da Água da Chuva. In: GONÇALVES, R.F. (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**, 2005.
16. SINAPI. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 15 set. 2015
17. SUETÔNIO, Mota. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Abes, 2006.
18. TELLES, Dirceu D'Alkmin. COSTA, Regina Pacca. **Reúso da Água** – conceitos, teorias e práticas – 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2010.
19. TCPO. Composições do TCPO no TCPOweb. Disponível em: <<http://tcpoweb.pini.com.br/home/home.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2015.
20. TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água**. São Paulo: Navegar, 2000.