

REÚSO DE ÁGUAS CINZAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM CONDOMÍNIO MULTIFAMILIAR NO MUNICÍPIO DE NOVA IGUAÇU

Gabriel Silveira da Silva¹

Felipe Sombra dos Santos²

Resumo

A água potável é um recurso imprescindível para condicionar a subsistência do ser humano direta e indiretamente, por meio da produção de alimentos, energia e garantia de salubridade, por exemplo. Portanto, o presente trabalho visa demonstrar por meio do método de reuso de águas cinzas para fins não potáveis, a utilização desse recurso de modo consciente e proveitoso, visando economia e racionalização do mesmo. Para dimensionamento do sistema, foi feita uma estimativa de consumo de água potável e em seguida a demanda de utilização de água não potável, e a partir dessas informações foi possível dimensionar o sistema de tratamento para o reuso de águas cinza, que apresentou um tanque séptico com 32,23 m³, um filtro anaeróbico de 26,62 m³ e um clorador em linha. O volume de armazenagem da água tratada foi de 10 m³, sendo dividido em 6 m³, para um reservatório inferior e o restante em outro superior. Utilizando o sistema proposto, o condomínio em questão economizaria cerca de 290m³ de água potável por mês, gerando uma economia mensal de aproximadamente R\$ 7.216,04.

Palavras-chaves: Consumo de água. Águas Cinza. Reuso. Reservatório.

REUSE OF GREY WATER FOR NON-POTABLE PURPOSES IN A MULTIFAMILIARY CONDOMINIUM IN THE MUNICIPALITY OF NOVA IGUAÇU

Abstract

Drinking water is an essential resource to condition the subsistence of the human being directly and indirectly, through the production of food, energy and sanitation, for example. Therefore, the present work aims to demonstrate, through the reuse of gray water for non-potable purposes, the use of this resource in a conscious and profitable way, aiming for economy and rationalization of it. In order to design the

¹Engenheiro Civil pelo UGB/FERP.

²Docente do curso de Engenharia Civil pelo UGB/FERP.

system, an estimate was made of the consumption of drinking water and then the demand for non-potable water, and from this information it was possible to size the treatment system for the reuse of gray water, which presented a septic tank with 32.23 m³, an anaerobic filter of 26.62 m³ and an in-line chlorinator. The storage volume of the treated water was 10 m³, being divided in 6 m³, for a lower reservoir and the rest in an upper one. Using the proposed system, the condominium in question would save approximately 290m³ of potable water per month, generating savings of approximately R \$ 7,216.04 per month.

Key words: Waterconsumption. Gray Water. Reuse. Reservoir.

Introdução

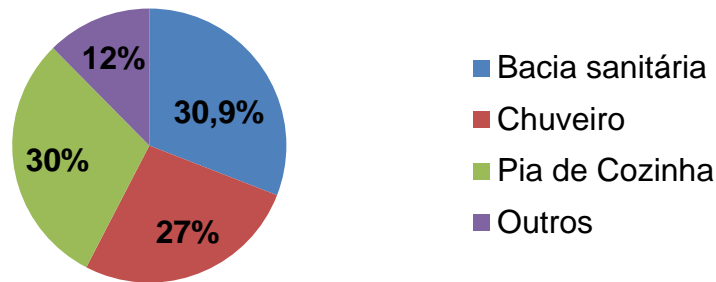
Estima-se que em todo o planeta terra, o volume total de água é de aproximadamente 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, sendo distribuídos da seguinte forma: 97,5% de água salgada, 2,5% de água doce, localizadas em aquíferos e geleiras e 0,007% de água doce encontrada em rios, lagos e atmosfera (HESPANHOL et al., 2003; TOMAZ,2005).

No ano de 2030, a população mundial deve ser próxima de 8,5 bilhões de habitantes, em 2.050, 9,7 bilhões e em 2100, possivelmente ultrapasse os 11 bilhões. Devido a esse avanço, o consumo de água no mundo também vem crescendo constantemente e nas últimas cinco décadas aumentou aproximadamente seis vezes (ONU, 2015). Apesar de ser um recurso renovável, sua má utilização por parte da população, está ocasionando a escassez e a falta de água em algumas cidades. (RAPOPORT, 2004).

A classificação dos consumidores de água tradicionalmente é dividida em doméstico, comercial, industrial e público. Dentre os consumidos citados, o doméstico apresenta menor consumo quando comparado com o comercial e industrial. A utilização da água para uso doméstico é utilizada tanto em áreas externas, quanto internas. Na área interna, pode ser utilizada para bebida, higiene pessoal, preparo de alimentos, lavagem de roupas, etc. Já para área externa, utiliza-se a água para regar jardins, lavagem de piso, veículos, etc. (TSUTIYA,2006).

Segundo Tsutiya (2006), a distribuição de consumo de água em residências na região metropolitana de São Paulo está apresentada na Figura 1, a seguir.

Figura 1. Distribuição de consumo de água em residências.



Fonte: (TSUTIYA,2006)

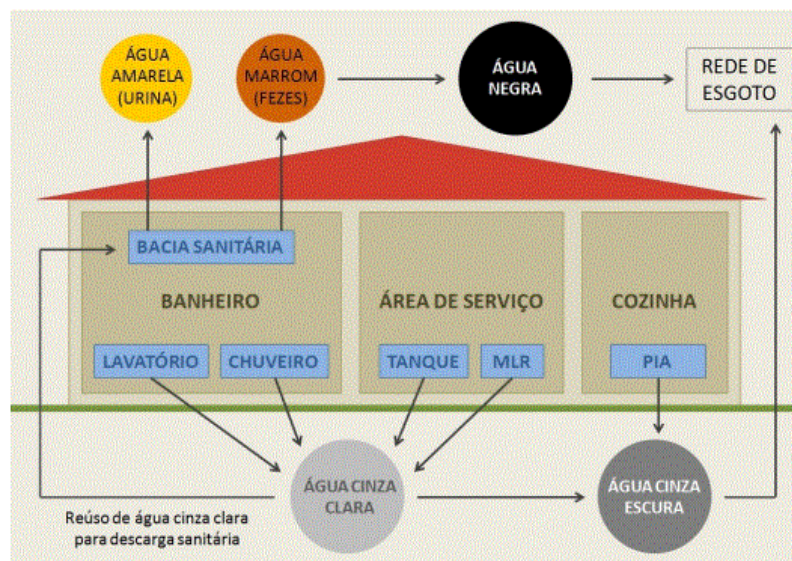
Uma grande proporção de água residual é lançada no meio ambiente sem qualquer tipo de coleta ou tratamento. Em países de baixa renda por exemplo, apenas 8% das águas residuais geradas são tratadas. Dessa maneira, as águas provenientes dessas localidades, em sua maioria são contaminadas por componentes químicos contendo chumbo, zinco, mercúrio e microrganismos que são despejados diariamente em corpos hídricos, provocando consequências negativas ao meio ambiente e gerando problemas de saúde pública (ONU, 2017).

Sensibilizados para melhorar o cenário de mau uso da água potável e garantir a utilização de forma sustentável, as esferas governamentais, setores privados e a sociedade civil vêm se organizando para atuarem de forma integrada contra o desperdício deste tipo de recurso natural (ONU,2017). No Brasil, foi elaborado um Programa de Conservação de Água (PCA) para ser aplicado em edificações comerciais, residenciais e industriais e demais tipos de construções (ANA, 2005). Uma das alternativas que o PCA traz para a conservação e reuso de águas, é a implementação de sistema de reuso de águas cinzas em construções novas ou existentes.

O termo água cinza para reuso é definido como todo esgoto gerado por uma localidade que não possui contribuição dos vasos sanitários e pias de cozinha, e sim, de locais como lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupas. (ANA, 2005). Após captada e tratada, esse tipo de água de reuso pode ser usada para atividades como: irrigação de jardins, lavagem de piso, descarga de vasos sanitários, dentre outros (NBR13969,1997).

As águas classificadas como cinza clara, são aquelas provenientes de lavatórios e chuveiros, localizados nos banheiros, sem a mistura com as demais águas geradas. As cinzas escuras são geradas nas pias de cozinhas. Além dos tipos de água cinza existem também as águas marrom e amarela. As águas marrons são águas residuárias geradas a partir dos vasos sanitários, contendo basicamente fezes, enquanto que, as águas amarelas, são geradas a partir de dispositivos que separam a urina das fezes como o mictório. A água negra é a mistura da água marrom com a água amarela, conforme pode ser visualizada na Figura 2 (GONÇALVES,2006, HAFNER, 2007).

Figura 2. Esquema do esgoto doméstico e indicação de possíveis usos para água cinza após tratamento



Fonte: HAFNER, 2007

Para gerar água cinza sem odor e com baixo índice turbidez, é necessário implementar um sistema de tratamento desta água servida. O tipo de tratamento é específico para cada caso, e pode abranger diferentes níveis de tratamento. Todavia, para disponibilizar esta água para a sociedade na forma de potável, ela deve passar por todas as etapas de tratamento, que visem atender os padrões de potabilidade, estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011 (GONÇALVES, 2006).

Sendo assim, esse trabalho está voltado para a implementação de um sistema de reuso de águas cinzas para um condomínio residencial localizado no município de Nova Iguaçu.

Metodologia

A localização do condomínio em que o projeto foi implementado, foi obtida com auxílio de recurso computacional do Google Earth. O consumo de água do local de estudo foi, primeiramente, estimado com base na metodologia utilizada na publicação do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB, Norma Técnica Sabesp (NTS 181).

Os pontos para a captação de águas cinzas, assim como os pontos para a reutilização das mesmas, foram escolhidos segundo os critérios regulamentados pela NBR – 13.969/97.

O dimensionamento do sistema de captação e distribuição de águas cinzas foi elaborado a partir das normas técnicas apresentadas pelas NBR's nº 8160 de 1999, 5626 de 1998, 7229 de 1993 e 13.969 de 1997, respectivamente. O manual do PROSAB também serviu como guia para o dimensionamento da Estação de Tratamento de Águas Cinzas.

Já o layout do projeto foi executado visando a melhor viabilidade técnica e econômica ao sistema.

Resultados

Consumos de Água

O valor do consumo de água depende da destinação ou da finalidade do prédio conforme a necessidade de abastecimento. A previsão leva em consideração o consumo global de cada habitante (MACINTYRE, 2010).

Para determinar o volume mensal de água utilizada em um condomínio, foi realizada uma estimativa de consumo de água potável, baseada na Tabela 1, que permite prever a estimativa de consumo per capita de água potável.

Tabela 1. Estimativa de consumo diário de água

| TIPO DE EDIFICAÇÃO | UNIDADE | CONSUMO (L.d⁻¹) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Apartamento | per capita | 200 |
| Apartamento de Luxo | por dormitório | 300 a 400 |
| | por quarto de empregada | 200 |
| Residência de Luxo | per capita | 300 a 400 |
| Residência de Médio Valor | per capita | 150 |
| Residências Populares | per capita | 120 a 150 |
| Alojamento Provisório de obra | per capita | 80 |

Fonte: (MACINTYRE, 2010)

Com base na Tabela 1 foi calculado o consumo diário e mensal de água potável utilizada pelo condomínio. Os resultados obtidos foram apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Cálculo de consumo diário e mensal de água potável

| Número de Moradores | Consumo per capita (L.d⁻¹) | Total Diário (L.d⁻¹) | Total mensal (m³.mês⁻¹) |
|----------------------------|--|--|--|
| 256 | 200 | 51.200 | 1.536 |

Fonte: (MACINTYRE, 2010)

Após realizado o cálculo do consumo diário e mensal de água potável, foi determinada a demanda de utilização de água não potável. As estimativas das demandas não potáveis contêm os diferentes usos em uma residência, sejam internos ou externos, levando em conta o número de moradores do local de estudo. (GONÇALVES, 2006).

A metodologia de cálculo para determinar as demandas internas e externas, são mostradas na equação (1).

$$Q_{np} = Q_{int} + Q_{ext} \quad (1)$$

Onde:

Q_{np} = Somatório das demandas internas ($L.d^{-1}$),

Q_{int} = Somatório das demandas internas ($L.d^{-1}$),

Q_{ext} = Somatório das demandas externas ($L.d^{-1}$).

A demanda interna é obtida em função de todo consumo de água utilizada nas atividades realizadas dentro da residência, no qual a água potável pode ser substituída por água de reuso (ex. bacias sanitárias) (GONÇALVES, 2006). Já para a demanda interna, foi utilizada a equação (2).

$$Q_{int} = Q_{vs} \quad (2)$$

Onde:

Q_{vs} = $N \times$ volume de água do vaso sanitário \times n° de descargas ($L.d^{-1}$).

As demandas externas, são aquelas em que a água pode ser utilizada para rega de jardim, lavagem de pisos e calçadas. Para o cálculo desse tipo de demanda, deve ser considerada além do volume de água, a frequência que essas atividades foram realizadas (GONÇALVES, 2006). A demanda externa é obtida através da equação (3).

$$Q_{ext} = Q_{js} + Q_{ai} \quad (3)$$

Onde:

Q_{ext} = Somatório das demandas externas ($L.d^{-1}$),

Q_{jd} = Área do jardim \times volume de água \times frequência de uso ($L.d^{-1}$),

Q_{ai} = Área impermeável \times volume de água \times frequência de uso ($L.d^{-1}$).

Os parâmetros utilizados para o cálculo da demanda de água não potável foram apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros para cálculo da demanda de água não potável

| | | |
|----------------------------------|----|---------------------------------------|
| Vaso Sanitário | 6 | L.descarga ⁻¹ |
| | 5 | descargas por dia |
| | 10 | % de perdas por vazamento |
| Lavagem da área impermeabilizada | 4 | L.(dia.m ²) ⁻¹ |
| | 8 | Utilizações por mês |
| Rega de Jardim | 3 | L.(dia.m ²) ⁻¹ |
| | 12 | Utilizações por mês |

Fonte: (MACINTYRE, 2010)

Os resultados obtidos para as demandas internas e externas foram as seguintes:

$$Q_{\text{int.}} = 256_{(\text{habitantes})} \times 6_{(\text{L.descarga}^{-1})} \times 5_{(\text{descargas.dia}^{-1})} \times 1,1_{(\text{perdas})} = 8.448 \text{ L. dia}^{-1}$$

$$Q_{\text{ext 1}} = (800_{(\text{área imp.})} \times 4_{(\text{L(dia.m}^2\text{)}^{-1})} \times 8_{(\text{utilizações.mês}^{-1})}) \div 30_{\text{dias}} = 853,33 \text{ L. dia}^{-1}$$

$$Q_{\text{ext 2}} = (300_{(\text{área imp.})} \times 3_{(\text{L(dia.m}^2\text{)}^{-1})} \times 12_{(\text{utilizações.mês}^{-1})}) \div 30_{\text{dias}} = 360 \text{ L. dia}^{-1}$$

$$Q_{\text{total}} = 8.448 + 853,33 + 360 = 9.661,33 \text{ L. dia}^{-1} \text{ (289,84m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}\text{)}$$

Tratamentos de Águas cinza

O processo de tratamento foi dividido em 3 estágios (preliminar, primário e secundário). O estágio preliminar é um tratamento feito por meio de grades com espaçamento de aproximadamente 1 cm, que possibilita a remoção de sólidos grosseiros (MANCUSO, 2003), conforme apresentada na Figura 3.

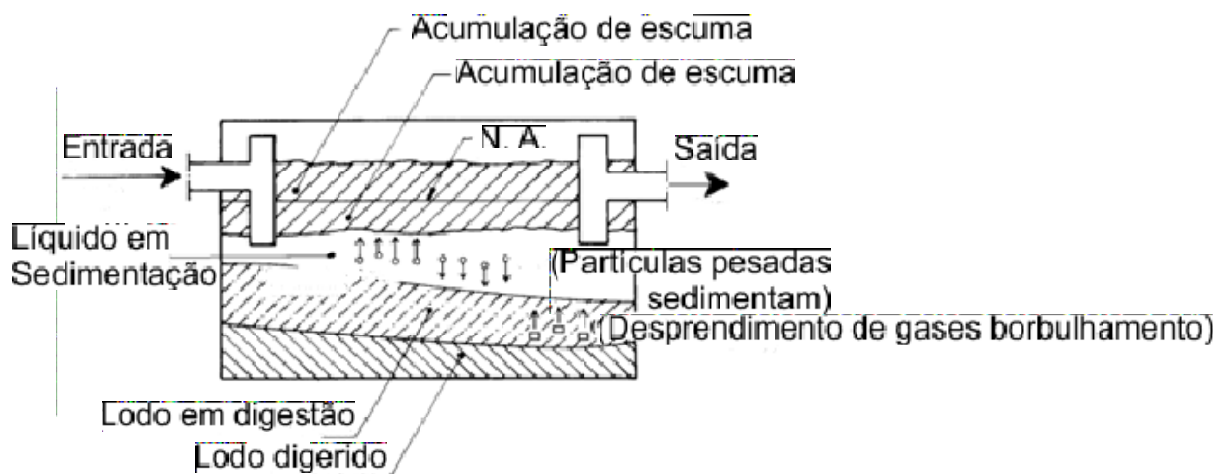
Após o estágio preliminar, o esgoto coletado foi direcionado para um tanque séptico, representado na Figura 4, no qual permite o tratamento do esgoto através da sedimentação, flotação e digestão. (NBR7229, 1993).

Figura 3. Caixa com grade



Fonte: (DELTA s.d.)

Figura 4. Tanque séptico



Fonte: NBR13969,1997

O dimensionamento do tanque séptico foi feito a partir das diretrizes encontradas na NBR 7229/93. Sendo, o volume necessário obtido através da equação (4).

$$V = 1000 + N \times (C \cdot T + K \cdot L_f) \quad (4)$$

Onde:

V= Volume útil, em litros;

N= Número de pessoas ou unidades de contribuição - (sendo adotado o valor de 256 pessoas para a localidade);

C = Contribuição de despejos, $L. (pessoa. d)^{-1}$ - (sendo o valor de 130 para a localidade, conforme a Tabela 1 da NBR 7229);

T = Período de detenção, em dia - (0,5 conforme Tabela 2 da NBR 7229);

K = Taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco - (57 conforme a Tabela 3 da NBR 7229);

L_f = Contribuição de lodo fresco, $L. (pessoa. d)^{-1}$ - (1, de acordo com a Tabela 1 da NBR 7229).

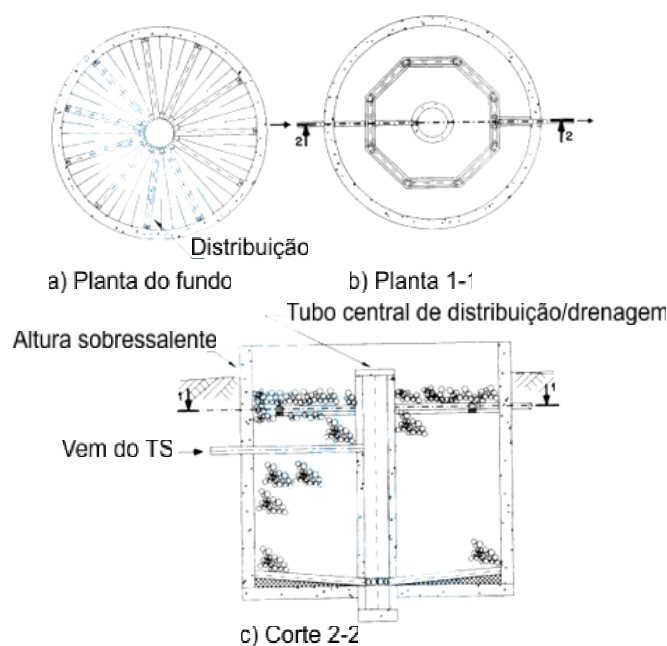
A partir das variáveis mencionadas acima foi possível obter um volume de tanque séptico de $32,23m^3$, conforme apresentado na equação (5).

$$V = 1000 + 256 \times (130 \times 0,5 + 57 \times 1) \quad (5)$$

$$V = 32,23m^3$$

Em seguida, o esgoto foi encaminhado para um filtro anaeróbio de leito fixo de fluxo ascendente, de acordo com o da Figura 5, que seguiu os critérios da NBR 13969 de 1997.

Figura 5. Filtro anaeróbio



Fonte: NBR13969,1997

Já o dimensionamento do filtro anaeróbio foi feito a partir das diretrizes encontradas na NBR 13.969 de 1997, conforme a equação (6).

$$V_u = 1,6 \cdot N \cdot C \cdot T \quad (6)$$

Onde:

V_u = Volume útil do leito filtrante, em litros;

N = Número de contribuintes - (256 adotado);

C = Contribuição de despejos, $L.(habitante.d)^{-1}$ - (130 adotado a partir da Tabela 3 da NBR 13969);

T = Período de detenção hidráulica, em dias - (0,5 adotado a partir da Tabela 4 da NBR 13969).

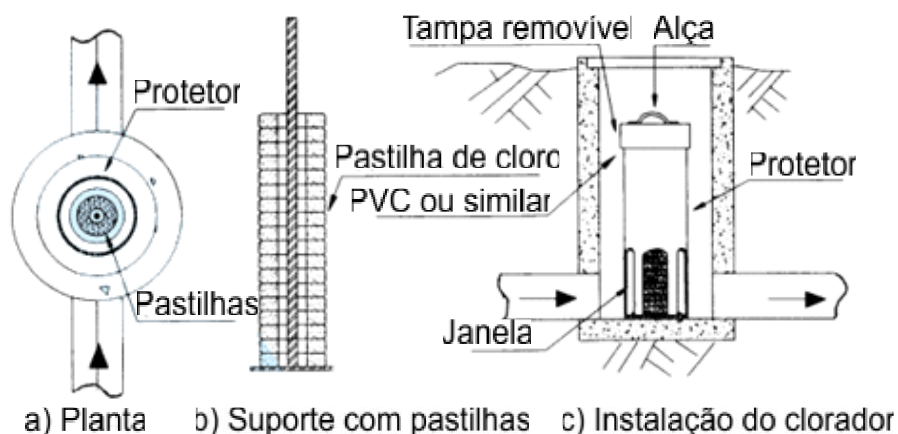
O volume obtido para o filtro anaeróbio foi de $36,07m^3$ conforme apresentado na equação (7).

$$V_u = 1,6 \cdot 256 \cdot 130 \cdot 0,5 \quad (7)$$
$$V_u = 26,62 m^3$$

Sendo assim, foram adotados 2 filtros anaeróbicos em série para o sistema proposto, sendo o primeiro dotado de brita nº4 ou nº5, e o segundo de areia com diâmetro efetivo na faixa de 0,25 mm a 1,2 mm, com coeficiente de uniformidade inferior a 4 (NBR13969,1997).

Após o filtro anaeróbio, o esgoto tratado foi enviado para uma unidade de cloração, conforme o apresentado na Figura 6, cujo o propósito foi desinfetar o esgoto tratado para em seguida ser usado como água de reuso ou ser descartado em corpos hídricos, como sumidouro ou vala de infiltração ou ainda descarregado em galeria de rede de esgoto (NBR13969,1997).

Figura 6. Clorador



Fonte: NBR13969,1997

Dimensionamento do Reservatório de Águas Cinzas

Para o dimensionamento do reservatório de águas cinzas, foi utilizado o valor da demanda de consumo de água não potável calculado anteriormente. Sabendo que o consumo diário de águas cinza estimado, foi de 9.661,33 litros, foi dimensionado um reservatório com capacidade de 10.000 litros, sendo 60% do total reservado armazenado em um reservatório inferior e 40% no reservatório superior conforme recomendado por Macintyre (2010).

O reservatório foi dimensionado de modo que toda a água gerada em excesso seja encaminhada para o sistema de coleta de esgoto sanitário existente através de um extravasor. O reservatório inferior apresenta dimensões de 1,5 x 2,00 x 2 (m), enquanto o superior possui 2,00 x 2,00 x 1,00 (m), tais medidas foram encontradas a partir da relação de área e volume.

No sistema atual do edifício se faz necessária a realização de algumas alterações no sistema predial. No caso do esgoto sanitário, os tubos de queda de esgoto secundário devem ser instalados e direcionados ao tratamento de águas cinzas. Já os esgotos primário e de gordura, devem permanecer funcionando conforme o existente, sem sofrer algum tipo de modificação.

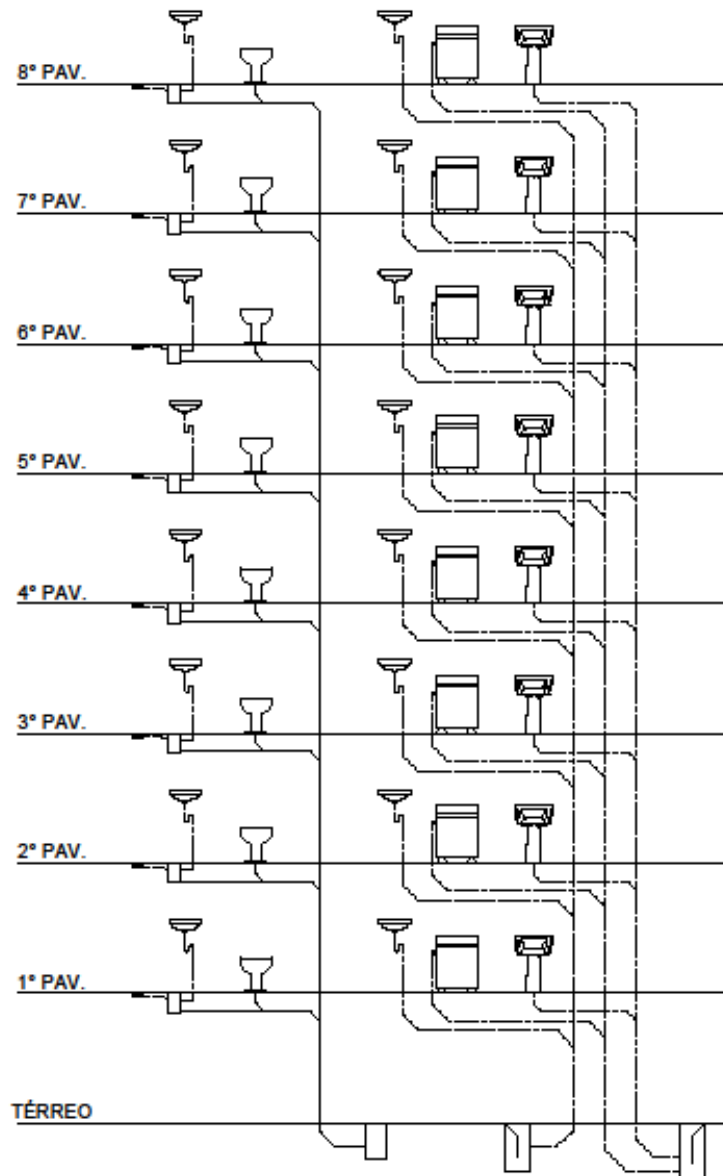
A Figura 7 apresenta o sistema de esgoto predial existente na edificação, já a Figura 8 apresenta o sistema de esgoto predial com as modificações que foram propostas para coleta do esgoto para em seguida trata-lo.

Após todas as etapas de tratamento, a água cinza deve ser encaminhada para o reservatório inferior, no qual é recalçada através de bombeamento mecânico para o reservatório superior e alimenta os pontos de consumo por meio da ação da gravidade.

O sistema de reuso foi ser identificado para que não ocorra o consumo e muito menos a mistura dos diferentes tipos de água (reuso e potável). (NBR13969,1997)

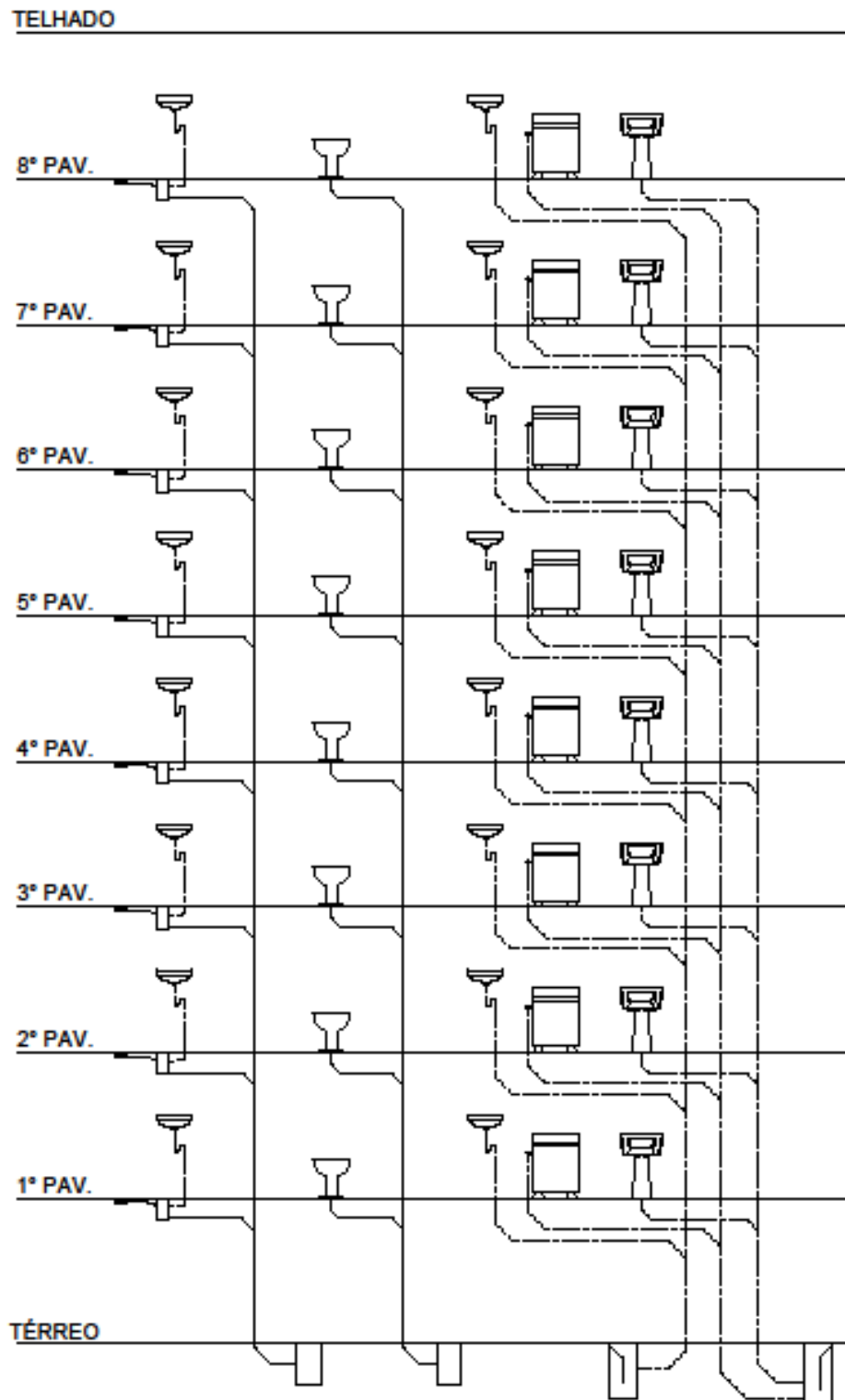
A Figura 9 apresenta o sistema de água fria existente na edificação, enquanto que a Figura 10 apresenta o sistema de esgoto predial com as modificações necessárias para o abastecimento dos pontos que podem ser abastecidos com águas cinzas.

Figura 7. Instalação de esgoto sanitário existente
TELHADO



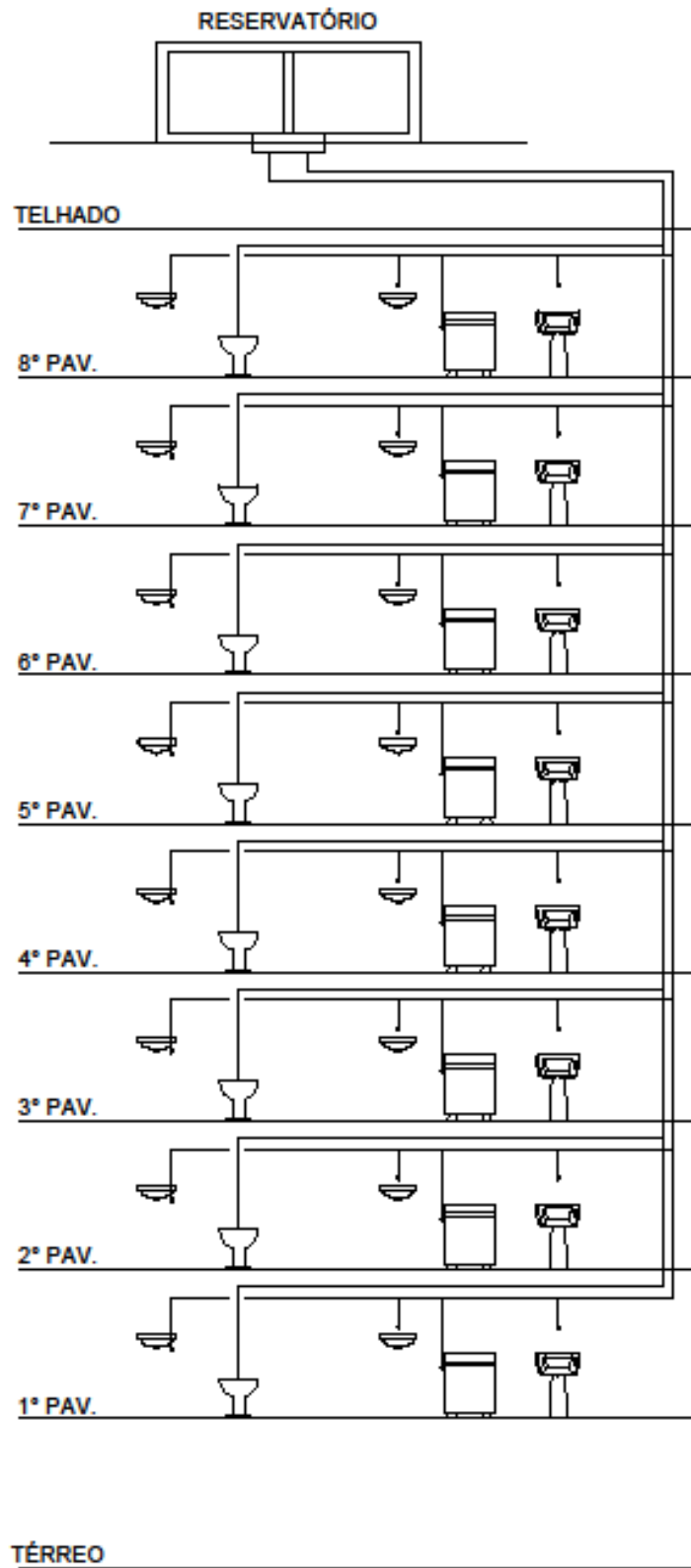
Fonte: NBR13969,1997

Figura 8. Proposta de Instalação de esgoto sanitário com as modificações necessárias



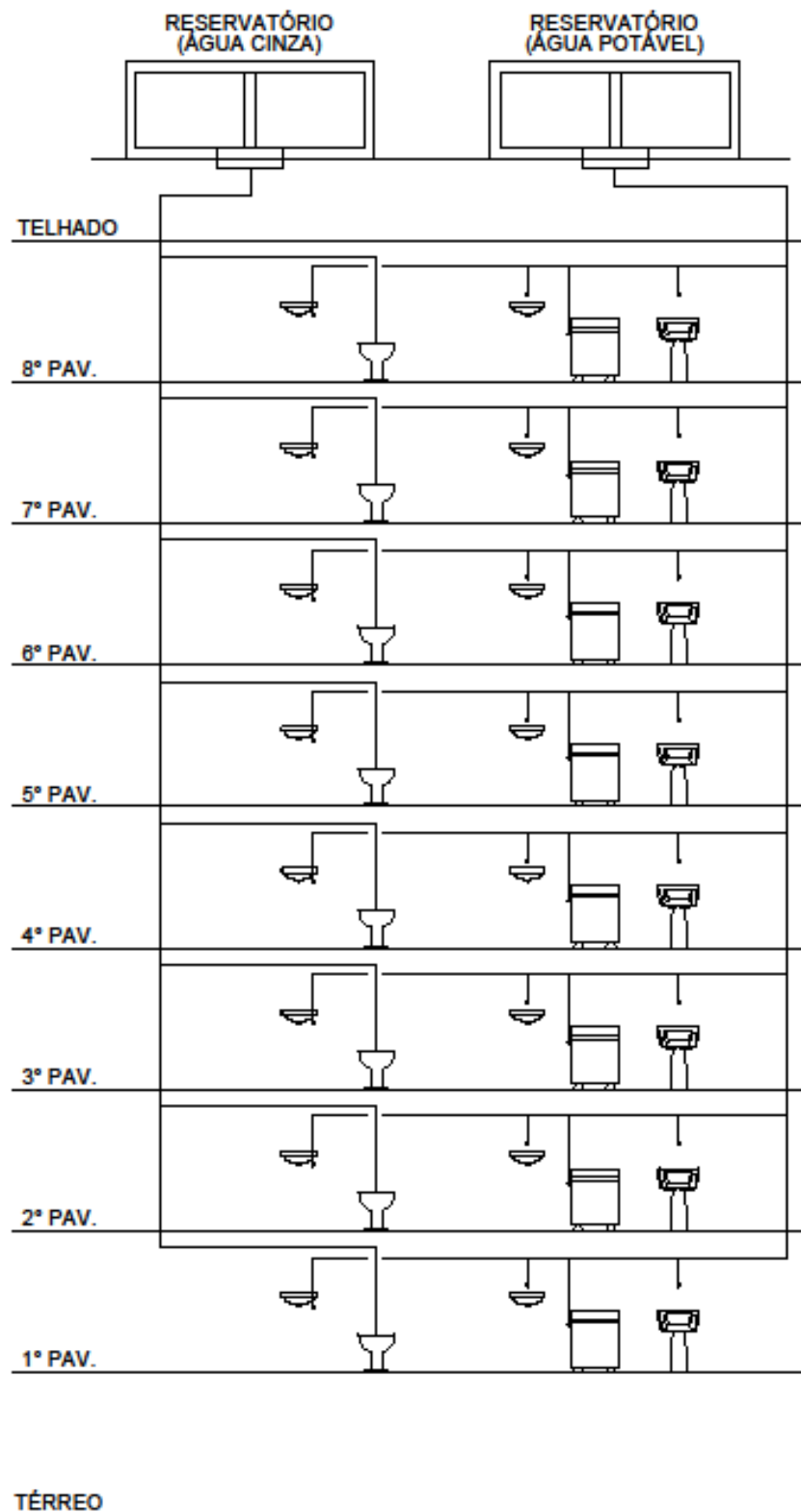
Fonte: NBR13969,1997

Figura 9. Instalação de esgoto sanitário existente



Fonte: NBR13969,1997

Figura 10. Proposta para utilização de água cinza



Fonte: NBR13969,1997

Considerações Finais

Foi possível concluir que o pleno funcionamento do sistema para tratamento da água cinza coletada, deve ser composto por uma caixa com grade para retirada de grandes partículas, um tanque séptico com capacidade de armazenamento de 32,23m³, um filtro anaeróbio em série de brita e areia respectivamente, ambos com volume útil de 26,62m³ e um clorador para desinfecção.

Para armazenamento da água cinza tratada foi recomendada a instalação de um reservatório de 10m³, sendo dividido em 6m³ no reservatório inferior e 4m³ no superior. Após a análise completa do sistema proposto, foi possível verificar vantagens tanto financeiras quanto ambientais, já que o condomínio após a implantação do sistema estaria economizando aproximadamente 290m³ de água potável por mês, valor este que representa aproximadamente R\$ 7.216,04 por mês, com base na estrutura tarifária vigente apresentada pela concessionária.

Além dessa economia todo o excesso de esgoto tratado que seria lançado na rede existente da concessionária, permitiria contribuir para uma diminuição do lançamento de esgoto bruto na rede da concessionária.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR5626**. Instalação Predial de Água Fria. Associação brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 6027**. Tanques Sépticos - Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos - Projeto, Construção e Operação. Associação brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR7229**. Projeto, construção e operação de Sistemas de Tanques Sépticos. Associação brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR8160**. Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário. Associação brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1999.

ANA. **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo, São Paulo, 10 jun. 2005.

BAZZRELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. Vitória, Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico, 12 dez. 2005.

CEDAE. **Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro**. 06 de dezembro de 2016. Disponível em: <http://www.cedae.com.br/Portals/0/Estrutura_tarifaria_2016.pdf> Acesso em: 04 jun. 2017.

DECA. Deca. 01 de Janeiro de 2017. Disponível em: <[Dishttp://deca.com.br/biblioteca/catálogos](http://deca.com.br/biblioteca/catálogos)> Acesso em: 05 maio 2017.

DELTA. Delta Saneamento. s.d. Disponível em: <<http://www.deltasaneamento.com.br/pagina/caixas-gradeadas>> Acesso em: 21 maio 2017.

GONÇALVES, Ricardo Franci. **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: ABES, 2006.

HAFNER, A. V. (2007). – **Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. Rio de Janeiro 2007. Disponível em: <http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/mestrado/rh/2007/Teses/HAFNER_AV_07_t_M_rhs.pdf> Acesso em: 07 jun. 2017.

BRAGA, Benedito, HESPANHOL, Ivanildo, LOTUFO, João, MIERZWA, José, BARROS, Mario, SPENCER, Milton, PORTO, Monica, NUCCI, Nelson, JULIANO, Nelsa, EIGER, Sérgio. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Perason Prentice Hall, 2005.

MACINTYRE, Archibald joseph. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MANCUSO, Pedro Caetano sanches. **Reúso de Água**. Barueri: Manole, 2003.

ONU. 22 de Março de 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/nacoes-unidas-pedem-avanco-do-tratamento-de-aguas-residuais-no-mundo> Acesso em: 26 mar. 2017.

ONU. 30 de Julho de 2015. <http://www.unric.org/pt/actualidade/31919-onu-projeta-que-populacao-mundial-chegue-aos-85-mil-milhoes-em-2030>. Acesso em 26 mar. 2017.

RAPOPORT, Beatriz. **Águas Cinzas**: Caracterização, Avaliação financeira e Tratamento para Reuso Domiciliar e Condominial. Rio de Janeiro, 05 mar. 2004.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. São Paulo: Hermano & Bugelli, 2005.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.