



ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS EM UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR

Daniela Kosvoski de Goes^a, Flavia Manica Siviero^{b*}

a) Engenheira Civil pelo Centro Universitário da Serra Gaúcha - FSG

b) Engenheira Civil pela UFRGS e Mestre pela UCS

Informações de Submissão

*Me. Flavia Manica Siviero (Orientador)
Rua Os Dezoito do Forte, 2366
Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-472

Palavras-chave:

Reúso de Águas Cinzas. Sistemas hidro sanitários.

Resumo

Em virtude da diminuição da oferta e do aumento da demanda de água, a escassez desse recurso é um tema preocupante que afeta toda população. Uma alternativa para amenizar essa situação é a implantação de alternativas para não usar água de boa qualidade em situações que não precisam atender padrões de potabilidade. Nesse contexto, este trabalho apresenta um estudo sobre a análise da implantação de um sistema de reúso de águas cinzas, onde será reutilizada a água oriunda de chuveiro, lavatório, tanque de lavar roupa e máquina de lavar roupa, em bacia sanitária e área externa para irrigação de jardim e lavagem de piso. Essa análise foi realizada em uma edificação multifamiliar localizada na cidade de Caxias do Sul, com oito pavimentos e uma população de cento e sessenta moradores. Foi dimensionado um sistema de coleta de água cinza, um sistema de distribuição desta água após tratamento e dois sistemas de tratamentos de água cinza. Após realizada a análise, observou-se que, com a implantação da técnica de reúso de águas cinzas, pode ocorrer uma economia em consumo de água potável de 20% e uma redução no custo de 24%. Além disso, esperam-se ganhos ambientais em virtude da não utilização de água tratada para consumo para um fim não potável. Por fim, foi possível concluir que o período de retorno do investimento da implantação do sistema de reúso de águas cinzas, para edificação estudada, foi menor que dois anos.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para os seres vivos. Aproximadamente 71% da superfície terrestre é ocupada por água, entretanto, somente 2,5% é doce (SARDINHA; SOUSA, 2019). O Brasil tem uma grande vantagem em relação aos demais países, concentra em seu território 13% do volume total de água doce do mundo. Todavia, há uma grande desigualdade na distribuição pelo território, em virtude das características

climáticas, sociodemográficas e geográficas. Outro ponto que influencia para discrepância da obtenção da água, é a perda da qualidade pelo uso humano (PESSOA, 2017).

Pessoa (2015) afirma que o Estado de São Paulo passou por uma crise hídrica em grande escala nos anos de 2014/2015. Leva-se em consideração para este fato ter acontecido, a diminuição da precipitação na estação do verão, onde, no ano de 2014, a escassez atingiu 30%, acumulado com a incapacidade de gestão deste recurso e ao mal uso, afetando diretamente 80 milhões de pessoas e, indiretamente, o Brasil inteiro. No Rio Grande do Sul, as precipitações também estão sofrendo alterações. Antigamente as chuvas eram divididas de forma similar, atualmente, está ocorrendo muita intensidade de precipitação em um pequeno intervalo de tempo e, logo após, estiagem.

Ainda, o autor destaca que um dos problemas que resultam na má qualidade da água é a falta de saneamento básico. Segundo o Ministério das Cidades (2018), a porcentagem de esgoto coletado no Rio Grande do Sul é de 31,2% e, no Brasil, cerca de 54,2%. Ainda, no Rio Grande do Sul, são tratados somente 12,6% dos esgotos gerados e, no Brasil, 39%. Uma consequência disso é a situação que encontram-se, por exemplo, os rios Sinos, Caí e Gravataí, os quais estão entre os dez rios mais poluídos do país. Porém, estes cursos d'água abastecem cerca de 1,5 milhões de pessoas. No ranking dos piores em saneamento, os Municípios de Gravataí e Canoas, estão entre os 20 mais inapropriados.

Em virtude disto, Rezende (2016) salienta a necessidade de usufruir da melhor forma a água servida. Com base nisso, o reúso das águas cinzas tem sido uma ferramenta para alcançar o objetivo da economia da água potável, podendo contribuir consideravelmente na escassez dos mananciais e na gestão dos recursos hídricos de forma eficaz e eficiente. Nesse contexto, o trabalho teve por objetivo estudar a implantação de um sistema de reúso das águas cinzas em uma edificação multifamiliar, na cidade de Caxias do Sul/RS, com o intuito de reutilizar a água do chuveiro, lavatório, tanque de lavar roupa e máquina de lavar roupa para o reaproveitamento onde não há necessidade de atingir padrões de potabilidade, sendo estes, a bacia sanitária e áreas externas para irrigação de jardins e lavagem de calçada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Desde os primórdios da história do homem, a parcela de água sempre foi maior para o setor da agricultura e irrigação. O consumo pela população constantemente foi pequena, sendo acessível para quem tivesse a capacidade de carregar a água dos rios e afins até suas casas (MANCUSO; SANTOS, 2003).

Segundo a Agência Nacional de Águas (2018), 8% da reserva mundial de água doce está no Brasil, sendo que 80% encontram-se na região Amazônica e 20% concentram-se nas regiões onde vivem 95% da população brasileira. O Rio Grande do Sul, por sua vez, enfrenta uma situação crítica de balanço hídrico, concentrando em seu território 5,4% da população brasileira. Por este motivo está entre as áreas preferenciais de ação do Programa de Desenvolvimento do Setor de Águas, o qual tem por objetivo o planejamento e a gestão dos recursos hídricos nas áreas destacadas como críticas.

Fernandes (2018) afirma que o Brasil está vivendo a crise hídrica principalmente nas regiões Sudeste e Centro Sul, pois nestas, há a maior parte da população brasileira e a maior produção econômica. Após a crise com a água de 2014, a capacidade dos reservatórios brasileiros diminuiu pela metade. Segundo Folegatti (2018) o maior obstáculo é a implantação das mudanças que são necessárias, conhecimento de novas técnicas e a conscientização por parte dos contribuintes para todas as formas de consumo e uso da água. Visto que há uma escassez de água e, com o passar dos anos, a possibilidade de crescimento desse número, deve-se procurar alternativas para utilizar a água da melhor forma possível, uma delas, é fazer o seu reuso.

2.1 Reúso de água

Há uma dificuldade em saber o exato momento em que o reúso da água está sendo feito, pois ele pode iniciar por um grupo de pessoas que retira a água de um rio onde passa esgotos de uma grande cidade, ou por uma cidade às margens de um grande rio onde o número de pessoas que despejam resíduos é menor. Nesses dois exemplos existem diferenças com relação a diluição, distâncias que os efluentes percorreram e fatores naturais referentes à recuperação da qualidade dos rios. Por este motivo, é difícil determinar quando foi iniciado o reúso da água. Já existem formas de reúso sendo aplicadas nas lavanderias dos condomínios, sendo uma alternativa para a máquina de lavar roupa de cada apartamento, também a recirculação do esgoto secundário de pias e pisos para a descarga dos vasos sanitários (BREGA FILHO, 2003).

Os reúsos indiretos e diretos podem ser de forma planejada e não planejada. Segundo Lavrador Filho¹ (1987, apud BREGA FILHO; MANCUSO, 2003), esses termos “referem-se ao fato de o reúso resultar de uma ação consciente, subseqüente à descarga do efluente, ou de o reúso ser apenas um subproduto não intencional dessa descarga”. O reúso planejado de água ocorre quando a ação é realizada de forma consciente. Este é o reúso onde a qualidade da água estará de acordo com a nova função que deseja ter, utilizando do sistema de tratamento de efluentes. O reúso direto planejado, a água após passar pelo tratamento, é encaminhada de forma direta do local do ponto de descarga até o local do reúso, passando por armazenamentos e tratamentos complementares, já o reúso indireto não planejado de água ocorre quando uma água já aproveitada é jogada ao meio ambiente e utilizada mais uma vez de maneira descontrolada e não intencional, entretanto o reúso indireto planejado, a água após tratada é lançada novamente nos cursos de água de forma planejada e controlada a jusante para o benefício da comunidade.

2.2 Água cinza

A água cinza para o reúso é a água oriunda de chuveiros, lavatórios, tanque de lavar roupa e máquina de lavar roupa. Para o processo de reutilização da água cinza, salienta-se a preocupação com a preservação da saúde de quem irá utilizá-la, preservação do meio ambiente, atendimento as exigências e quantidade suficiente de coleta para atender a demanda.

A água cinza é suscetível de conter contaminações de diversas formas. Pode-se citar situações onde o usuário exerce sua higiene no banho após o uso da bacia sanitária, ou quando ferido, a lavagem deste ferimento em qualquer local que tenha uma torneira acessível a utilização, e até a presença de urina na água do banho. Por este motivo, deve ter muita atenção na forma de tratamento desta água, pois, indiferente do local não ser propício para tal utilização, muitas vezes os usuários a utilizam de forma inadequada. Sendo assim, o sistema hidráulico utilizado para o tratamento destas águas necessariamente, deve ser separado do sistema hidráulico da água potável, para assim, evitar o máximo a conexão destes dois sistemas bem diferentes (BRASIL et al., 2005).

¹ LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reúso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil.** Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.

Até o ano de 1988, com o emprego da Constituição Federal, a água era considerada infinita. Com a Constituição Federal de 1988, juntamente com a Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997, teve-se a noção de que os recursos hídricos podem ter um fim. Essa lei, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, demonstrando fundamentos, diretrizes, objetivos e instrumentos que apontam a orientação e posição pública na forma de gerenciamento dos recursos (BRASIL, 1997).

Conforme consta na NBR 13969, que disserta sobre os tanques sépticos, a relação da unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos, englobando projeto, construção e operação, ressalta que o reúso local trata de água de esgoto de origem doméstica ou similar, onde enfatiza que esse esgoto deve ser reutilizado para fins de água não potável, como irrigação de jardins, lavagem de pisos, veículos automotivos, descarga de vaso sanitário e afins (ABNT, 1997).

2.3 Qualidade da água

Na pesquisa de Blum (2003) é mencionado que ter uma água de qualidade vai depender qual o uso previsto para ela, isso vai identificar se é uma água de má ou boa qualidade. Deve-se atentar ao fato de que a água necessita receber tratamento independente do uso que for escolhido, por este motivo, a água deve ser suficiente para a demanda, para não ocorrer mal uso do recurso, pois uma água para irrigação, por exemplo, não necessita do mesmo nível de tratamento que uma água para banho.

O estudo continua salientando que existem os critérios para qualidade no planejamento de sistemas de reúso. O primeiro critério envolve a saúde pública onde deve atentar para que o reúso não resulte em riscos sanitários aos usuários, pois o nível de contato humano com este tipo de água recuperada, pode gerar conflito com a segurança sanitária. O critério que segue este, fala sobre a aceitação da água por quem irá usá-la, este sistema de reúso não pode gerar contestação pela população, ou seja, deve ter qualidade e aparência que não provoque discordância. O terceiro critério se enquadra na preservação do meio ambiente, onde o reúso não pode provocar danos ao ambiente. O quarto critério estabelece respeito à qualidade da fonte da água para o reúso, que necessita ser quantitativamente e qualitativamente segura. E por fim, o quinto critério é a adaptação da qualidade ao uso pretendido, que obrigatoriamente a qualidade da água deve ser compatível ao uso que ela irá ser destinada.

2.4 Sistema de reúso de águas cinzas

O descuido com as fontes alternativas de água é capaz de colocar em risco o consumidor e a ocupação nas quais a água é usada. Operar a água não oriunda da concessionária faz com que essa pessoa seja responsável pela gestão qualitativa e quantitativa desta fonte de consumo. Por este motivo, é necessário atentar aos riscos e tomar devidos cuidados nesse procedimento. Por exemplo:

- a) é indispensável que o sistema hidráulico seja identificado e independente;
- b) deve ter permissão restrita as torneiras de água não potável e os usuários precisam receber treinamentos, informando o uso adequado de tal;
- c) importante ser previsto reservatórios específicos para esse fim;
- d) sugere avaliação de um profissional especialista na fonte alternativa e a criação de um sistema de gestão para o monitoramento (BRASIL et al., 2005).

Conforme o mesmo autor, para elaboração de um projeto de sistema de reúso direto de águas cinzas, devem ser verificados os seguintes itens:

- a) análise dos pontos de coleta e de uso de águas cinzas;
- b) indicações de vazões disponíveis;
- c) avaliar o sistema de coleta e também o transporte da água bruta;
- d) levantamento do volume de água que será armazenado;
- e) local dos usos das águas tratadas;
- f) fixar os parâmetros de qualidade de água;
- g) tratar a água;
- h) definir o sistema de distribuição da água que foi realizado o tratamento.

Para o projeto deste tipo de sistema é necessário ter os pontos de coleta da água cinza, pontos de uso, determinar as vazões disponíveis, dimensionar um sistema de coleta, dimensionar um sistema de transporte das águas, determinar o volume que será armazenado, estabelecer o uso que será destinado essa água tratada, definir os parâmetros

de qualidade, o tipo de tratamento que será empregado e, finalmente, dimensionar o sistema de distribuição da água tratada até os pontos que os usuários irão utilizar.

2.5 Tratamento da água cinzas

Existem algumas formas de tratamento que são consideradas mais adequadas para casos de tratamento de reúso de água. Rampelotto (2014) destaca a recuperação de água e esgoto. Primeiro ocorre o processo de separação de líquido/sólido, que pode ser feito por sedimentação e filtração. Após isto, é visto o tratamento biológico, que ocorre através de tratamento aeróbio e desinfecção, e caso tenha a necessidade, tem o tratamento avançado, onde ocorrem os processos de coagulação, floculação química, tratamento com cal, filtração de membrana e osmose reversa.

O autor também afirma que o sistema de tratamento de água cinza é muito parecido com o sistema de tratamento de esgoto, entretanto, com menor intensidade. O intuito da água residuária será o motivo pela escolha da forma de tratamento, onde pode ser classificado em primário, secundário e terciário, dependendo do objetivo que se quer alcançar com a utilização da água.

3 METODOLOGIA

O presente estudo consistiu em analisar uma edificação multifamiliar localizada na cidade de Caxias do Sul, identificando todos os tipos consumos de água. Foi dimensionado o sistema de coleta, distribuição e tratamento de águas cinzas, e por fim, analisado a viabilidade técnica e econômica do sistema sugerido para sua implantação na edificação. Também, foram pesquisadas quatro alternativas de tratamento de águas cinzas, em virtude de uma problemática observada no terreno, e definido entre estes o mais adequado para o local.

3.1 Caracterização do empreendimento

Para este trabalho foi adotada como objeto de estudo uma edificação multifamiliar, na qual foi avaliada a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de reúso de águas cinzas.

A edificação multifamiliar analisada fica localizada na cidade de Caxias do Sul, com aproximadamente 75m² cada apartamento, a edificação é constituída de 08

andares, sendo 04 apartamentos por andar, 02 apartamentos de dois dormitórios com 02 banheiros e 02 de três dormitórios com 02 banheiros.

3.2 Consumo de água

Para o cálculo de consumo diário de água utilizou-se a Equação 1, de acordo com Silva (2017) para dimensionar consumo interno de toda a edificação.

$$Cd = P \times q \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

Cd = consumo diário (litro/dia)

P = população que ocupará a edificação

q = consumo per capita (litro/dia)

3.3 Geração de água cinza

Para o cálculo da geração de água cinza foi utilizado dados de pesquisas realizadas pelo Programa de Pesquisas em Saneamento Básico, que demonstram a distribuição da porcentagem de consumo das águas cinzas em lavatório, chuveiro, tanque de lavar roupa e máquina de lavar roupa em edificações domiciliares realizadas em três lugares diferentes no Brasil. Foi adotado a porcentagem diária de consumo pela DECA (Uso racional de água); USP (Universidade de São Paulo) e pelo PNCDA (Programa nacional de combate ao desperdício de água).

3.4 Demanda para água cinza tratada

Para cálculo das demandas não potáveis, utilizou-se a Equação 2, conforme Gonçalves (2006).

$$QNP = QINT + QEXT \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

QNP = somatório das demandas não potáveis (litro/dia)

$QINT$ = somatório das demandas internas (litro/dia)

$QEXT$ = somatório das demandas externas (litro/dia)

A demanda interna $QINT$ é referente à água utilizada de dentro da residência, a qual foi obtida a partir da aplicação da Equação 3, como sugere Gonçalves (2006).

$$QINT = QVS + QML \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:

$QINT$ = somatório das demandas internas (litro/dia)

QVS = $N \times \text{vol. de água do vaso sanitário} \times \text{n}^\circ \text{ de descargas}$ (litro/dia)

QML = $N \times \text{volume de água da máquina} \times \text{frequência de lavagem} \times \text{coef. de carga}$ (litro/dia)

N : número de habitantes da edificação

Como neste estudo, só será utilizado água cinza para a bacia sanitária, a Equação 3 foi reduzida, resultando na Equação 4.

$$QINT = QVS \quad \text{Equação 4}$$

Para o consumo externo da edificação foi considerado somente as regas de jardins e lavagem de calçada. Utilizou-se dados apresentados no Quadro 1 para o cálculo dos $QINT$ e $QEXT$.

Quadro 1 - Demanda residencial não potável

Vaso sanitário	06 l/descarga
	05 descarga por dia
	Perdas por vazamento de 10%
Irrigação de área externa	03 l/dia/m ²
	08 utilizações/mês
Lavagem de calçada	04 l/dia/m ²
	08 utilizações/mês

Fonte: adaptado de Gonçalves (2006).

3.5 Dimensionamento de águas cinzas

O dimensionamento de águas cinzas foi iniciado com a divisão das águas, separando a água que será utilizada para o tratamento de água cinzas das águas que seguirão seu fluxo natural até a rede pública, ou seja, uma tubulação de captação da água do chuveiro, lavatório, máquina de lavar roupa e tanque de lavar roupa, separada da tubulação da bacia sanitária. Após este processo, o fluido captado foi encaminhado ao tratamento, na sequência para o reservatório onde ficou armazenado e por fim, aos pontos de distribuição (SELLA, 2011).

Para a realização deste dimensionamento de coleta das águas cinzas, fez-se o uso da NBR 8160 (ABNT, 1999) para descobrir o número da unidade Hunter de contribuição e assim determinar o diâmetro nominal do ramal de descarga dos pontos onde serão realizadas as coletas de água. Para a realização deste dimensionamento de

coleta das águas cinzas, fez-se o uso da NBR 8160 (ABNT, 1999) para descobrir o número da unidade Hunter de contribuição e assim determinar o diâmetro nominal do ramal de descarga dos pontos onde serão realizadas as coletas de água. Para a realização deste dimensionamento de coleta das águas cinzas, fez-se o uso da NBR 8160 (ABNT, 1999) para descobrir o número da unidade Hunter de contribuição e assim determinar o diâmetro nominal do ramal de descarga dos pontos onde serão realizadas as coletas de água.

Para a distribuição da água cinza tratada, utilizou-se como base a NBR 5626. O primeiro passo foi definir os pontos que a água cinza tratada será distribuída, que foram nas bacias sanitárias de todos os apartamentos e torneiras do piso térreo que envia água ao jardim e calçada, assim definindo os trechos (ABNT, 1998).

Para estimar a vazão atribuída as bacias sanitárias e as torneiras externas, utilizou-se a Equação 5, conforme NBR 5626 (ABNT, 1998).

$$Q = 0,3\sqrt{\sum P} \quad \text{Equação 5}$$

O diâmetro foi localizado pelo ábaco luneta. A velocidade dos trechos foi calculada pela Equação 6, sugerida na NBR 5626 (ABNT, 1998).

$$v = 4 \times 10^3 \times Q \times \pi^{-1} d^{-2} \quad \text{Equação 6}$$

Após, utilizou-se a Equação 7 para o cálculo de perda de carga unitária da tubulação, conforme NBR 5626 (ABNT, 1998).

$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75} \quad \text{Equação 7}$$

A diferença de cota foi determinada pela análise do projeto arquitetônico. A pressão disponível foi determinada pela diferença de cota dos equipamentos, multiplicado pela pressão mínima. O comprimento real das tubulações foi retirado das cotas do projeto.

3.6 Dimensionamento do sistema de tratamento

O tratamento das águas cinzas é similar ao tratamento de águas de esgoto. Para o objetivo deste trabalho, o reúso de água em bacias sanitárias e áreas externas, a complexidade do sistema de tratamento é inferior a um sistema de tratamento de esgoto (RAMPELOTTO, 2014). Os tanques sépticos são conhecidos por fácil construção e operação. São resistentes a variações qualitativas e apresentam um bom desempenho em

sólidos sedimentáveis, nesses tanques são desempenhadas funções como decantação, sedimentação e flotação dos sólidos dos esgotos (SELLA, 2011). A NBR 7229 (ABNT, 1997) trata sobre projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, e pode ser calculada conforme a Equação 8.

$$v = 100 + N(C \times T + K \times Lf) \quad \text{Equação 8}$$

Conforme a NBR 13969 (ABNT, 1997), o filtro anaeróbio é basicamente um reator biológico, onde o esgoto é retirado através de microrganismos anaeróbios que estão nos espaços vazios e na superfície do material onde é utilizado como um filtro. Esta mesma norma dimensiona o filtro anaeróbio pela Equação 9.

$$Vu = 1,6 \times N \times C \times T \quad \text{Equação 9}$$

Os filtros de areia consistem na filtração do efluente pela camada de areia. Essa filtração se caracteriza por permitir elevado nível de remoção de poluentes (BIAZUS, 2015). O dimensionamento foi realizado com base na NBR 12216 (ABNT 1992), onde os filtros lentos se enquadram em padrões de potabilidade que não necessitam a coagulação. Todavia, servem para o tratamento das águas cinzas. Para esses filtros, a camada de areia deve ter espessura mínima de 0,90m; tamanho entre 2,25 a 0,35mm; e o coeficiente uniforme menor que 3. Quando não for possível a experiência em filtro piloto, o caso deste trabalho, o valor para a taxa de filtração máxima deve ser adotado 6 m³/m².dia. A área do filtro e o tempo de residência podem ser calculados pelas Equação 10 e Equação 11, conforme Biazus (2015).

$$A = \frac{Q}{\text{Taxa de filtração}} \quad \text{Equação 10}$$

$$TDH = \frac{V}{Q} \quad \text{Equação 11}$$

3.7 Viabilidade técnica e econômica

Os custos para o dimensionamento deste sistema de águas cinzas foram os da implantação, manutenção e operação, sendo que, o período de retorno está diretamente ligado a estes fatores. Primeiramente, obtiveram-se os dados de economia de água através da aplicação da Equação 12, conforme indicado por Sella (2011).

$$V = PB \times 0,2711 \times C^{1,43577} \quad \text{Equação 12}$$

Para a determinação do período de retorno, primordialmente lançou o valor do investimento do sistema agregando o valor dos custos de manutenção e operação. Para a definição do período de retorno considerou uma taxa de juro ao valor anual de economia e aplicou a Equação 13, conforme indicado por Sella (2011).

$$n = \frac{P}{U} \quad \text{Equação 13}$$

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O dimensionamento de reúso de águas cinzas para esta edificação foi calculada para um número de 160 moradores. O consumo de água potável interna de todo o empreendimento foi de 32.000 l/dia, ou, considerando um mês de 30 dias, foram 960.000 l/mês de água potável consumida. O consumo externo foi mensurado em 1.315,12 l/m²/dia de consumo externo diários. O consumo mensal foi calculado utilizando como base 8 dias no mês, sendo assim, o consumo mensal foi de 10.520,96 l/m²/mês. Desta forma, considerando o consumo interno e o consumo externo de todo o empreendimento, obteve-se um consumo total de água potável de 33.315,12 litros/dia ou 970.520,96 litros/mês.

Conforme consta na NBR 7229 para calcular a contribuição de despejos deve ser considerado 80% do consumo total da água (ABNT, 1997). Assim, é apresentado na Tabela 1, a geração de águas cinzas identificadas no empreendimento.

A concentração de maior gasto de água está no chuveiro, ou seja, o maior colaborador de águas cinzas da residência. Isso demonstra que, se somente na coleta da água do chuveiro fosse realizado o reúso das águas cinzas, seria suficiente para a demanda do edifício estudado. O mesmo fato foi identificado no estudo realizado por Sella (2011).

Tabela 1 – Geração de água cinza da edificação

Consumo interno – 80% (l/mês)	768.000 (l/mês) e 25.600 (l/dia)					
Local	DECA	USP	PNCDA	Média/dia	Geração mensal (l/mês)	Geração diário (l/dia)
Lavatório	12%	6%	8%	8,66%	66.508,80	2.216,96
Chuveiro	47%	28%	55%	43,33%	332.774,40	11.092,48

Tanque de lavar roupa	0%	6%	3%	3,00%	23.040,00	768,00
Máquina de lavar roupa	8%	9%	11%	9,33%	71.654,40	2.388,48
TOTAL					493.977,60	16.465,95

Fonte: adaptado de Gonçalves (2006).

Para saber o volume de água cinza utilizado no lugar da água potável, calculou-se a demanda dos volumes internos e externos. Neste caso, foi utilizado a água cinza somente para a bacia sanitária e área externa, sendo assim, o QINT foi de 5.280 litros/dia ou 158.400 litros/mês, e o QEXT 1.315,12 litros/dia ou 10.520,96 litros por 8 dias no mês. O QNP, água potável que será substituída pela água cinza, foi de 6.595,12 litros/dia ou 168.920,96 litros/mês.

Como a geração de água cinza foi de 16.465,95 litros/dia, e a demanda foi de 6.595,12 litros/dia, é notável a viabilidade deste sistema. Conforme dados apresentados, tem-se um consumo de água potável de 33.315,12 litros/dia, utilizando a água cinza para a bacia sanitária e área externa, tem-se uma diferença de 6.595,12 litros/dia, ou seja, foi consumido 26.720,00 litros/dia de água potável após a implantação do sistema, todavia 20% de economia de água potável.

O diâmetro nominal do ramal de descarga foi dimensionado com 40mm para o lavatório, chuveiro e o tanque de lavar roupa. Para a máquina de lavar roupa foi adotado 50mm de diâmetro nominal do ramal de descarga. Em virtude de que no projeto a tubulação inicia pela máquina de lavar roupa e após para o tanque de lavar roupa, utilizou-se 50mm para ambos. Para o dimensionamento da caixa sifonada, a área do banheiro ficou com diâmetro de 50mm e a área de serviço de 100mm. Utilizou-se 50mm de diâmetro nominal de saída com inclinação de 2%, pois, conforme a NBR 8160 (ABNT, 1999), quando não passa de 6 o número da unidade Hunter de contribuição adota-se o trecho com 50mm.

O sistema de tratamento de águas cinzas adotado nesse empreendimento, em virtude do espaço disponível, seguiu configuração conforme apresentado na Figura 1 e Tabela 2.

Figura 1 – Sistema de tratamento de águas cinzas



Fonte: Biazus (2015)

Tabela 2 – Volume filtro de areia

Espessura da camada filtrante (m)	Q (m ³ /dia)	Taxa de filtração (m ³ /m ² .dia)	Área do filtro (m ²)	V (m ³)	TDH (dias)
1,10	16,47	6,00	2,74	3,01	0,18

Fonte: adaptado de Biazus (2015).

Após o filtro de areia, o processo de tratamento continuou. Próximo passo foi a desinfecção. A desinfecção tem por objetivo preservar a saúde pública, aonde para isso, eliminou-se microrganismos patogênicos, como bactérias, vírus e protozoários (BIAZUS, 2015). A NBR 12209 (ABNT, 2011) informa os processos artificiais para a desinfecção, entre eles, se encontra o cloro que foi utilizado neste estudo, em forma de hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio, em uma dosagem de 1 a 5mg/L, o volume do reservatório foi de 17.000 litros, volume um pouco maior do que a geração das águas cinzas (BIAZUS, 2015).

Utilizando o filtro de areia lento, o orçamento ficou em R\$ 67.875,24 isso demonstra que em menos de um ano esse sistema se paga, em virtude do volume de geração de águas cinzas deste empreendimento. Por esse sistema ser de filtração lenta, o que leva a taxa de filtração ser consideravelmente menor que a taxa de filtração rápida (CARVALHO, 2012), recomenda-se realizar um teste antes da implantação do sistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o intuito de implementar um sistema de reúso de águas cinzas para uma edificação de 160 pessoas. Foi utilizado a água tratada somente para o reúso em bacia sanitária e lavagens na área externa, em virtude da qualidade do tratamento ter sido para esse fim.

É importante ressaltar a necessidade de orientar os moradores, além da sinalização nas torneiras externa, que está água é para uso não potável. Sugere-se também, ao lado dessa torneira, a instalação de uma torneira de água potável, garantindo seu fácil acesso, caso haja a necessidade de uso de uma água que respeite os padrões de potabilidade.

O estudo demonstrou que realizando o reúso de águas cinzas, tem-se uma economia de 20% no consumo de água potável e 24% de economia monetária. Sem a

implantação do sistema, o valor mensal gasto com água era de R\$28.772,27. Após a implantação do sistema de reúso passou para R\$21.865,19, gerando uma economia de R\$ 76.261,89 ao ano. Já o consumo de água potável era de 33.315,12 l/dia, o qual passou a ser 26.720,00 l/dia, resultando em uma economia de água potável de 6.595,12 l/dia.

Percebeu-se que, para implantar um sistema de tratamento em um edifício, deve-se ter área disponível no terreno, pois o volume de águas cinzas gerado por 160 pessoas é significativo.

Notou-se que quanto maior a geração de águas cinzas, menor o tempo de retorno. Para Sella (2011) que estudou uma edificação unifamiliar com uma geração de 1.226,67 litros de água cinza por dia teve 11 anos de período de retorno, para este trabalho com uma geração de 16.465,95 litros de água cinza por dia, com um custo de implantação do sistema de reúso de águas de R\$ 114.855,78, foi previsto, aproximadamente, 1 ano para o sistema de filtração lenta e 2 anos para o sistema de filtração rápida, como período de retorno.

Existem diversas maneiras de reutilizar a água. Uma delas foi apresentado nesse trabalho, o qual avaliou a viabilidade de implantação e detectou, não somente ganhos econômicos, mas também ganhos ambientais. Cabe ressaltar que os órgãos públicos poderiam incentivar a população a exercer esse tipo de atividade, através de incentivos a impostos e semelhantes, para assim, as cidades terem mais consciência dos riscos ambientais que a falta de água pode acarretar.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Quantidade de água**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12216**: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 5626:** Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 12209:** Projeto de estação de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 2011.

BLAZUS, Ana Caroline. **Reúso de águas cinzas para fins não potáveis em edificação residencial multifamiliar.** 2015. 78 f. Trabalho de diplomação (Graduação em Engenharia Civil), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.

BLUM, José Roberto Coppini. **Reúso de água.** In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício (Coord.). Barueri-SP: Manole, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conservação e reúso de água em edificações.** São Paulo: Prol, 2005. Disponível em: <http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/manual_agua.pdf> Acesso em: 07 abr. 2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Lei n. 9.433:** Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p.

BREGA FILHO, Darcy. **Reúso de água.** In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício (Coord.). Barueri-SP: Manole, 2003.

CARVALHO, Vanessa. **Catálogo predial de água fria.** Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAE5wAAF/catalogo-predial-agua-fria>>. Acesso em: 26 maio. 2019.

FERNANDES, Valéria. Recursos Hídricos: Estresse hídrico exige mudança na gestão. **Estresse hídrico:** Brasil em risco, Brasília, ano XXV, nº 86, p.5, 2018. ISSN 0103-5134.

FOLEGATTI, Marcos Vinícius. Recursos Hídricos: Estresse hídrico exige mudança na gestão. **Estresse hídrico:** Brasil em risco, Brasília, ano XXV, nº 86, p.6, 2018. ISSN 0103-5134.

GONÇALVES, Ricardo Franci. Tecnologias de Segregação e Tratamento de Esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas. In: PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO (Org). **Uso racional da água em edificações.** Rio de Janeiro: ABES, 2006. p.352.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício. **Reúso de água**. Barueri-SP: Manole, 2003.

PESSOA, Mariana. **O Rio Grande do Sul corre o risco de enfrentar uma crise hídrica? Carta de Conjuntura FEE**, Porto Alegre, ano 24, n.03, mar. 2015. Disponível em: <<http://carta.fee.tche.br/article/o-rio-grande-do-sul-corre-o-risco-de-enfrentar-uma-crise-hidrica/>>. Acesso em: 07 abr. 2019.

_____. **O Brasil e o Rio Grande do Sul diante do desafio global da gestão de recursos hídricos**. Disponível em: <http://panoramainternacional.fee.tche.br/article/o-brasil-e-o-rio-grande-do-sul-diante-do-desafio-global-da-gestao-dos-recursos-hidricos/#_ftn5>. Acesso em: 26 mar. 2019.

RAMPELOTTO, Geraldo. **Caracterização e tratamento de águas cinzas visando reúso doméstico**. 2014. 117 f. Trabalho de diplomação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Recursos hídricos e saneamento ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

REZENDE, Amanda Teixeira de. **Reúso urbano de água para fins não potável no Brasil**. 2016. 106 f. Trabalho de diplomação (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

SARDINHA, Vanessa; SOUSA, Rafaela. **Água**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/agua.htm>>. Acesso em: 23. jun. 2019.

SELLA, Marcelino Blacene. **Reúso de águas cinzas: avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residência**. 2011. 87 f. Trabalho de diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, Patrick Gonçalves. **Dimensionamento de um sistema hidráulico predial para o reúso de águas cinzas em uma edificação residencial**. 2017. 64 f. Trabalho de diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.