

Aproveitamento de águas cinza para fins não potáveis em condomínios residenciais

Eng.^a Esp. Tereza Cristina Sales Silva
Prof. Dr. Cleto Augusto Baratta Monteiro

Resumo

Diante da gradativa escassez hídrica, o aproveitamento de águas servidas surge como uma excelente solução sustentável, tanto para racionalizar o uso de água potável, como para reduzir o lançamento de efluentes nos mananciais. O reúso de águas cinza para fins não potáveis é um exemplo de substituição de fonte de suprimento, ou seja, satisfação das demandas menos restritivas, priorizando o uso de água de melhor qualidade para os fins mais nobres. Os efluentes oriundos de lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupas, que antes seriam descartados para o esgotamento sanitário, são coletados, tratados e reutilizados em atividades domésticas. Esse trabalho teve como objetivo analisar a aplicabilidade do sistema de reúso de águas cinza em condomínios residenciais através do estudo de caso do Edifício Leblon, em Teresina - Piauí. Verificaram-se, além da simplicidade da adoção da estação de tratamento, os reais custos envolvidos e a rentabilidade final alcançada, buscando incentivar a sociedade a investir nessa alternativa sustentável. Os resultados obtidos demonstraram que a economia mensal obtida com o reúso de águas cinza é expressiva e o retorno do capital investido pode se dar em menos de dois anos, o que comprova a viabilidade econômica dessa solução.

Palavras-chave: *Reúso. Águas cinza. Condomínios residenciais. Viabilidade econômica.*

1. Introdução

Embora a escassez hídrica ainda não seja um problema global, em algumas regiões a falta de água já atinge índices críticos de disponibilidade e, segundo o National Center for Sustainable Water Supply (NCSWS), por volta de 2025, a população com escassez deste recurso essencial será dez vezes maior que a atual. Além das influências naturais, como a má distribuição do potencial hídrico no mundo, existem fatores antrópicos que agravam os desequilíbrios entre oferta e consumo de água potável, como por exemplo: o adensamento populacional urbano, o uso irracional e a degradação dos mananciais existentes.

A gestão integrada com incentivo à racionalização do uso e desenvolvimento de sistemas sustentáveis são alternativas importantes para prevenir a escassez generalizada e manter a vida nas áreas urbanas. Entre as medidas de conservação pode-se citar o uso de aparelhos economizadores, a medição individualizada do consumo, o controle de perdas por vazamentos, a conscientização da população sobre a importância da economia água e o uso de fontes alternativas.

Entre essas medidas de conservação hídrica, destaca-se a utilização de fontes alternativas de suprimentos. O reúso é definido por Gonçalves (2006) como o uso de efluentes tratados ou não para fins benéficos, tais como irrigação, uso industrial e fins urbanos não potáveis. Já para Lavrador Filho (1987, apud MANCUSO; SANTOS, 2003), esse conceito é mais amplo e equivale ao aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir outras necessidades de uso.

Baseado na política de substituição de fontes, o reúso busca principalmente evitar o consumo de água potável em procedimentos onde seu uso é dispensável, podendo ser substituída, com vantagens inclusive econômicas, em indústrias e condomínios residenciais. Segundo Mancuso e Santos (2003):

As águas de qualidade inferior, tais como: esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de chuva, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. O uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes constitui hoje, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e da demanda, a estratégia básica para a solução do problema da falta universal da falta de água.

Composta dos efluentes oriundos de lavatórios, chuveiros, tanques ou máquinas de lavar roupas, a água cinza pode ser devidamente aproveitada e permitir que uma significativa parcela do efluente, que seria descartada para o esgotamento sanitário, seja reutilizada em outras atividades, como descarga de bacias sanitárias, rega de jardins, lavagem de carros, etc. O reúso dessa parcela de água residuária se destaca das outras fontes alternativas de suprimento por sua reduzida carga de poluentes, sua disponibilidade permanente nas edificações e sua maior previsibilidade de volumes gerados com o tempo, permitindo maior precisão no dimensionamento do sistema utilizado.

Parte da sociedade já tem conhecimento da enorme importância ambiental do reúso de água, mas ainda carece de informações sobre os benefícios econômicos envolvidos. Para implantação de um sistema de reúso de águas cinza em uma edificação, necessita-se de investimentos adicionais em instalações, equipamentos para tratamento do efluente e suas respectivas operação e manutenção. Porém, a economia nos gastos com água potável é significativa e, em muitos casos, promove o retorno do investimento inicial em curto ou médio prazo.

Nesse trabalho serão avaliados os custos necessários para permitir o aproveitamento eficiente das águas servidas de um condomínio residencial e sua viabilidade econômica. A pesquisa será realizada através do estudo de caso do Edifício Leblon, localizado em Teresina e ainda na fase de projeto, e terá como objetivo tornar público o retorno financeiro da utilização de águas cinza. Com isso, será possível demonstrar que, além de uma excelente solução sustentável e simples intervenções de engenharia, o reúso é um investimento consideravelmente rentável e estimular a sociedade a adotar essa moderna prática de economia.

2. Reúso de água

Asano et al. (2007) incentiva a implantação de sistemas de reúso e cita alguns dos principais motivos para se adotar essa prática nas edificações: a possibilidade de substituição da água recuperada em aplicações que não exigem qualidade tão elevada; o aumento de disponibilidade de recursos hídricos e garantia de abastecimento futuro através do fornecimento de fontes alternativas; a proteção dos ecossistemas aquáticos com a diminuição de captação de água doce e a redução da quantidade de poluentes despejados nos corpos hídricos. Mota et al. (2007) acrescenta como vantagens do reúso de efluentes o suprimento de recurso durante todo o ano, a adição de matéria orgânica ao solo e aumento de áreas verdes quando aplicado à irrigação, entre outras.

Considerando as mais diversas vantagens da prática, o reaproveitamento é classificado como a alternativa mais viável ao uso racional dos recursos hídricos. No entanto, ainda depende muito da aceitação popular, da aprovação mercadológica e da vontade política para se efetivar como tecnologia sistemática.

Uma classificação ampla para o reúso, adotada pela ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), é baseada na potabilidade da água e o define como potável ou não potável. O reúso para fins potáveis é adotado exclusivamente em locais com problemas de escassez crônica de água e esta tecnologia se apresenta como única solução adequada, devido os diversos riscos à saúde dos usuários relacionados.

Em contrapartida, os reúsos não potáveis envolvem riscos bem menores e devem ser considerados como primeira opção de aplicação urbana. A modalidade para fins urbanos destaca-se pela representatividade no consumo nas cidades muito populosas e inclui a irrigação de parques e jardins, descarga de aparelhos sanitários, reserva para controle de incêndios, decoração aquática, lavagem de ruas, praças e pátios, construção civil e desobstrução de tubulações (MANCUSO; SANTOS, 2003).

3. Águas cinza e os critérios para seu aproveitamento

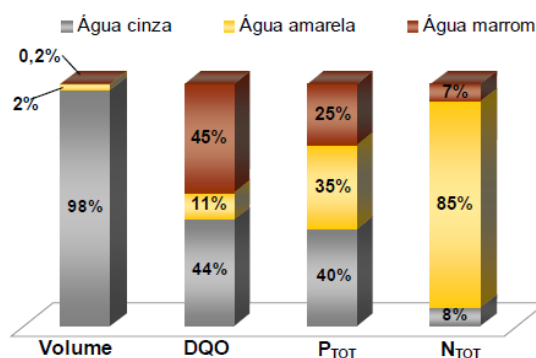
A caracterização das águas residuárias é de fundamental importância para a eficiência da aplicação dos princípios do saneamento ecológico e, conseqüentemente, dos projetos de reúso. Quanto mais informações obtidas, melhor será a caracterização das águas residuárias e mais adequado o sistema de tratamento escolhido, garantindo uma qualidade final que atenda aos requisitos exigidos ao uso. Otterpohl (2001, apud BAZZARELLA, 2005) segrega o esgoto gerado nas residências da seguinte forma:

- Água negra: efluente proveniente de vasos sanitários, incluindo fezes, urina e papel higiênico.
- Água cinza: águas servidas, excluindo o efluente dos vasos sanitários;
- Água amarela: representando somente a urina;
- Água marrom: representando somente as fezes.

As águas cinza são as águas servidas provenientes de lavatórios, chuveiros, banheiras, tanques e máquinas de lavar roupa e vistas como uma das melhores fontes alternativas para reúso em edificações residenciais atualmente. Alguns autores também consideram o efluente de pias de cozinha contribuinte para esse tipo de água residuária, porém as elevadas concentrações de matéria orgânica e gorduras nele presentes é premissa consistente para afirmar o contrário.

Como ilustra a Figura 1, 98% do volume de todo esgoto doméstico é água cinza. Isso demonstra que o aproveitamento dessa parcela do esgoto pode ser extremamente eficiente na economia de água potável. A água cinza influi apenas 44% no DQO (Demanda Química de Oxigênio) e 40% no fósforo total, o que é ínfimo em concentração considerando que ela representa a quase totalidade do volume do efluente gerado.

Figura 1 – Distribuição de compostos nas parcelas do esgoto doméstico



Fonte: Otterpohl (2001, apud GONÇALVES, 2006)

A análise dos parâmetros qualitativos das águas residuárias é essencial para verificação da viabilidade técnica de seu aproveitamento nas edificações e a indicação de um possível sistema de tratamento eficiente. Além disso, é imprescindível para manter a população informada sobre as diversas diferenças entre a água cinza e o esgoto doméstico bruto, convencendo os usuários da potencialidade de substituição de fontes e da garantia de preservação de sua saúde.

Além dos parâmetros qualitativos, é importante a análise das características quantitativas das águas cinza nas edificações. Diferentemente da água pluvial, cuja oferta depende de fatores climáticos, a produção de águas cinza depende apenas do consumo doméstico, garantindo o aproveitamento de águas servidas sem riscos de cessão do abastecimento.

O consumo de água por aparelho em uma residência é uma base de dados fundamental para o cálculo tanto da oferta de água cinza quanto da demanda de água de reúso. O volume utilizado em cada um dos aparelhos sanitários variará com o clima da região e com os hábitos e o nível econômico dos usuários. A Tabela 1 mostra o percentual de esgoto doméstico gerado de acordo com estimativas da ABES (2003, apud BRAGA, 2009).

Tabela 1 – Vazão por unidade hidráulico-sanitária

Consumo Interno	Vazão por unidade hidráulica- sanitária
Vaso Sanitário	0,30 Qm
Máquina de Lavar Roupa	0,18 Qm
Chuveiros	0,20 Qm
Lavatório	0,13 Qm
Pia de cozinha	0,19 Qm
Total	1,00 Qm

Fonte: ABES (apud BRAGA, 2009)

Com esses dados, pode-se concluir que o significativo volume hídrico demandado pelos vasos sanitários pode ser provindo satisfatoriamente do volume de água cinza produzida nos chuveiros e lavatórios. Além de ser uma medida suficiente no quesito quantitativo de substituição de fontes, proporciona redução de cerca de 30% da água potável que seria utilizada na residência e, concomitantemente, diminuiria o efluente gerado.

Considerando-se também o aproveitamento de água oriunda da máquina de lavar roupa e do tanque, além dos chuveiros e lavatórios, a produção de água cinza de uma residência típica de classe média no Brasil excede a demanda para descargas sanitárias, irrigação de jardins e lavagem de carros e calçadas. Esses resultados alcançados são excelentes na redução nos gastos mensais com a concessionária de água e esgoto local, mas seu efeito mais importante é na conservação do meio ambiente.

Após a análise das características qualitativas e quantitativas das águas cinza em uma edificação, tem-se informação suficiente para adequar a edificação ao reúso escolhido, principalmente à rede de coleta e distribuição e ao sistema de tratamento específico.

A rede predial de esgoto sanitário deve ser projetada para a segregação de suas parcelas afim de que as águas cinza e as negras sejam conduzidas, respectivamente, ao sistema de tratamento local e à rede de coleta pública. Além disso, o abastecimento de água deve ser planejado com uma rede dupla, separando água potável e água de reúso, planejada e executada para que evite o uso inadequado e diminua os riscos à saúde dos usuários. A implantação dessa rede deve obedecer a diversos critérios de segurança, tais como os

recomendados pela ABES (apud MANCUSO; SANTOS, 2003):

- Obediência às distâncias mínimas tabeladas entre as tubulações de água de reúso, água potável, água pluvial e esgoto sanitário;
- Todas as válvulas de saída da rede de reúso devem ser marcadas por cor diferente ou por caixas de forma diferente;
- Todas as tubulações diferenciadas por cor diferente ou por rótulos indicando “Esgoto tratado”, fixados a cada dois metros;
- Hidrômetros de marcas distintas, entre outras diferenciações;
- Uso de aspersores de irrigação para água não potável com terminais de hastes diferentes e de difícil manobra por pessoas não autorizadas;
- Operadores do sistema devem ser treinados e possuir manuais específicos para desempenho de suas funções.

São requisitos fundamentais para a segurança dos usuários também reservatórios independentes e identificados, incluindo um inferior e um superior para armazenar a água de reúso sem nenhum tipo de contato com a água potável e que garanta o abastecimento durante todo dia sem interrupções, torneiras de acesso restrito, programas de informação e capacitação de equipes e monitoramento constante (COSTA; ILHA, 2009).

Além das alterações necessárias nas instalações da edificação, exige-se também se respeite todos os padrões de qualidade definidos por órgãos reguladores locais de acordo com a utilização prevista do recurso hídrico. Crook (1993) reporta que, na escolha dos critérios de qualidade da água de reúso, são envolvidos os seguintes aspectos: a proteção à saúde pública, os requisitos físico-químicos de uso, os efeitos do uso de água residuárias em irrigação (considerar os efeitos dos constituintes da água sobre as plantas cultivadas e sobre o próprio solo e aquífero subterrâneo), as considerações ecológicas sobre influência na fauna e flora da região, os aspectos estéticos e a aceitação dos usuários.

No Brasil, ainda são escassas as legislações que incentivam e regulamentam o reúso de água. Destacam-se a NBR 13969/97 e o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações (SINDUSCON, 2005). A NBR 13969/97 da ABNT estabelece padrões de qualidade específicos para reúso doméstico não potável e as classifica da seguinte forma:

- Classe 1: Usada em lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador;
- Classe 2: Utilizada na lavagem de pisos e calçadas, irrigação de jardins e manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos;
- Classe 3: Reúso nas descargas de vasos sanitários;
- Classe 4: Reúso cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

Dessa forma, conhecendo-se as características da água cinza produzida e os padrões exigidos para que o efluente tratado seja aproveitado para atividades específicas, pode-se analisar o sistema de tratamento mais adequado, com eficiência requerida e viável economicamente.

4. Viabilidade econômica do reúso de águas cinza

Atualmente pode-se dizer que tecnicamente não existem restrições para reúso de águas residuárias, pois existem sistemas de tratamento eficientes e capazes de preparar a água para qualquer fim. No entanto, o sistema de tratamento de aproveitamento de águas cinza e as adaptações necessárias para a sua implantação em uma edificação requerem significativo acréscimo de investimento.

Os custos desse investimento são muito variáveis e, segundo Mancuso e Santos (2003), podem ser classificados em custos de construção, de operação e de manutenção. Os custos de

construção abrangem a implantação da própria estação de tratamento, dos reservatórios, das instalações auxiliares, das elevatórias e das unidades de reserva, que devem ser consideradas para que haja a garantia da confiabilidade operacional. Cordeiro e Júnior (2011) ainda inclui a esta classe de custos a depreciação dos equipamentos e os juros considerados ao tratar.

Já os custos anuais com operação incluem a remuneração da mão-de-obra envolvida, cuja proporção depende do porte e da complexidade do sistema de tratamento, o consumo adicional de energia elétrica e de produtos químicos das etapas envolvidas, além dos recursos aplicados no manejo dos lodos possivelmente gerados (MIERZWA, 2006). Por fim, os custos de manutenção referem-se aos prováveis reparos e substituições de peças danificadas. Segundo Mancuso e Santos (2003), esses gastos podem ser tomados como 5% do custo inicial do equipamento, salvo para a manutenção de tubulações e reservatórios, considerados 2% do investimento.

Apesar do elevado dispêndio inicial, os investimentos para implantação e operação do sistema de reúso são compensados mensalmente com a redução nos gastos com água potável e com lançamento de efluentes na rede da concessionária local. Atualmente, as elevadas tarifas cobradas pelos serviços de abastecimento hídrico e coleta e tratamento de esgotos são os maiores incentivos para a adoção de fontes alternativas.

Os custos da vida útil são eficazes na comparação de alternativas econômicas ao projeto de reúso, devendo ser feita essa comparação em conjunto com a estimativa da receita esperada durante um período específico de tempo. De acordo com a OMS (1989, apud GIORDANI; SANTOS, 2003), a partir dessa avaliação, pode-se considerar um projeto viável economicamente quando no planejamento financeiro for identificada a forma que este será pago e o que seria feito na sua ausência, uma vez que a disposição de efluentes também incorre em custos.

Dessa forma, o estudo de viabilidade econômica, etapa de composição dos dados gerados na análise de demanda e oferta de água, avalia as alternativas desenvolvidas para que se possa obter a melhor compatibilização de eficiência técnica e financeira. É necessário, assim como com todo tipo de investimento, calcular as vantagens de destinar capital e prever seu retorno, demonstrando que além de uma excelente alternativa sustentável ao meio ambiente o reúso de águas cinza também tem resultados econômicos reais.

Modelos de montagem de fluxo de caixa e cálculos de retorno do capital investido são adotados como critérios para estabelecer a tomada de decisão para implantação ou não de sistemas de reúso de águas residuárias. Entre os métodos mais eficientes, destacam-se o período de payback, o valor presente líquido e a taxa interna de retorno.

O período de payback é o período de tempo exato necessário para que se recupere o investimento inicial a partir das entradas de caixa posteriores. Em caso de anuidade, o período de retorno pode ser calculado apenas se dividindo o investimento inicial pela entrada de caixa anual, conforme a Equação 1.

$$PB = II / (FCt) \quad (1)$$

Sendo:

- PB – Período de Payback (anos);
- FCt – Fluxo de caixa anual (R\$/ano);
- II – Investimento Inicial (R\$).

Se o período calculado for menor que o período de retorno máximo aceitável, aceita-se o projeto; caso contrário, recusa-se (GITMAN, 2002). Esse período de retorno máximo aceitável varia muito com o tipo de investimento e as necessidades do investidor. O critério utilizado para avaliação de alternativas de economia de água por Albuquerque et al. (2008),

por exemplo, considera as seguintes categorias: extremamente viável, com período de retorno inferior a um ano; viável, período de retorno entre um e três anos; pouco viável, período de retorno entre três e quatro anos; e inviável, quando o período do retorno é superior a quatro anos.

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma técnica mais sofisticada de análise de orçamentos de capital, obtida subtraindo-se o investimento inicial de um projeto do valor presente das entradas de caixa, descontadas de uma taxa de juros. Calculado a partir da Equação (2), o VPL é aceito quando maior que zero; caso contrário, recusa-se (GITMAN, 2002).

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} - II \quad (2)$$

Sendo:

- VPL – Valor Presente Líquido (R\$);
- FCt – Fluxo de caixa anual (R\$/ano);
- K – Taxa de oportunidade;
- t - Tempo de vida útil do investimento;
- II – Investimento Inicial (R\$).

O método da Taxa Interna de Retorno (TIR) é ainda mais rebuscada e se destaca como a mais recorrida para avaliações de alternativas de investimentos. A TIR é definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial referente a um projeto, ou seja, a taxa para qual o valor presente do fluxo é nulo (FILHO; KOPITTKE, 1998). Essa taxa é determinada a partir da Equação (3):

$$\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} - II = 0 \quad (3)$$

Sendo:

- TIR – Taxa Interna de Retorno;
- FCt – Fluxo de caixa anual (R\$/ano);
- t – Tempo de vida útil do investimento;
- II – Investimento Inicial (R\$).

O sistema proposto para ser atrativo deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à mínima de atratividade, aquela a partir da qual o investidor obtém ganhos financeiros equivalentes à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco, como por exemplo, a caderneta de poupança (FILHO; KOPITTKE, 1998).

Esse estudo de exequibilidade econômica é essencial para determinar o custo/benefício da implantação de sistemas de aproveitamento de águas cinza e incentivar sua adoção nas edificações residenciais, explicitando à sociedade quando o reúso de águas servidas tem, além de importantes vantagens socioambientais, um retorno econômico a curto prazo.

5. Material e métodos

5.1. Contextualização do estudo e descrição construtiva do empreendimento

O estudo foi realizado sobre o projeto de um condomínio futuramente localizado no Bairro Horto Florestal de Teresina, cidade cuja população é estimada em 844.245 habitantes

(IBGE, 2016). Contrastando com seu significativo desenvolvimento socioeconômico, o saneamento básico na capital piauiense caiu seis posições no ranking nacional nos últimos anos, segundo pesquisa realizada pelo Instituto Trata Brasil em 2013, ocupando a nona a nona pior situação entre os cem maiores municípios do país.

Apesar de contar com 92,36% de cobertura, segundo a mesma pesquisa do Instituto Trata Brasil (2016), o fornecimento de água potável em Teresina ainda é problemático em algumas regiões, em muitos casos até mesmo usurpando o direito dos moradores ao acesso permanente à água de qualidade. Além disso, apenas 15,21% da capital piauiense são atendidos pelo sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário, o que favorece o lançamento clandestino de efluentes diretamente nos dois corpos hídricos que cortam a cidade, os rios Poti e Parnaíba.

Diante dessa realidade, verificou-se a importância de se estudar o reúso como alternativa local para aperfeiçoar a destinação da água potável e reduzir a produção de esgoto doméstico, analisando principalmente sua viabilidade técnica e econômica, além de seus já conhecidos excelentes efeitos sobre a sustentabilidade ambiental.

O edifício está na fase de construção e contará com um subsolo garagem, térreo, mezanino com piscina e área fitness e mais quinze pavimentos tipo, totalizando trinta unidades de apartamentos. Dimensionado conforme os dados da Tabela 2, um sistema de reúso deverá ser implantado nesse condomínio para que os efluentes gerados nos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa sejam devidamente aproveitados nas descargas das bacias sanitárias, na rega dos jardins e na limpeza de áreas comuns impermeáveis.

Tabela 2 – Dados de entrada do empreendimento

Área total do terreno (m²)	2800,10	
Nº de apartamentos	30	
Nº de habitantes por apartamento	7	
Nº total de habitantes	210	
Área de Jardins (m²)	416,07	
Áreas comuns impermeáveis (m²)	Subsolo	2777,58
	Térreo	1821,59
	Mezanino	259,04
	Pavimento tipo	37,72
	Total	5424,01

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

A água cinza será coletada separadamente da negra, com as suas tubulações e registros devidamente identificados, encaminhada para o sistema de tratamento, reservada em cisternas e caixas d'água exclusivas e distribuídas para seus devidos pontos hidráulicos. Esse sistema deverá garantir a qualidade suficiente para os usos definidos e será escolhido, mediante avaliação econômica, dentre as diversas propostas recebidas de fornecedores capacitados.

5.2. Análise da oferta e da demanda de águas cinza

Tanto para o correto dimensionamento das instalações hidrossanitárias, dos reservatórios complementares e da estação de tratamento de águas cinza, quanto para o próprio estudo de viabilidade do sistema de reúso, é essencial o estudo detalhado das vazões de cada aparelho sanitário contribuinte. Considerando que esses consumos específicos são

variáveis com a renda familiar e as características culturais da comunidade, o valor da tarifa cobrada, entre outros aspectos, o procedimento metodológico foi iniciado por um levantamento bibliográfico em livros, artigos, teses e dissertações de pesquisas mais próximas possível do empreendimento em questão.

As contribuições de cada aparelho dessa seleção inicial, expressas em porcentagem, foram tratadas estatisticamente através da variância e do respectivo desvio padrão. Após o resultado do cálculo de dispersão das variáveis, fez-se a interpretação dos desvios através do Teorema de Tchebycheff considerando cerca de 75% das distribuições aproximadamente simétricas, ou seja, da seleção dos dados amostrais que não destoassem significativamente da média dos resultados das pesquisas selecionadas e, de acordo com Martins (2010), estivessem no intervalo da Equação (4):

$$\bar{x} \pm 2S \quad (4)$$

A partir desse tratamento estatístico, encontraram-se resultados mais próximos da realidade de vazões dos aparelhos específicos utilizados em uma residência unifamiliar brasileira, que serviram de base para a etapa seguinte, análise de viabilidade quantitativa.

Para o Edifício Leblon, planejou-se a coleta separada de efluentes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa dos apartamentos, que após tratamento seriam destinados para descargas de bacias sanitárias, rega de jardins e limpeza de áreas impermeáveis de todo condomínio. Tanto a oferta quanto a demanda de águas cinza serão estimadas a partir do resultado da porcentagem de contribuição de vazão diária de cada um dos aparelhos hidráulicos geradores e consumidores, respectivamente, e da consideração de cálculo que o consumo per capita diário é de duzentos litros em apartamentos de elevado padrão.

Na avaliação da oferta, a vazão de efluente foi obtida admitindo-se um coeficiente de retorno padrão de 80% e uma população de duzentas e dez pessoas, definida como na Tabela 3:

Tabela 3 – Cálculo da população do empreendimento

População residente no Ed. Leblon	
Nº de pavimentos tipos:	15
Nº de apartamentos por pavimento tipo:	2
Nº de quartos por apartamento:	3
Nº de pessoas por quarto:	2
Dependência de empregados por apartamento:	1
População total do prédio:	210

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Já na verificação de demanda, além do consumo nas descargas de bacias sanitárias obtido como os outros aparelhos e anteriormente explanado, também foram definidas as vazões para rega de jardins e limpeza de áreas impermeáveis comuns da seguinte forma:

- a) Irrigação de jardins por aspersão:
Consumo: 6L/m².dia;
- b) Lavagem de áreas comuns:
Altura de lâmina d'água: 0,8cm;

Frequência mensal de utilizações: 8.

Como o consumo de água e geração de esgotos varia ao longo do dia e da semana, é prática comum a adoção de coeficientes para cálculo de vazões mínimas e máximas, como nas Equações (5) e (6):

$$Q_{max} = Q \times K1 \times K2 \quad (5)$$

$$Q_{min} = Q \times K3 \quad (6)$$

Sendo:

- Q = vazão média (L/dia);
- Q_{max} = vazão máxima (L/dia);
- Q_{min} = vazão mínima (L/dia);
- $K1 = 1,2$ – Coeficiente relativo ao dia de maior consumo;
- $K2 = 1,5$ – Coeficiente relativo à hora de maior consumo;
- $K3 = 0,5$ – Coeficiente relativo à hora de menor consumo.

Com os resultados de vazão mensais de águas cinza tratadas e seu consumo estimado para o mesmo período, pode-se concluir se são valores compatíveis para a aplicação dessa alternativa de otimização hidráulica e obter valores de economia de água e lançamento de efluentes na rede pública.

5.3. Análise dos sistemas propostos e sua viabilidade econômica

Obtiveram-se os dados de vazões mínimas, médias e máximas diárias e os encaminhou a empresas fornecedoras de equipamentos compactos de tratamento de águas cinza para reúso, destacando as características da futura população do edifício, aparelhos de origem do efluente e destinação pretendida.

As propostas recebidas como respostas à solicitação inicial foram analisadas minuciosamente, observando-se tanto as etapas do tratamento proposto, quanto os custos envolvidos nestas. Dentre as propostas recebidas, foram selecionadas as quatro melhores para o Edifício Leblon, provenientes das empresas por este estudo denominadas de “A”, “B”, “C” e “D”, todas garantindo qualidade compatível às classes um e três da NBR13969 e da classificação FIESPI (SINDUSCON, 2005).

Cada método tem suas vantagens estruturais e de qualidade final da água, cabendo ao investidor saber definir, além dos valores econômicos, as características importantes para adequação ao empreendimento. As inúmeras propostas com alternativas de sistemas de tratamento para reúso em condomínio demonstram a simplicidade dos métodos e da implantação destes, desde que bem definido e dimensionado.

Já o estudo de viabilidade econômica dos investimentos em sistemas de reúso no Edifício Leblon almeja determinar a rentabilidade dessa alternativa sustentável, comprovando o retorno do capital inicialmente demandado. Inicia-se a análise pela montagem de fluxos de caixa considerando a vida útil comum dos equipamentos de cada sistema, determinando todos os dispêndios preliminares e os mensais previstos.

Avalia-se que, em contrapartida dos gastos iniciais, haverá economia mensal significativa com água potável e esgotamento sanitário, calculada de acordo com a redução estimada no consumo e com as tarifas cobradas pela empresa local responsável, AGESPISA.

Seguem-se, então, os custos de implantação, operação e manutenção do sistema de tratamento. O primeiro é composto principalmente pelos seguintes itens:

- Projeto e equipamentos da Estação de Tratamento de Águas Cinza (ETAC) – valor explicitado na proposta de cada sistema;
- Adaptações com infra e superestruturas, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas, revestimentos e impermeabilizações – determinados a partir de padrões de acréscimos percentuais no valor de orçamento do empreendimento (GONÇALVES; BAZZARELLA, 2005).

O custo mensal de operação inclui os gastos com produtos químicos, consumos de energia elétrica e destinação correta do lodo gerado, todos calculados conforme consumo descrito pelo fabricante e valores de mercado local. Concluindo, os custos de manutenção de possíveis falhas e trocas de peças dos equipamentos, que foi definido por Mancuso e Santos (2003) como 7% do custo de implantação, devidamente distribuídos pela vida útil esperada do equipamento.

A partir dos fluxos de caixas definidos e considerando a taxa mínima de atratividade como a rentabilidade da caderneta de poupança, calcula-se a viabilidade econômica através dos métodos de Payback, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), adotados como critérios para estabelecer a tomada de decisão entre as propostas apresentadas.

6. Resultados e discussões

Os dados obtidos da pesquisa bibliográfica de contribuições por aparelho em empreendimentos semelhantes foram formatados na Tabela 4:

Tabela 4 – Dados de pesquisas para contribuições volumétricas

	Contribuições volumétricas por aparelho						
	ABES	Fiore	DECA	CDHU	Mierzwa	PNCDA	Gonçalves e Bazzarella
Lavatório	13%	10%	12%	7%	17%	8%	12%
Chuveiro	20%	33%	47%	54%	61%	55%	47%
Tanque / Máquina de lavar roupas	18%	25%	8%	14%	-	14%	13%
BS	30%	15%	14%	5%	8%	5%	14%
Pia de cozinha	19%	17%	15%	15%	10%	18%	14%
Outros usos	-	-	4%	5%	4%	-	-

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Nota: ABES (2003, apud BRAGA, 2009), Fiore (2005), DECA (2005, apud BAZZARELLA, 2005), Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (2000, apud BAZZARELLA, 2005), Mierzwa (2006), PNCDA (1998, apud BAZZARELLA, 2005), Gonçalves e Bazzarella (2005).

Utilizando esses consumos percentuais, fez-se um tratamento estatístico, resumido na Tabela 5, do qual foram definidas as vazões padrões dos aparelhos sanitários para cada apartamento do Edifício Leblon.

Tabela 5 – Cálculo das contribuições padrões dos aparelhos sanitários

	Média	Variância	Desvio Padrão	Dispersão de amostras		Contribuição volumétrica
				Mínimo	Máximo	
Lavatório	12,00%	0,00118	3,44%	8,56%	15,44%	10,93%
Chuveiro	47,00%	0,02076	14,41%	32,59%	61,41%	45,99%
Tanque / Máquina de lavar roupas	14,00%	0,00628	7,92%	6,08%	21,92%	12,47%
Bacia Sanitária	14,00%	0,00758	8,70%	5,30%	22,70%	11,82%
Pia de cozinha	15,00%	0,00094	3,06%	11,94%	18,06%	14,76%
Outros usos	0,00%	0,00095	3,08%	0,00%	3,08%	4,03%

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

A partir desses resultados, calculou-se inicialmente qual seria o consumo diário de água em cada apartamento, caso não houvesse o reúso de águas cinza, considerando uma população de sete pessoas e consumo per capita de 200l/dia.

Assim, foi possível estimar e comparar a utilização de água potável e lançamento de efluentes na rede pública de esgoto no empreendimento sem e com o reúso de águas cinza, como na Tabela 6, demonstrando que a redução do dispêndio mensal é superior a 570 metros cúbicos de água potável e que se evitou a emissão de mais de 900 metros cúbicos de esgoto doméstico na rede de coleta municipal.

Tabela 6 – Comparativo de consumo de água potável sem e com reúso

	Consumo de água potável (m³/mês)		Lançamento de esgoto na rede (m³/mês)	
	Sem reúso	Com reúso	Sem reúso	Com reúso
Lavatório	137,75	137,75	110,20	-
Chuveiro	579,53	579,53	463,62	-
Tanque / Máquina de lavar roupas	157,09	157,09	125,68	-
Bacia Sanitária	148,89	-	119,11	119,11
Pia de cozinha	185,93	185,93	148,75	148,75
Outros usos	50,80	50,80	40,64	40,64
Rega de Jardim	74,89	-	-	-
Lavagem de áreas externas impermeáveis	347,14	-	277,71	-
	1682,03	1111,11	1285,71	308,50

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Através dos dados de vazão de consumo dos aparelhos e suas respectivas produções de efluentes, pôde-se obter os volumes de oferta e de demanda diários de águas cinza no Edifício Leblon, evidenciado na Tabela 7. Com isso, demonstrou-se a viabilidade quantitativa do reúso de águas cinza provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupas nas descargas das bacias sanitárias, rega dos jardins e lavagem de áreas impermeáveis das áreas comuns do condomínio, já que a demanda será sempre inferior e bem próxima da produção de águas cinza.

Tabela 7 – Comparativo de oferta e demanda diárias no Edifício Leblon

Oferta de Água Cinza (L/dia)			
Aparelhos produtores	Vazão mínima	Vazão Média	Vazão Máxima
Lavatório	1836,68	3673,36	6612,04
Chuveiro	7727,07	15454,15	27817,46
Tanque / Máquina de lavar roupas	2094,59	4189,19	7540,54
TOTAL	11658,34	23316,69	41970,04
Demanda de Água Cinza (L/dia)			
Aparelhos utilizadores	Vazão mínima	Vazão Média	Vazão Máxima
Bacia Sanitária	2481,47	4962,94	8933,29
Rega de Jardim	1248,21	2496,42	4493,56
Lavagem de áreas impermeáveis	6198,87	12397,74	22315,93
TOTAL	9928,55	19857,09	35742,77

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Quanto à análise de alternativa de reúso, mediante análise das propostas enviadas pelas empresas fornecedoras das Estações de Tratamento de Águas Cinza (ETAC), pôde-se formatar todas as informações de custos adicionais e poder verificar a viabilidade econômica das alternativas apresentadas.

A empresa “A” propôs um sistema de tratamento, cujo custo de projeto, equipamento, instalação e frete para Teresina foi definido em setenta e oito mil reais. Além disso, o custo de implantação a se considerar envolve o adicional de construção necessário às modificações no próprio edifício, resumido na Tabela 8 e que se aplica a todas as outras propostas, já que os valores orçados são referentes ao próprio empreendimento.

Tabela 8 – Custos para modificações na estrutura do Edifício Leblon

Item	Valor de Orçamento	Acréscimo (%)	Custo adicional de implantação
Estrutura	R\$ 3.524.799,74	1,09%	R\$ 38.528,55
Revestimentos e impermeabilizações	R\$ 1.111.994,32	0,34%	R\$ 3.761,04
Instalações hidrossanitárias	R\$ 388.804,00	5,02%	R\$ 19.516,29
Instalações elétricas	R\$ 1.073.800,00	2,25%	R\$ 24.185,98
			R\$ 85.991,86

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Assim, os custos de implantação para essa primeira proposta se resume ao conteúdo da Tabela 9, totalizando cento e sessenta e três mil novecentos e noventa e um reais e oitenta e seis centavos.

Tabela 9 – Custo de implantação do sistema da empresa “A”

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO EQUIPAMENTO E ADICIONAL DE CONSTRUÇÃO	
Equipamentos, projeto da ETAC e serviços complementares	R\$ 78.000,00
Acréscimo de despesas com infra e superestrutura	R\$ 38.528,55
Acréscimo de instalações hidro-sanitárias	R\$ 19.516,29
Acréscimo de instalações elétricas	R\$ 24.185,98
Acréscimo de Revestimentos e impermeabilizações	R\$ 3.761,04
	R\$ 163.991,86

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Os custos mensais de operação envolvem produtos químicos, consumo adicional de energia elétrica e destino adequado do lodo produzido. Os dispêndios com produtos químicos foram calculados de acordo com as instruções do fornecedor e as necessidades do tratamento. A Tabela 10 apresenta todos os produtos químicos utilizados no tratamento das quatro propostas estudadas:

Tabela 10 – Gastos mensais com produtos químicos

Empresa	Produtos Químicos	Consumo mensal		Custo unitário	Custo mensal	Custo total
"A"	Patilhas de cloro	8	Und	R\$ 5,00	R\$ 40,00	R\$ 73,17
	Carvão ativado	1,67	Kg	R\$ 19,90	R\$ 33,17	
"B" e "D"	Patilhas de cloro	8	Und	R\$ 5,00	R\$ 40,00	R\$ 40,00
"C"	Patilhas de cloro	8	Und	R\$ 5,00	R\$ 40,00	R\$ 57,92
	Cloreto Férrico	61,79	Kg	R\$ 0,29	R\$ 17,92	

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Os custos adicionais com energia elétrica são baseados em informações contidas nas propostas de cada empresa, especificando o consumo unitário de cada equipamento eletrônico considerável, como resumido na Tabela 11. A empresa “D”, como já descrito anteriormente, não faz uso de nenhum equipamento que consuma energia.

Tabela 11 – Gastos mensais extras com energia elétrica

Empresa	Equipamento elétrico	Quantidade (UND)	Consumo unitário mensal (KWh)	Custo unitário	Custo mensal	Custo mensal Total
"A"	Rotâmetros (1cv)	2	400	0,459227	R\$ 367,38	R\$ 367,38
"B"	Conjunto Soprador de ar (Q=25m³/h, 4mca, 1cv)	2	397,13	0,459227	R\$ 364,75	R\$ 364,75
"C"	Motor para misturador hidráulico (1cv)	1	529,56	0,459227	R\$ 243,19	R\$ 247,52
	Bomba centrífuga para limpeza de filtro (0,5cv)	1	3,68	0,459227	R\$ 1,69	
	Rotâmetro	1	5,76	0,459227	R\$ 2,65	

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

As despesas mensais com caminhão limpa-fossa para a retirada do lodo formado durante o processo de tratamento são também definidas através das informações repassadas

pelos fornecedores dos equipamentos. Como mostra a Tabela 12, o volume mensal produzido foi comum para todas, exceto a “D”, cujo representante afirmou que a limpeza dos filtros era apenas semestral.

Tabela 12 – Gastos mensais com destinação do lodo gerado na ETAC

Empresa	Produção mensal de lodo (m ³)	Custo unitário	Custo mensal
"A", "B" e "C"	3	R\$ 16,67	R\$ 50,01
"D"	0,5	R\$ 16,67	R\$ 8,34

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Dessa forma, os custos mensais de operação da ETAC proposta pela empresa “A” podem ser resumidos como na Tabela 13:

Tabela 13 – Custo mensal com operação – Empresa “A”

CUSTO MENSAL DE OPERAÇÃO	
Produtos químicos	R\$ 73,17
Acréscimo no consumo de energia elétrica	R\$ 367,38
Despesas com destinação do lodo produzido	R\$ 50,01
	R\$ 490,56

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Com essas informações coletadas e seguindo a mesma sequência de cálculo, são determinados os dispêndios adicionais para cada proposta apresentada, cujos valores estão organizados nas Tabelas (14, 15, 16, 17, 18 e 19) a seguir:

Tabela 14 – Custo de implantação – Empresa “B”

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO EQUIPAMENTO E ADICIONAL DE CONSTRUÇÃO	
Equipamentos, projeto da ETAC e serviços complementares	R\$ 179.910,00
Acréscimo de despesas com infra e superestrutura	R\$ 38.528,55
Acréscimo de instalações hidro-sanitárias	R\$ 19.516,29
Acréscimo de instalações elétricas	R\$ 24.185,98
Acréscimo de Revestimentos e impermeabilizações	R\$ 3.761,04
	R\$ 265.901,86

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Tabela 15 – Custo mensal de operação - Empresa “B”

CUSTO MENSAL DE OPERAÇÃO	
Produtos químicos	R\$ 36,00
Acréscimo no consumo de energia elétrica	R\$ 364,75
Despesas com destinação do lodo produzido	R\$ 50,01
	R\$ 450,76

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Tabela 16 – Custo de implantação - Empresa “C”

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO EQUIPAMENTO E ADICIONAL DE CONSTRUÇÃO	
Equipamentos, projeto da ETAC e serviços complementares	R\$ 46.740,00
Acréscimo de despesas com infra e superestrutura	R\$ 38.528,55
Acréscimo de instalações hidro-sanitárias	R\$ 19.516,29
Acréscimo de instalações elétricas	R\$ 24.185,98
Acréscimo de Revestimentos e impermeabilizações	R\$ 3.761,04
	R\$ 132.731,86

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Tabela 17 – Custo mensal de operação - Empresa “C”

CUSTO MENSAL DE OPERAÇÃO	
Produtos químicos	R\$ 57,92
Acréscimo no consumo de energia elétrica	R\$ 247,52
Despesas com destinação do lodo produzido	R\$ 50,01
	R\$ 355,45

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Tabela 18 – Custo de implantação - Empresa “D”

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO EQUIPAMENTO E ADICIONAL DE CONSTRUÇÃO	
Equipamentos, projeto da ETAC e serviços complementares	R\$ 26.640,00
Acréscimo de despesas com infra e superestrutura	R\$ 38.528,55
Acréscimo de instalações hidro-sanitárias	R\$ 19.516,29
Acréscimo de instalações elétricas	R\$ 24.185,98
Acréscimo de Revestimentos e impermeabilizações	R\$ 3.761,04
	R\$ 112.631,86

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Tabela 19 – Custo mensal de operação - Empresa “D”

CUSTO MENSAL DE OPERAÇÃO	
Produtos químicos	R\$ 36,00
Acréscimo no consumo de energia elétrica	R\$ -
Despesas com destinação do lodo produzido	R\$ 8,34
	R\$ 44,34

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Com todos esses dados de despesas extras advindas do sistema de reúso, pode-se verificar a real rentabilidade dessa alternativa de conservação de água e garantir que o sistema mais vantajoso economicamente seja escolhido.

Apesar dos custos adicionais, a adoção de um sistema de reúso em um edifício permite significativa economia em despesas com água potável e lançamento de efluentes na rede de esgoto. Nesse estudo, analisou-se essa redução de gastos mensais para verificar o retorno financeiro do investimento inicial, observando a poupança por apartamento e para o

condomínio como um todo, como demonstrado na Tabela 20.

Tabela 20 – Economia devida redução de consumo de água

Redução mensal do consumo de água potável (m ³)		Economia mensal (R\$)		
Volume por apto	Volume para o condomínio	Por apto	Para o condomínio	Total
4,96	422,03	R\$ 56,50	R\$ 4.804,80	R\$ 6.499,89

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Considerando que serão os moradores do Leblon que custearão todos os gastos com o condomínio, foi admitido que a poupança total considerada fosse a soma de toda a economia dos apartamentos com a do próprio condomínio, totalizando seis mil quatrocentos e noventa e nove reais e oitenta e nove centavos mensais.

Obtiveram-se, então, os resultados das análises de viabilidade através dos métodos considerados, destacados na Tabela 21. O retorno mensal considerado foi o resultado da diferença da redução mensal nas despesas com água potável e esgoto e os custos mensais com operação e manutenção do sistema.

Tabela 21 – Viabilidade econômica do reúso de águas cinza no Ed. Leblon

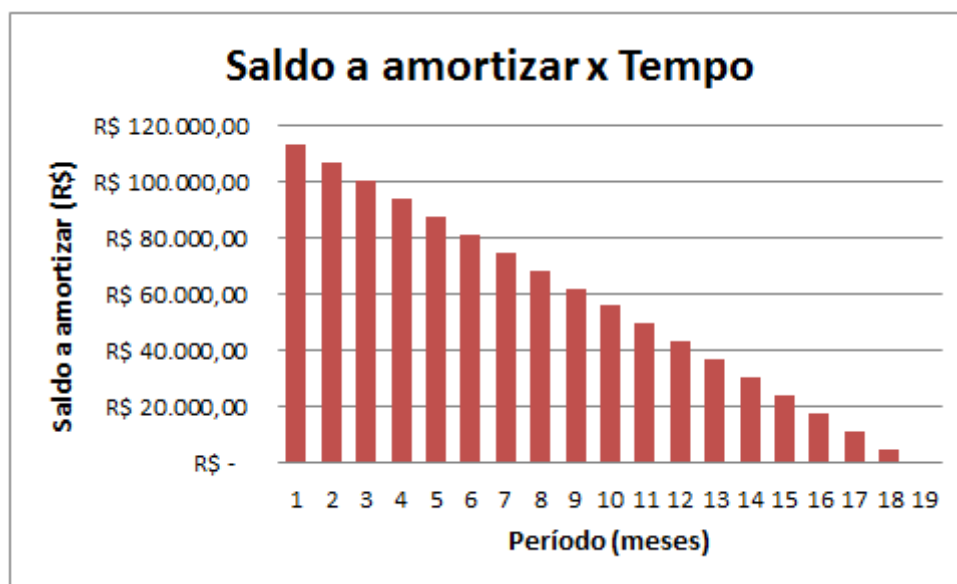
	EMPRESAS PROPONENTES			
	"A"	"B"	"C"	"D"
Custo mensal de operação (O)	R\$ 490,56	R\$ 450,76	R\$ 355,45	R\$ 44,34
Custo de manutenção total (M)	R\$ 11.479,43	R\$ 18.613,13	R\$ 9.291,23	R\$ 7.884,23
Custo de Implantação do Equipamento (E)	R\$ 78.000,00	R\$ 179.910,00	R\$ 46.740,00	R\$ 26.640,00
Custo adicional de construção (ΔM)	R\$ 85.991,86	R\$ 85.991,86	R\$ 85.991,86	R\$ 85.991,86
Redução mensal nas despesas com água potável e esgoto (ΔC)	R\$ 6.330,04	R\$ 6.330,04	R\$ 6.330,04	R\$ 6.330,04
Taxa Mínima de Atratividade (TMA) - mensal	0,6155%	0,6155%	0,6155%	0,6155%
Vida útil do sistema (t - meses)	240	240	240	240
Investimento Inicial (I)	R\$ 163.991,86	R\$ 265.901,86	R\$ 132.731,86	R\$ 112.631,86
Retorno mensal (r)	R\$ 5.791,65	R\$ 5.801,73	R\$ 5.935,88	R\$ 6.252,85
PAYBACK (anos)	2,4	3,8	1,9	1,5
Valor Presente Líquido	R\$ 537.042,43	R\$ 436.352,40	R\$ 585.759,79	R\$ 644.227,50
Taxa Interna de retorno	43,24%	26,94%	53,66%	66,62%

Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Esses resultados demonstraram que, para todas as opções, o retorno do investimento inicial se dá em menos de quatro anos e que os valores presentes líquidos são economicamente viáveis. Provou-se também que a empresa “D” oferece o sistema de tratamento de águas cinza com o menor custo de operação, o retorno econômico mais rápido e os valores de investimento mais atraentes.

Em apenas dezesseis meses, o capital direcionado à implantação, operação e manutenção do equipamento da empresa “D” foi amortizado através da economia que este proporcionou aos moradores do Edifício Leblon, como verificado na Figura 2. Logo, é esta a melhor alternativa de aproveitamento de água para o edifício em estudo, superando a rentabilidade caso o capital fosse direcionado a uma conta poupança padrão e ainda garantindo um processo de tratamento totalmente natural, sem produção de odores e com mínimo de geração de lodo.

Figura 2 – Amortização do investimento inicial no Edifício Leblon



Fonte: Dados produzidos pela autora (2016)

Além disso, conclui-se que a partir do período necessário para o retorno do capital investido, a significativa redução mensal de gastos, mais de seis mil reais, poderá ser revestida para manter as despesas do condomínio, prover melhorias internas e até mesmo servir de fundos para adquirir um novo sistema de tratamento depois de esgotada a vida útil do primeiro. Comprova-se, então, que o reúso de águas cinza em condomínios residenciais, além de ambientalmente correto, é muito vantajoso economicamente.

7. Conclusão

O reúso de águas cinza como alternativa de redução no consumo de água potável e de aproveitamento de efluentes para fins menos nobres já é bem aceito pela sociedade, que evolui gradativamente sua consciência ambiental. Porém, a falta de informações claras sobre a facilidade de implantação e sobre o retorno econômico advindo dos sistemas de reúso é um dos maiores entraves para a popularização desse meio de conservação hídrica.

Demonstrou-se com este estudo de caso que a adoção do sistema no Edifício Leblon possibilitaria uma redução de 33,94% no consumo mensal de água potável, equivalente a uma economia de quase seis mil e quinhentos reais em despesas com a empresa local responsável pelo serviço de distribuição de água, AGESPISA. Além disso, provou-se que na escolha de qualquer uma das empresas proponentes haveria um retorno do investimento inicial em menos de quatro anos, permanecendo um lucro mensal durante todo o restante da vida útil, que poderia ser utilizado para melhorias do condomínio ou até mesmo para prover recursos para a troca do equipamento quando necessário.

Logo, em uma cidade como Teresina, onde o mercado de construção de edifícios residenciais é crescente e cuja estrutura de saneamento básico ainda é bastante precária, esses dados de vantagens econômicas do reúso de águas cinza e de sistemas simples propostos para esse fim são excelentes incentivos para a população local e para as construtoras locais, que podem oferecer esse serviço como uma inovação para seus clientes.

Referências

ALBUQUERQUE, Tatiana Máximo Almeida; RIBEIRO, Márcia Maria Rios; VIEIRA, Zédna Mara de Castro Lucena. **Análise multicriterial de alternativas tecnológicas para redução do consumo de água**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2008.

ASANO, Takashi; BURTON, Franklin L.; LEVERENZ, Harold L.; TSUCHIHASHI, Ryujiro; TCHOBANOGLOUS, George. **Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications**. EUA: McGraw-Hill, 2007.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 13969: Tanques Sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

BRAGA, Elizete Duarte. **Estudos de reuso de água em condomínios residenciais**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2009.

CORDEIRO, Roberto Batista; JUNIOR, Antônio Robles. **Custos e benefícios com o reúso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável**. São Paulo, 2011.

COSTA, Carolina H. A.; ILHA, Marina S. de Oliveira. **Legislação para aproveitamento de águas cinza em edifícios residenciais: o caso da cidade de Guarulhos**. XI SISPRE – Simpósio Nacional de Sistemas Prediais. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, 2009.

CROOK, James. **Critérios de qualidade da água para reúso**. Revista DAE 174, 1993.

FILHO, Nelson Casarotto; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos**. São Paulo, S.P.: Atlas, 1998.

FIORI, Simone. **Avaliação Qualitativa E Quantitativa Do Potencial De Reuso De Água Cinza Em Edifícios Residenciais Multifamiliares**. Dissertação de Mestrado da Universidade de Passo Fundo (RS), 2005.

GIORDANI, Soraia; SANTOS, Daniel Costa dos. **Metodologia de identificação e avaliação de possibilidades de reúso de efluentes domésticos tratados**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 2003.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo, S.P.: Harbra, 2002.

GONÇALVES, R. F. e BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e Tratamento de Águas cinzas Visando Reúso Não Potável**. Anais eletrônicos do Workshop sobre Reúso. Campina Grande, PB, 2005.

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

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa de informações básicas Municipais**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 07/02/2016.

Instituto Trata Brasil. **Estudo de avaliação das condições gerais de saneamento básico**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/pdfs/relatorio-completo-GO.pdf>. Acesso em: 07/02/2016.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reúso de Água**. Barueri, S.P.: Manole, 2003.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estatística Geral e Aplicada**. São Paulo, S.P.: Editor Atlas, 2010.

MIERZWA, J. C. et al. **Avaliação econômica dos sistemas de reuso de água em empreendimentos imobiliários**. XXX Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitária y Ambiental. Uruguai, 2006.

MOTA, Suetônio; AQUINO, Marisete Dantas; SANTOS, André Bezerra. **Reúso de águas em irrigação e piscicultura**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007.

SINDUSCON (Sindicato da Construção). **Conservação e reuso de Água em Edificações**. São Paulo, jun.2005.

TELLES, Dirceu D'alkmin; COSTA, Regina Pacca. **Reúso da Água: conceitos, teorias e práticas**. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2010.