



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

CLODOALDO RODRIGUES CASTRO JÚNIOR

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS
CINZAS NO SETOR HOTELEIRO**

FORTALEZA

2018

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS
CINZAS NO SETOR HOTELEIRO**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ivan José Ary Júnior

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C35a Castro Júnior, Clodoaldo Rodrigues.
Análise de viabilidade econômica do sistema de reúso de águas cinzas no Setor Hoteleiro / Clodoaldo Rodrigues Castro Júnior. – 2018.
46 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Ivan José Ary Júnior.
1. Reúso de água. 2. Água cinza. 3. Setor hoteleiro. I. Título.

CDD 620

CLODOALDO RODRIGUES CASTRO JÚNIOR

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS
CINZAS NO SETOR HOTELEIRO**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ivan José Ary Júnior

Aprovada em: _29 / _06 / _2018_.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ivan José Ary Júnior (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Nara Gabriela Mesquita
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais.

“O que vale é o que importa.” Autor desconhecido.

RESUMO

O setor hoteleiro vem experimentando, há alguns anos, a adoção de novas tecnologias a fim de se enquadrarem nos padrões de sustentabilidade ambiental. Paralelamente a isso, a escassez de água nos centros urbanos, devido aos problemas ambientais e de gestão, aumenta o alerta da necessidade do uso racional da água. Uma alternativa é o reúso de água. Este trabalho objetiva mostrar aspectos técnicos e financeiros da aplicação de sistemas de reúso de água cinza em hotéis. Verificou-se, com base na literatura, que para a implantação de um sistema de reúso de água cinza é necessário a utilização de tubulações de captação dos efluentes e de distribuição do volume tratado, separadas das demais. Além disso, verificou-se, no mercado, a existência de equipamentos compactos que proporcionam níveis de tratamento adequado, fácil manutenção e necessidade de pouco espaço de locação. Nos casos analisados foi possível observar, para o primeiro, uma economia de 39,7 % em relação ao consumo total de água, e para o segundo, de 29 %. Dessa forma, ressalta-se importância por parte do poder público da adoção de incentivos técnico e fiscal para a adoção de sistemas de reúso no setor hoteleiro, como forma de difundir a aplicação do uso racional da água e corroborar para que os incorporadores e empresários do setor continuem a investir em sistemas de reutilização de água.

Palavras-chaves: reúso de água, água cinza, setor hoteleiro

ABSTRACT

The hotel industry has been experimenting for some years with the adoption of new technologies in order to comply with environmental sustainability standards. At the same time, water scarcity in urban centers, due to environmental and management problems, heightens the need for rational use of water. An alternative is the reuse of water. This work aims to show technical and financial aspects of the application of gray water reuse systems in hotels. It was verified, based on the literature, that for the implantation of a gray water reuse system it is necessary to use effluent collection pipes and treated volume distribution, separated from the others. In addition, compact equipment has been found on the market to provide adequate levels of treatment, easy maintenance and low leasing space. In the cases analyzed, it was possible to observe, for the first, an economy of 39.7% in relation to the total water consumption, and for the second, of 29%. Thus, it is important to point out the importance of the public authorities to adopt technical and fiscal incentives for the adoption of reuse systems in the hotel sector, as a means of disseminating the application of the rational use of water and confirming that the developers and entrepreneurs of the continue to invest in water reuse systems.

Keywords: water reuse, gray water, hotel sector

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Domínios geológicos do Ceará.....	17
Figura 2 - Níveis dos açudes do estado de Ceará	18
Figura 3 - Esquema de gerenciamento de reuso de água em uma edificação residencial	19
Figure 4 - Modelo de estação de tratamento de efluentes para reúso.....	23
Figure 5 - Fluxograma do tratamento de efluentes para reúso	23
Figura 6 - Fluxograma hidráulico de um sistema de reúso de água cinza.....	24
Figure 7 - Hotel A.....	27
Figure 8 – Fluxograma de ciclo e reciclo da água.....	30
Figure 9 - Fluxograma hidráulico global	31
Figure 10 - ETA Hotel A.....	31
Figure 11 - ETE Hotel A.....	32
Figure 12 - Hotel B.....	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Taxas de consumo médio diário do hotel	28
Gráfico 2 - Taxa de consumo interno médio diário em cada apartamento	28
Gráfico 3 - Taxa de ocupação dos apartamentos de 2017	29
Gráfico 4 - Fluxo populacional total por mês de 2017	29
Gráfico 5 - Amortização do investimento Hotel A em Guarujá	38
Gráfico 6 - Amortização do investimento Hotel A em Fortaleza	39
Gráfico 7 - Economia anual acumulada Hotel A em Guarujá	39
Gráfico 8 - Economia anual acumulada Hotel A em Fortaleza	40
Gráfico 9 - Amortização do investimento Hotel B em Macaé	41
Gráfico 10 - Amortização do investimento Hotel B em Fortaleza	42
Gráfico 11 - Economia anual acumulada Hotel B em Macaé	43
Gráfico 12 - Economia anual acumulada Hotel B em Fortaleza	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classes de reuso e respectivos parâmetros exigidos.....	21
Tabela 2 - Valores médios de caracterização físico-química e microbiológica de acordo com cada aparelho produtor de águas cinzas.	21
Tabela 3 - Parâmetros de qualidade exigidos para a água de reuso em descargas de bacia	22
Tabela 4 - Volumes médios de consumo diário por item.....	27
Tabela 5 - Estrutura tarifária de Fortaleza (Cagece).....	35
Tabela 6 - Estrutura tarifária de Guarujá (Sabesp)	36
Tabela 7- Estrutura tarifária de Macaé (Cedae).....	36
Tabela 8 - Volumes de consumo de água cinza Hotel A.....	37
Tabela 9 - Cálculo da economia parcial mensal Hotel A em Guarujá	37
Tabela 10 - Cálculo da economia parcial mensal Hotel A em Fortaleza	37
Tabela 11 - Cálculo do tempo de retorno sobre o investimento Hotel A em Guarujá	38
Tabela 12 - Cálculo do tempo de retorno sobre o investimento Hotel A em Fortaleza.....	38
Tabela 13 - Cálculo da economia parcial mensal Hotel B em Macaé	40
Tabela 14 - Cálculo da economia parcial mensal Hotel B em Fortaleza.....	40
Tabela 15 - Cálculo do tempo de retorno sobre o investimento Hotel B em Macaé	41
Tabela 16 - Cálculo do tempo de retorno sobre o investimento Hotel B em Fortaleza.....	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.2 Questões de pesquisa e objetivos.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. Fatores limitantes para a gestão hídrica no Brasil.....	15
2.2. Oferta de água no Ceará.....	16
2.3. Reúso de água.....	18
2.4. Água cinza.....	20
2.5. Tratamento da água cinza.....	22
2.6. Constituição de um projeto de reúso de água cinza.....	24
2.7 Reuso de água no setor hoteleiro.....	24
3. METODOLOGIA.....	26
3.1 Caso 1: Hotel A.....	26
3.2 Caso 2: Hotel B.....	33
3.3 Cálculo de estimativa de tempo de retorno sobre investimento.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
4.1 Caso 1: Hotel A.....	37
4.2 Caso 2: Hotel B.....	40
5. CONCLUSÃO.....	44
5.1 Recomendações.....	45

1. INTRODUÇÃO

Nessa última década, grande parte das regiões brasileiras, encontram-se em uma situação adversa quanto ao gerenciamento dos recursos hídricos. Enfrenta-se dificuldades para abastecimento de água das cidades, poluição de corpos hídricos, falta de chuvas regulares e desperdício por parte dos consumidores. Regiões semiáridas, como a qual o estado do Ceará está localizado, são as mais atingidas pela problemática hídrica, tendo em vista suas características pluviométricas, climáticas, geotécnicas e socioeconômicas. Nesse contexto, a necessidade pelo uso racional da água em edificações vem ganhando espaço se mostrando como uma estratégia eficiente de aumentar a oferta de água e atenuar o impacto que a falta provoca nas residências. E paralelamente a isso, o setor hoteleiro, vem se destacando, durante a última década, na adoção de sistemas ambientalmente sustentáveis. Por exemplo, na adoção de sistemas de reúso de águas da chuva, de condicionadores de ar e das produzidas no consumo dos apartamentos.

Por definição: “Reuso da água é a reutilização da água, que, após sofrer tratamento adequado, destina-se a diferentes propósitos, com o objetivo de se preservarem os recursos hídricos existentes e garantir sustentabilidade” (FIORI; FERNANDES; PIZZO, 2008). A implementação de sistemas de reúso de água em edifícios, já é uma realidade em vários países, obtendo-se resultados significativos de economia no consumo de água. Em países, como Estados Unidos, China, Espanha e França, existem políticas de gerenciamento de águas para serem reutilizadas em diversos setores e até mesmo para consumo humano.

No Brasil, ainda não existe uma política nacional sobre o reúso de águas, carecendo de uma regulamentação que envolva saúde pública, controle e processos construtivos. Segundo Gonsalves et al (2006), apenas em algumas cidades, tais como, Curitiba-PR, Maringá-PR e Vitória-ES, existe um plano de regulamentação para utilizar fontes alternativas de abastecimento de água.

Em vista da necessidade por soluções sustentáveis para o consumo de água, a crescente publicação de estudos na área e o contexto a qual a realidade, perante ao tema, o Ceará se encontra, o presente trabalho visa analisar a viabilidade econômica, através da estimativa de tempo para retorno do investimento, da implantação de um sistema de reúso de águas cinzas, ou seja, águas utilizadas em lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupa, para reaproveitamento em usos menos nobres, como a irrigação de jardins e descargas de bacias sanitárias, em edifícios de hotelaria.

1.2 Questões de pesquisa e objetivos

1.2.1 Questões de pesquisa

- a) É viável, financeiramente e tecnicamente, aplicar o reuso de águas cinza em hotéis?
- b) Qual o tempo de retorno para o capital investido?

1.2.2 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é estimar o tempo para retorno sobre o investimento, de sistemas de reúso de águas cinzas em dois hotéis com tipologias diferentes, um mais horizontalizado, com grande área construída, e outro mais verticalizado, com menor área construída. Além disso, servir como modelo de orientação técnico financeira para projetistas, empresários e incorporadores do setor hoteleiro do estado do Ceará, incentivando, assim, a ampliação de iniciativas sustentáveis.

Especificamente pretende-se:

- a) Coletar, através bibliografias e estudo de caso, oferta e demanda de água cinza em hotéis, consumo em m³/dia dos itens de consumo de água.
- b) Estimar o valor do custo para investimento e manutenção do sistema de reúso de águas cinzas em ambas tipologias de hotéis.
- c) Estimar o período de retorno para o investimento realizado em cada caso, transpondo, também, a aplicação no estado do Ceará.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Fatores limitantes para a gestão hídrica no Brasil

A água é um recurso natural, distribuído de forma desigual pela superfície e pelos aquíferos do planeta, e sua disponibilidade, uso e gerenciamento adequado são fundamentais para o futuro sustentável da humanidade. Realizar uma boa gestão hídrica é uma tarefa complexa que sofre interferência de diversos fatores, entre eles destacam-se, na realidade brasileira:

- a) Eventos extremos: por um lado, em algumas regiões, como é o caso do nordeste do Brasil, ocorrem grandes períodos de seca, por outro, inundações acometem outras partes do território que, por sua continentalidade, possui uma variabilidade de condições climáticas.
- b) Poluição dos corpos hídricos: o crescimento populacional desordenado, o desenvolvimento desenfreado das atividades econômicas, sobretudo nas cidades, com o aumento da deposição indevida de efluentes em mananciais, e o descarte incorreto do lixo pela população são causas para a poluição de lagos, rios e aquíferos. Segundo dados da Agência Nacional de Águas (ANA), em áreas urbanas, os corpos d'água que

apresentam boa qualidade é de 24%. A porcentagem das águas de qualidade ruim e péssima sobem para 32% e 12%, respectivamente.

- c) Desperdício e uso irracional da água: perdas nas redes de distribuição, vazamentos em adutoras e ligações clandestinas representam exemplos de desperdício de água. Segundo os Ministério das Cidades, cerca de 41% de toda a água tratada no país é desperdiçada. Além disso, deve-se atentar para a falta de uso racional da água por parte da população. No estado de São Paulo a Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), é um exemplo de “combate ao desperdício”, adotou medidas para a economia no consumo, com a utilização de multas e bônus na cobrança da conta de água.

2.2. Oferta de água no Ceará

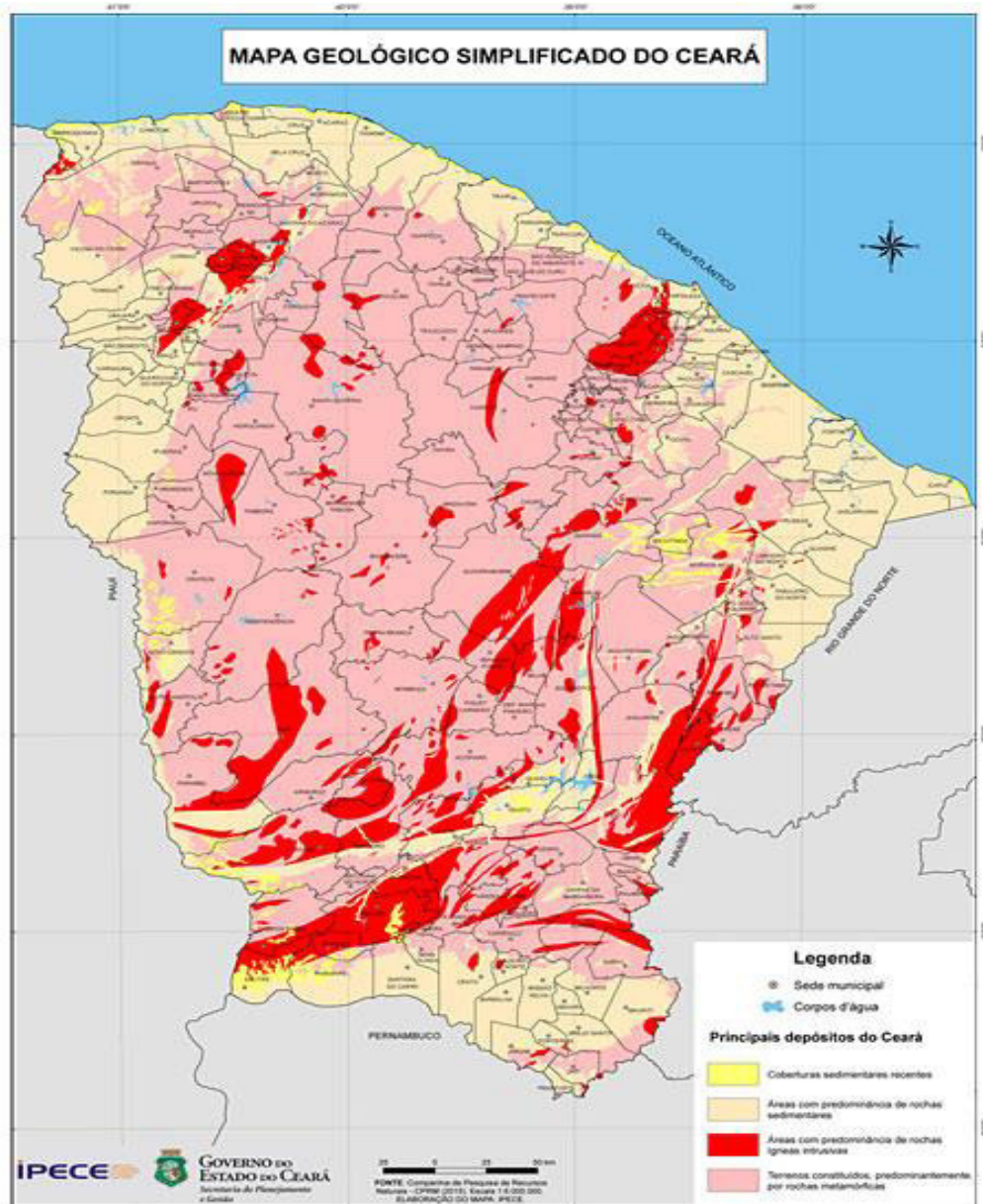
O estado do Ceará possui 86,8% da sua área inserida na região do semiárido brasileiro, de acordo com Portaria nº 89, de março de 2005, do Ministério da Integração Nacional. Os critérios técnicos adotados pela portaria para essa classificação são:

- a) Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm;
- b) Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial no período entre 1961 e 1990;
- c) Risco de seca maior que 60% tomando-se por base o período entre 1970 e 1990

Segundo (Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, 2008), nesse cenário, a maior contribuição do ciclo hidrológico para a oferta de água é a precipitação. Contudo, essa oferta sofre influência de vários sistemas meteorológicos, com características e escalas diferentes, que contribuem para a grande variabilidade na distribuição temporal e nas quantidades das chuvas. Fenômenos climáticos como o El-Nino, La-Nina e Atlântico (Dipolo), são exemplo de fatores que influenciam fortemente a variabilidade interanual das chuvas na região, responsáveis pela existência de anos secos, normais e chuvosos. Além disso, a alta taxa de evaporação na região e as condições geológicas influenciam a oferta de água no estado cearense. As taxas de evaporação são tão altas que enquanto chove 800mm/ano, a evaporação chega a 2.100mm anual, restando uma ínfima fração para escoamento superficial e recarga de aquíferos.

Segundo o manual da SUDENE (BRASIL,1980, p 488) do total precipitado na Região Nordeste, o escoamento é de apenas 12%, sendo 8,6% superficial e 3,4% subterrâneo. As condições geológicas são, em sua maioria, de domínio cristalino, o qual corresponde à 75% do território. Neste domínio, as águas subterrâneas acumulam-se em fraturas das rochas formando aquíferos de baixa produtividade em que a qualidade da água é limitante a certos usos. No entanto, mesmo assim, para algumas populações tornam-se a alternativa para atender suas demandas. O domínio sedimentar se encontra em destaque na faixa costeira, na região da Chapada do Apodi, na região do Cariri Cearense e na região da Serra da Ibiapaba, como mostra a Figura 1. Nesse tipo de formação geológica ocorre alta capacidade de armazenamento de água, o que corrobora para o abastecimento da população.

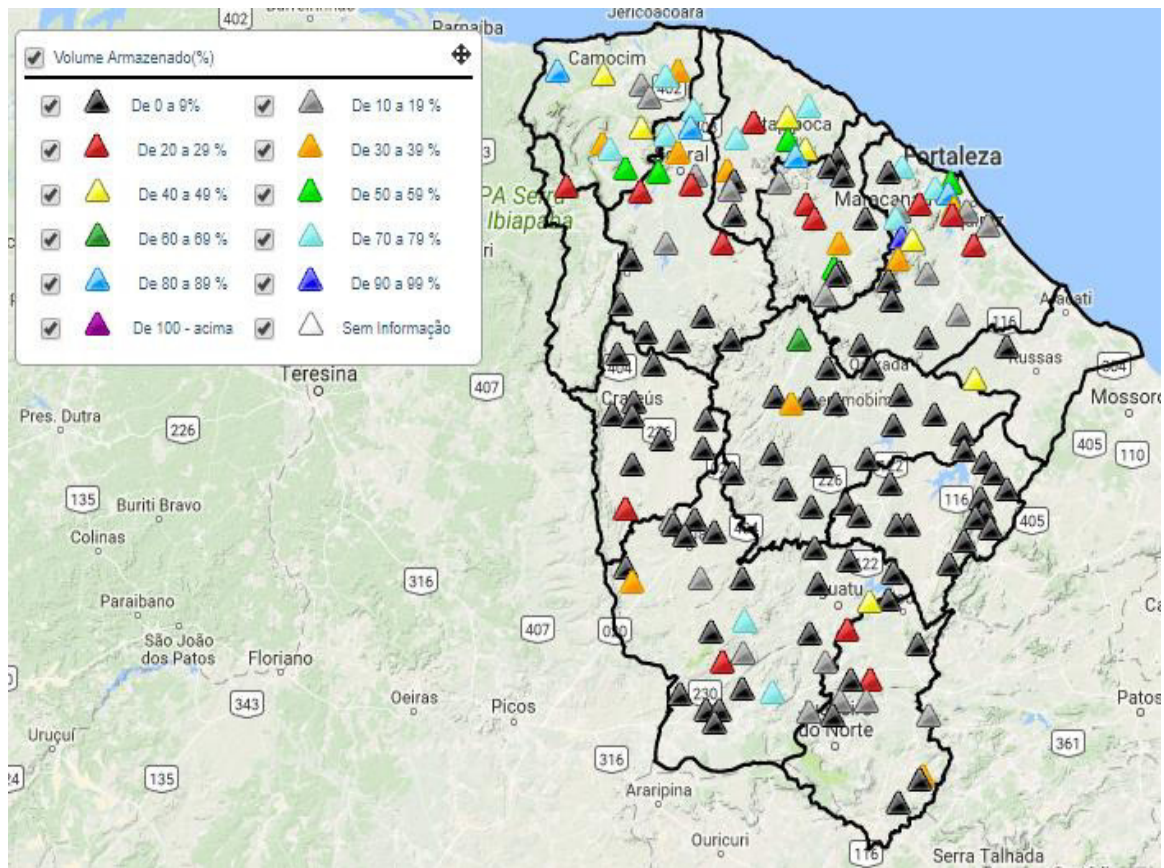
Figura 1- Domínios geológicos do Ceará



Fonte: IPECE, 2015

Outro fator que influencia a oferta de água nas regiões cearenses é a escassez dos reservatórios. Atualmente, o estado possui 116 açudes com volume inferior a 30%, 1 açude com volume superior a 90% e nenhum encontra-se sangrando, segundo último monitoramento feito em outubro de 2017, pela FUNCEME. O que mostra a precária situação de abastecimento a qual a grande maioria dos municípios do estado encontram-se, (Figura 2).

Figura 2 - Níveis dos açudes do estado de Ceará



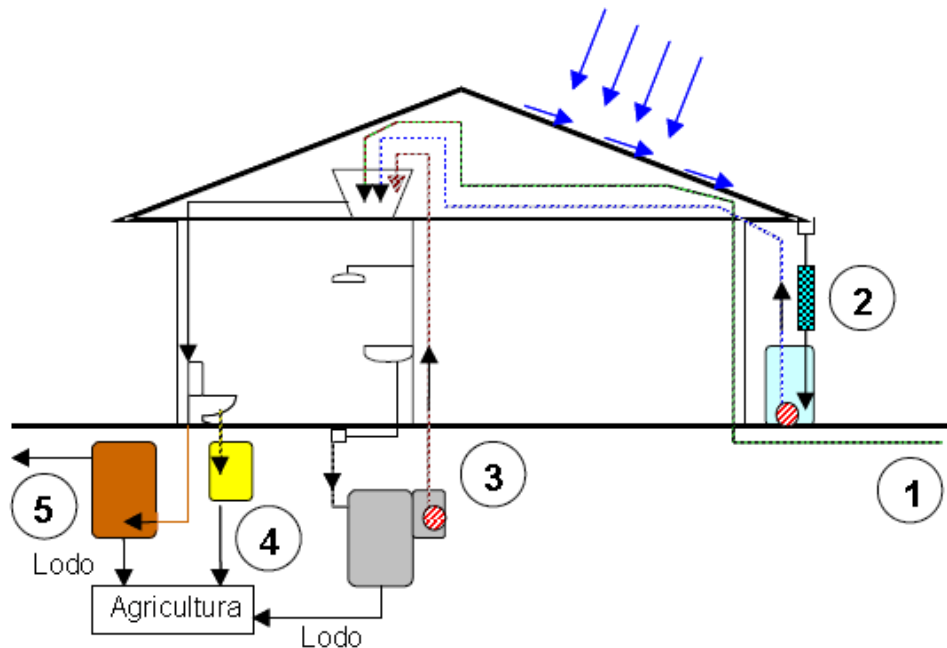
Fonte: http://www.funceme.br/produtos/script/acudes_e_rios/Boletim_diario_nivel_acudes/

Tendo em vista todas essas circunstâncias que envolvem a gestão hídrica no estado do Ceará, o presente trabalho mostra sua justificativa, a fim de estudar o reúso de água em edifícios residências, corroborando para um uso mais sustentável desse recurso natural tão escasso na realidade cearense.

2.3. Reúso de água

A reutilização do recurso hídrico é uma opção adotada para atender demandas que não necessitam de uma água com alto nível de tratamento, visando garantir a preservação e o consumo racional da fonte hídrica de origem de abastecimento. O reúso se baseia na separação dos efluentes domésticos de acordo com suas características, visando um melhor gerenciamento e reutilização (Figura 3).

Figura 3 - Esquema de gerenciamento de reuso de água em uma edificação residencial



- ① Suprimento de água convencional, a partir da rede pública.
- ② Coleta e aproveitamento de água de chuva a partir do telhado da edificação;
- ③ Coleta, tratamento e reuso das águas cinza na descarga de vasos sanitários;
- ④ Coleta, tratamento e reuso de águas amarelas (urina) na agricultura;
- ⑤ Coleta, tratamento e reuso das águas negra na agricultura;

Fonte: adaptado de BAZZARELLA, 2005

Assim, os efluentes produzidos por uma residência podem ser separados da seguinte forma:

- Água azul: água oriunda da chuva;
- Água negra: efluente proveniente dos vasos sanitários;
- Água cinza: efluente proveniente de lavatórios, chuveiros, máquinas/tanques de lavar roupa e da captação da água da chuva.
- Água amarela: representando a urina, separadamente.
- Água marrom: representando fezes, separadamente.

É fundamental para o sucesso de um projeto de sistema de reuso que exista essa caracterização dos efluentes, proporcionando a adoção do sistema de tratamento que atenda aos requisitos qualitativos da atividade fim, além da quantificação correta dos custos de implantação.

2.3.1. Tipos de reuso

De acordo com (MANCUSO; SANTOS, 2003) o reuso de água pode ser classificado como potável e não potável:

- a) O reuso potável divide-se em direto e indireto. O reuso potável direto, ocorre quando o esgoto é recuperado por meio de tratamento avançado e reutilizado diretamente no sistema como água potável; o indireto ocorre quando o esgoto, após o tratamento, é disposto nas coleções de águas superficiais ou subterrâneas

para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

- b) O reuso não-potável é dividido de acordo com sua finalidade, como por exemplo: para fins agrícolas, industriais, domésticos, recreacionais, para manutenção de vazões, para aquicultura e para recarga de aquíferos subterrâneos

O reuso de água cinza enquadra-se no reuso não-potável. Na utilização dessa, destaca-se, principalmente, o reuso doméstico, em jardinagem, lavagem de áreas impermeáveis, descarga de vasos sanitários e fontes paisagísticas (espelhos d'água).

2.4. Água cinza

Por definição o termo água cinza, é adotado para todo efluente doméstico oriundo de lavatórios, chuveiros, máquinas/tanques de lavar roupa e da captação da água da chuva. É importante reiterar que águas oriundas de pias de cozinha não se enquadram na definição, visto que nessas contém inúmeros compostos orgânicos, além de óleos e gorduras, os quais dificultam o tratamento.

2.4.1. Classificação da água cinza segundo o tipo de uso

Segundo a NBR 13.969/97 a água para reuso é classificada em quatro classes distintas, as quais diferem de acordo com seu uso final, levando em consideração os níveis de concentração dos seguintes índices: turbidez, coliformes fecais ou termotolerantes, sólidos dissolvidos totais, pH, cloro residual, oxigênio dissolvido, conforme disposto na Tabela 1.

Os tratamentos recomendados, conforme as classes da NBR 13.969/97 são:

Classe 1: Nesse nível, serão geralmente necessários tratamentos aeróbio, compostos por filtro aeróbio submerso ou lodo ativado por batelada, seguidos de filtração convencional com areia e carvão ativado e, por último, desinfecção com cloro.

Classe 2: Nesse nível, é satisfatório o tratamento biológico aeróbio, compostos por filtro aeróbio submerso ou lodos ativados por batelada, seguidos de filtração convencional com areia e por última desinfecção com cloro, podendo substituir a filtração por membranas filtrantes.

Classe 3: Tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção com cloro, satisfaz a este padrão.

Classe 4: Deve-se interromper as aplicações pelo menos dez dias antes da colheita.

Tabela 1- Classes de reuso e respectivos parâmetros exigidos.

		Turbidez	Coliformes fecais (NMP/100ml)	Sólidos dissolvidos totais (mg/l)	pH	Cloro residual (mg/l)	Oxigênio dissolvido (mg/l)
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água	inferior a 5	inferior a 200	inferior a 201	entre 6,0 e 8,0	entre 0,5 e 1,5	-
Classe 2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins	inferior a 5	inferior a 500	-	-	superior a 0,5	-
Classe 3	Reuso nas descargas dos vasos sanitários	inferior a 10	inferior a 500	-	-	-	-
Classe 4	Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros	-	inferior a 5000	-	-	-	acima de 2

Fonte: Adaptado da NBR 13.969/97.

2.4.2. Caracterização físico-química e microbiológica dos aparelhos de oferta de água cinza.

Como os itens produtores de águas cinzas em um projeto de reúso são o lavatório, chuveiro e máquina de lavar roupa (Bazzarela, 2005) caracteriza alguns valores médios para parâmetros físico-químicos e biológicos, como mostra a Tabela 2, a fim de dimensionar o tratamento adequado para estes efluentes.

Tabela 2 - Valores médios de caracterização físico-química e microbiológica de acordo com cada aparelho produtor de águas cinzas.

Parâmetros	Aparelho		
	Lavatório	Chuveiro	Máquina de Lavar Roupas
SST (mg/L)	146	103	53
Nitrogênio Amônia (mg/L)	0,5	0,8	1,5
Nitrito (mg/L)	0,03	0,03	0,11
Nitrato (mg/L)	0,57	0,46	0,46
NTK (mg/L)	5,6	3,4	3,6
Fósforo total (mg/L)	0,6	0,2	14,4
DBO (mg/L)	265	165	184
DQO (mg/L)	653	582	521
Sulfeto (mg/L)	0,11	0,09	0,11
Sulfato (mg/L)	112,4	162,1	355,4
CT (NMP/100mL)	1,35E+02	3,95E+04	5,37E+00
E. Coli (NMP/100mL)	1,01E+01	2,63E+04	2,73E+01

Adaptado de BAZZARELLA (2005).

2.4.3. Parâmetros de qualidade para reuso de água cinza nos pontos de demanda.

A Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, classifica as águas conforme o reuso pretendido, de modo que quando destinada para utilização na descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.), além de lavagem de roupas e de veículos exigem que os parâmetros de qualidade indicados para sua aplicação, estejam de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros de qualidade exigidos para a água de reuso em descargas de bacia

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais ou termotolerantes	não detectáveis
pH	entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis	ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
SST (mg/L)	≤ 5 mg/L
SDT (mg/L)	≤ 500 mg/L

Fonte: FIESP (2005)

2.5. Tratamento da água cinza

No tratamento de efluentes para reuso, tem-se como opção o uso de estações de tratamento compactas, em fibras de vidro, (Figura 4). Estas possuem alto controle tecnológico para o tratamento de grandes volumes, como é no caso de hotéis, além disso, ocupam um espaço físico reduzido e têm uma fácil operação e manutenção. Tornando-se ideal para edificações residenciais.

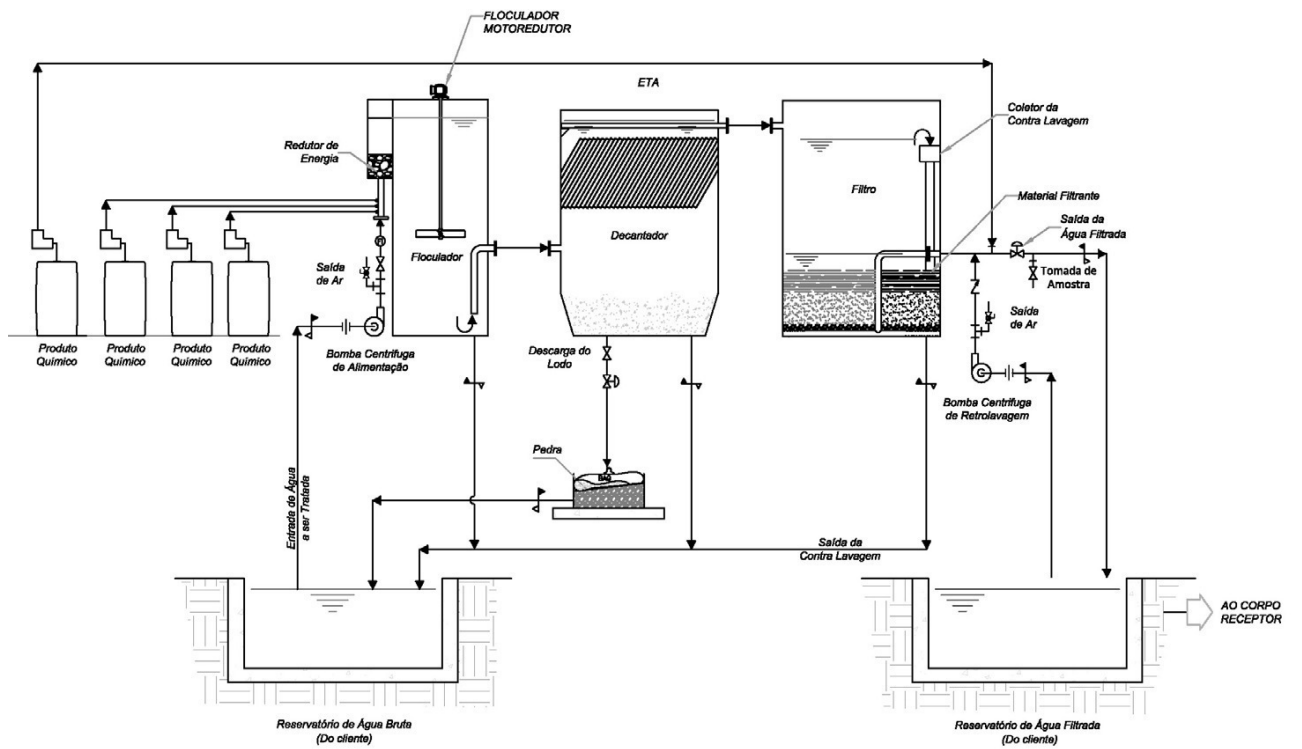
O fluxo de tratamento consiste primeiramente, na captação do efluente em reservatórios, posteriormente, adição de produtos floclulantes e destinação ao termina de floclulação, onde ocorrerá a estabilização das partículas. Em seguida, o volume é destinado ao decantador, onde o lodo formado é separado. A filtragem é em seguida, onde por meio de materiais filtrantes os organismos patogênicos são eliminados, dispostos em reservatórios de armazenamento, viabilizando o uso do efluente, (Figura 5).

Figure 4 - Modelo de estação de tratamento de efluentes para reúso



Fonte: Catálogo de fornecedor (2017)

Figure 5 - Fluxograma do tratamento de efluentes para reúso



Fonte: Catálogo de fornecedor (2017)

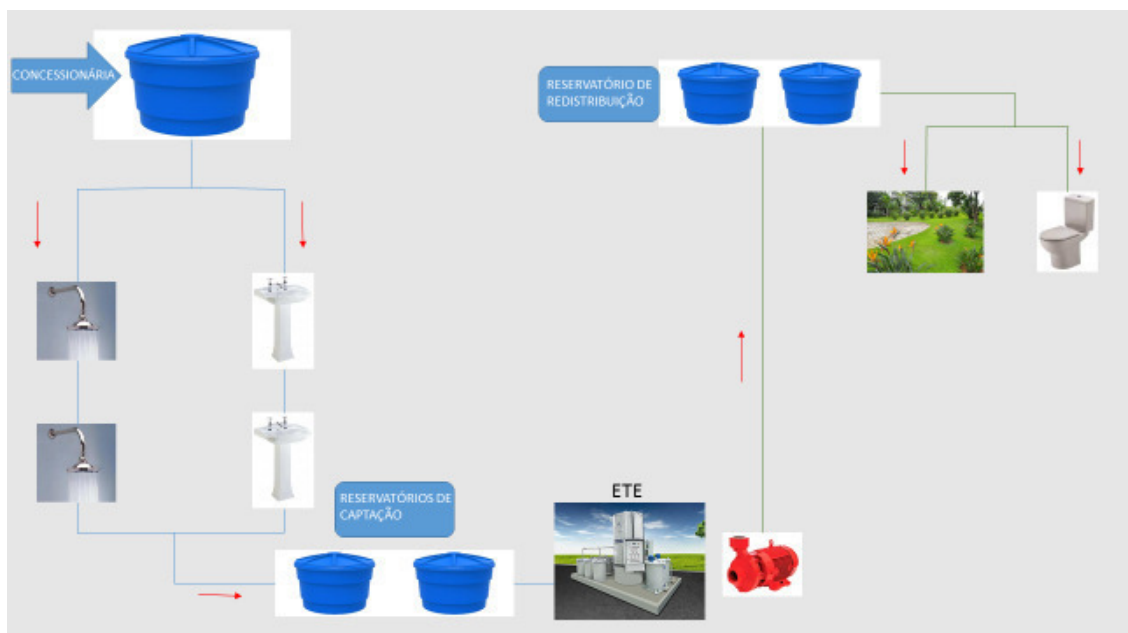
2.6. Constituição de um projeto de reúso de água cinza

O projeto, basicamente, é constituído por uma tubulação de recolhimento da água oriunda dos chuveiros e dos lavatórios, que é levada aos reservatórios de captação, que posteriormente destinam-se à estação de tratamento de efluentes. Após o tratamento o efluente tratado é enviado, com o auxílio de bomba hidráulica aos reservatórios de redistribuição, o quais, por fim, abastecem as demandas das bacias sanitárias e da jardinagem (Figura 6).

Para Fiori (2005), o reúso das águas cinzas em edificações é perfeitamente possível, desde que seja concebida para este fim, respeitando todas as diretrizes, ou seja, evitando que a água reutilizada seja misturada com a água tratada e não permitir o uso da água reutilizada para consumo direto, preparação de alimentos e higiene pessoal. Porém, a qualidade necessária para atender aos usos previstos deve ser rigorosamente avaliada para a garantia da segurança sanitária dos seus usuários.

A correta sinalização de que se trata de água de reúso (águas cinzas tratadas) no interior da edificação também é fundamental em prédios públicos, pois os usuários devem ter consciência de que existe um sistema de reúso e dos locais onde ela está sendo utilizada.

Figura 6 - Fluxograma hidráulico de um sistema de reúso de água cinza



Fonte: Autor

2.7 Reúso de água no setor hoteleiro

É visível na hotelaria o crescimento dos sistemas sustentáveis, como reúso de água, uso de lâmpadas de baixo consumo e placas fotovoltaicas para geração de energia solar. Estima-se que o segmento hoteleiro possa obter uma economia energética de 30% a 80% com o emprego de sistemas para gerenciar o consumo de energia e de água.

Do ponto de vista dos gerenciadores das cadeias de hotéis, a maior dificuldade está nos altos valores dos custos de investimento inicial. Porém, nesse aspecto, o cenário está mudando, tendo em vista alguns programas de financiamento com juros reduzidos para o setor por parte de instituições, como o BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento) e Banco do Brasil, por exemplo.

A adoção do reúso de água no setor cresceu nos últimos 5 anos devido à crise hídrica existente em muitos estados brasileiros, principalmente no sudeste do país. O setor teve que se adaptar à escassez, investindo em captação subterrânea, reúso de água da chuva e de águas cinzas. O que gera um grande retorno financeiro, seja pela economia feita, bem como, pela criação de uma imagem sustentável da empresa, o que contribui como propaganda e aumento do fluxo populacional.

A criação de certificações sustentáveis vem corroborando para o alcance de eficiência estabelecidos, que são monitorados anualmente, realizados por auditorias de conformidade e performance. As certificações mais confiáveis são da ABNT e as Internacionais.

3. METODOLOGIA

Passa-se a discutir acerca dos dados levantados e da metodologia utilizada para a aplicação de sistemas de reúso de água cinza, em duas tipologias de hotéis. As tipologias escolhidas são estudadas em virtude que estas, representam a maior demanda do setor hoteleiro no estado do Ceará.

A primeira tipologia, abordada no Caso 1, é muito comum em zonas litorâneas com grandes áreas de terreno, onde opta-se por um layout mais horizontalizado da edificação, explorando grande áreas de lazer. A segunda tipologia, abordada no Caso 2, é predominante onde se possui pequenas áreas de incorporação, em virtude da alta taxa de ocupação, optando-se pela verticalização do edifício.

Como não se têm ciência de hotéis que aplicam reúso de águas cinzas no Estado, optou-se por realizar contato com empreendimentos de outros estados, reconhecidos na adoção de sistemas de reúso.

Conforme proposto como objetivo, estuda-se a viabilidade no hotel em sua localização de origem, e além disso, por serem tipologias predominantes no estado do Ceará, se fará uma aplicação no mesmo. Para isso, alterou-se apenas as tarifas cobradas pela companhia e o custo de transporte do equipamento, este último, apenas no Caso 2.

3.1 Caso 1: Hotel A

3.1.1 Levantamento de dados

O presente trabalho utilizou de dados relacionados com as características do empreendimento estudado, tais como, volumes de consumo do chuveiro, lavatório, vaso sanitário, cozinha, lavanderia, piscina, jardins e torre de refrigeração. Foi obtido, também, as taxas de ocupação mensais do hotel durante o ano de 2017 e os valores de investimento e manutenção do sistema de reúso. Todos estes, obtidos em contato com o hotel.

3.1.2 Empreendimento de estudo

O empreendimento de estudo consiste em um hotel com grande área construída, possuindo inúmeros itens de lazer (piscinas, academia, quadras de esportes, etc), com 301 apartamentos, de 38 m², localizado do litoral da cidade de Guarujá, estado de São Paulo. Reconhecido nacionalmente pelas políticas de sustentabilidade.

Figure 7 - Hotel A



Fonte: Site do Hotel A

3.1.3 Parâmetros utilizados

Os parâmetros utilizados para os cálculos foram obtidos a partir dos volumes médios de consumo mensal geral de cada aparelho, estimados pelo hotel (Tabela 4), criando-se uma taxa de consumo para cada item. Como mostra o Gráfico 1, a seguir.

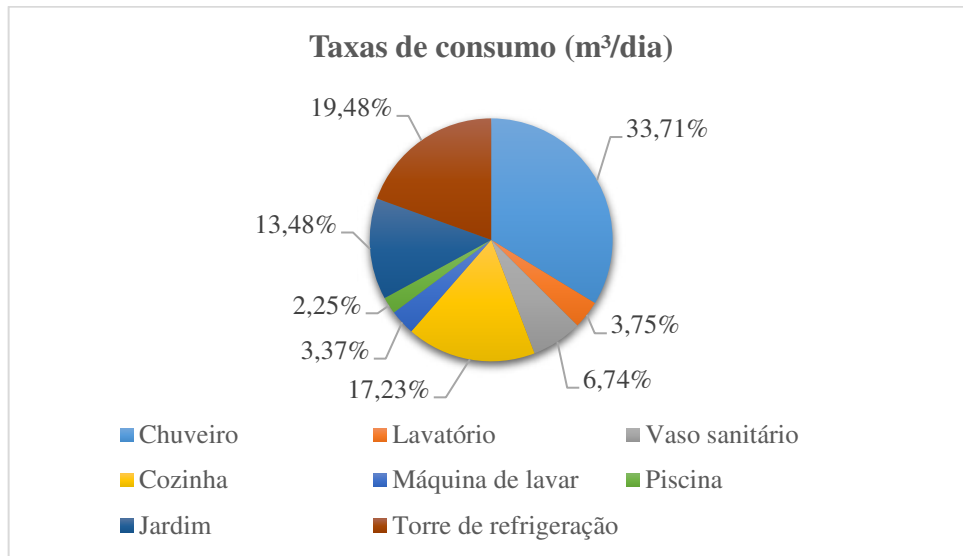
Tabela 4 - Volumes médios de consumo diário por item

Item	Consumo (m ³ /dia)
Chuveiro	90
Lavatório	10
Vaso sanitário	18
Cozinha	46
Máquina de lavar	9
Piscina	6
Jardim	36
Torre de refrigeração	52
Total	267

Fonte: Hotel A

Considerando todo o empreendimento as taxas de consumo para os itens são mostradas no Gráfico 1, como forma de ter uma ideia geral do consumo.

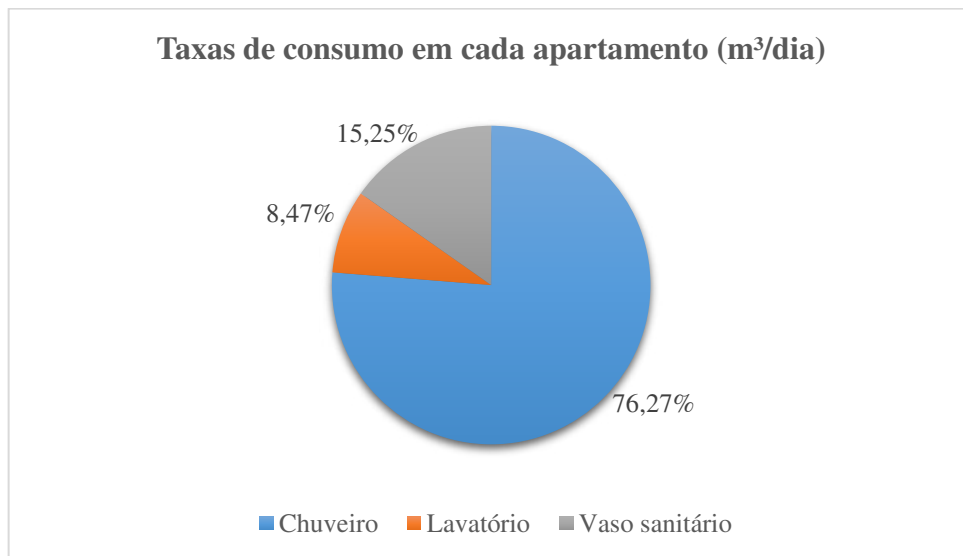
Gráfico 1 - Taxas de consumo médio diário do hotel



Fonte: Autor

Já considerando apenas o espaço do apartamento, as taxas de consumo para os itens são mostradas no Gráfico 2, compreendendo-se a distribuição do consumo.

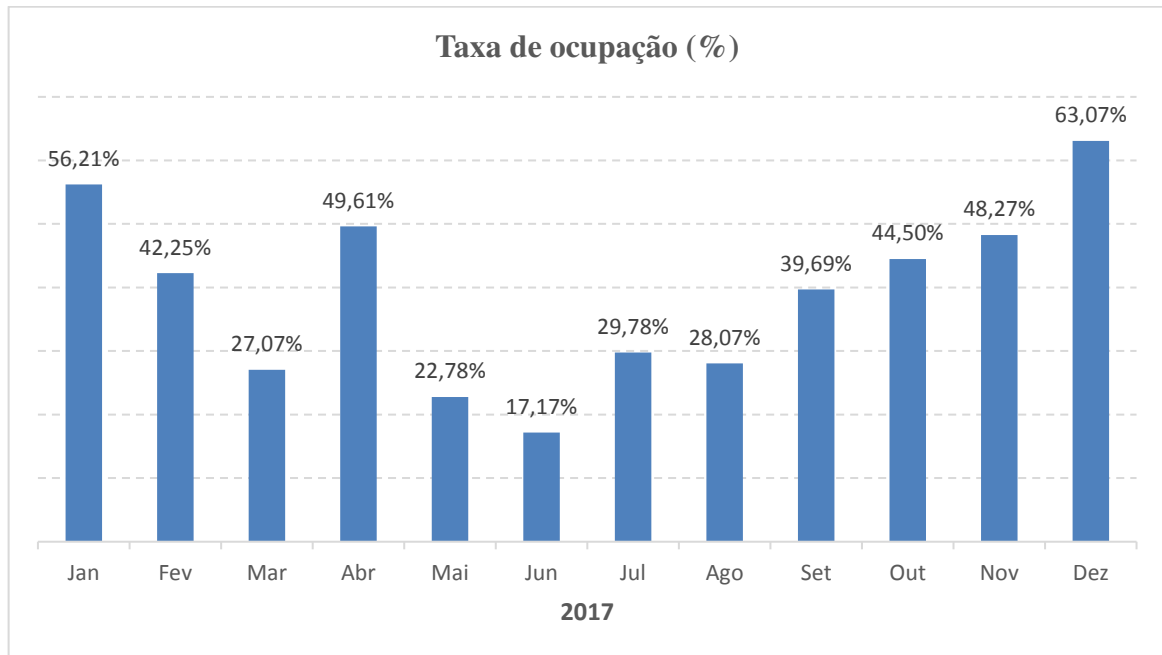
Gráfico 2 - Taxa de consumo interno médio diário em cada apartamento



Fonte: Autor

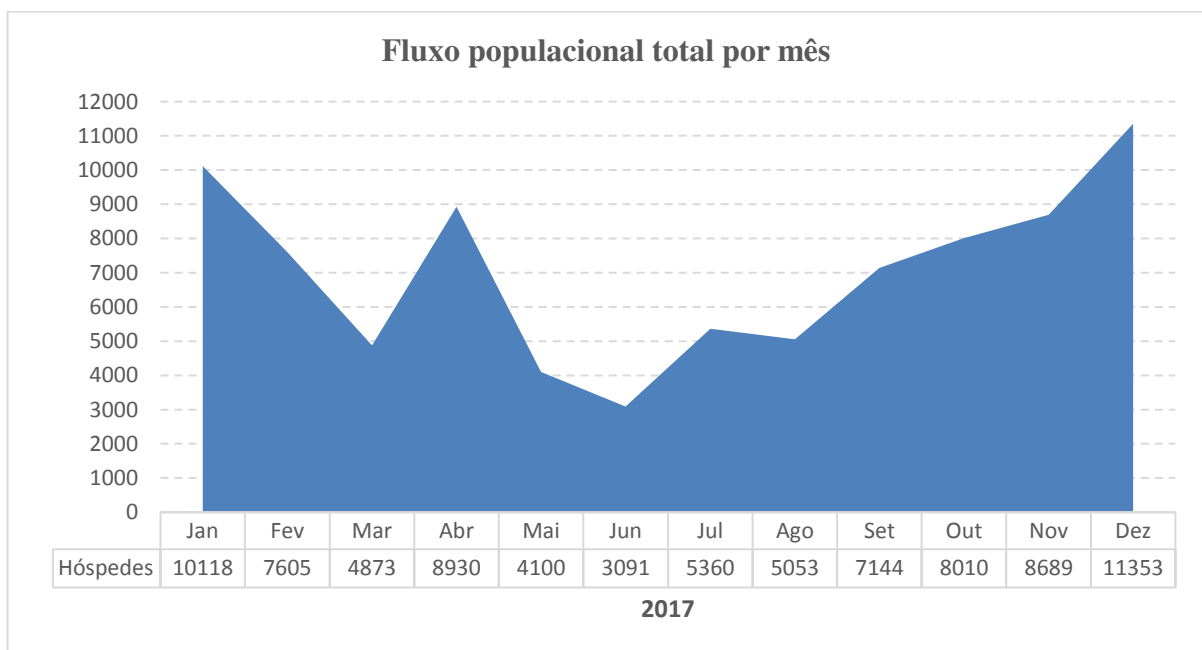
O fluxo populacional e taxas de ocupação mensais do hotel para o ano de 2017 são apresentados nos gráficos 3 e 4, respectivamente. Percebe-se a singularidade de uma edificação destinada à hospedagem, quanto a sazonalidade populacional. Esse fator influencia diretamente nos volumes de oferta e demanda de reúso.

Gráfico 3 – Taxa de ocupação dos apartamentos de 2017



Fonte: Hotel A (adaptado pelo autor)

Gráfico 4 - Fluxo populacional total por mês de 2017



Fonte: Hotel A (adaptado pelo autor)

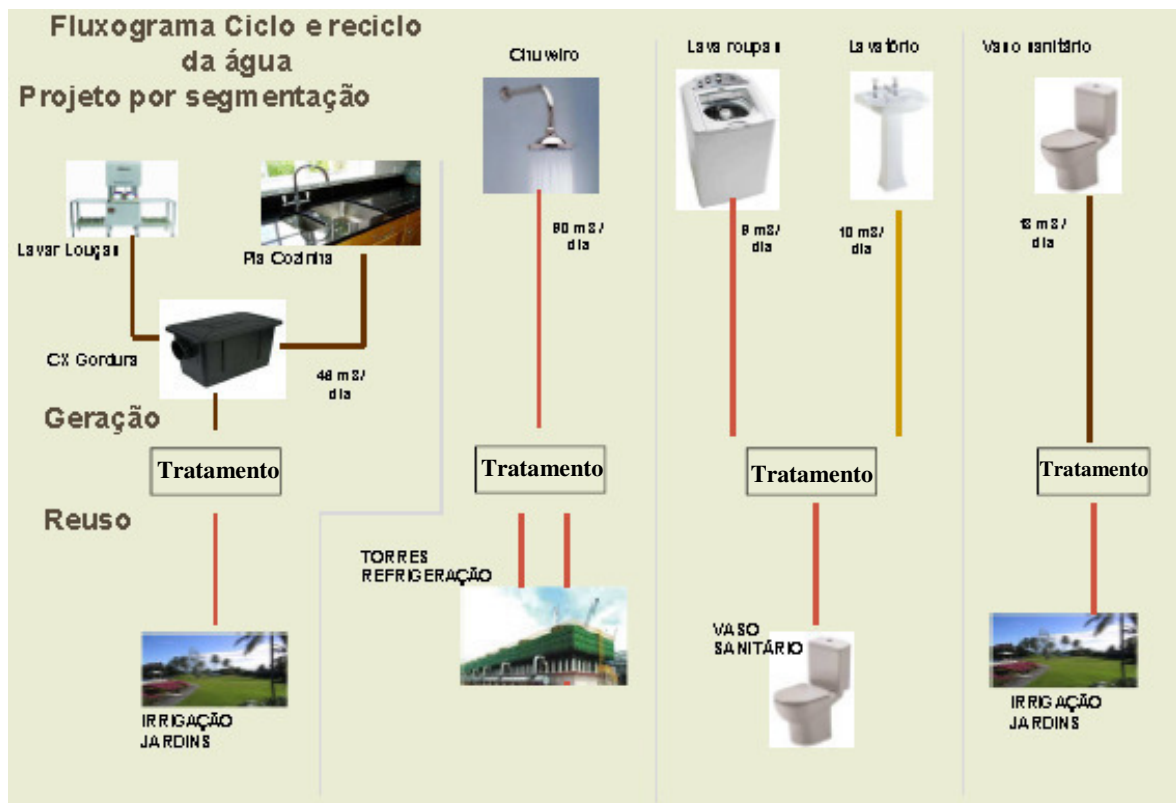
3.1.4 Fluxograma hidráulico dos sistemas

Atualmente, o hotel dispõe de três metodologias de reúso. A primeira, o efluente dos lavatórios e a das máquinas de lavar, segue separado dos demais, tem tratamento específico e é direcionado aos vasos sanitários. A segunda, o efluente dos chuveiros segue separado dos demais, junta-se a água das chuvas, tem tratamento específico e é direcionado às torres de

refrigeração. Por último, o efluente dos vasos sanitários segue separado dos demais, tem tratamento específico com bactérias e é direcionado à irrigação. O efluente do lava louças e pias de cozinha, depois de tratamento específico, também, é direcionado à irrigação. Ou seja, além do hotel fazer o reúso de águas cinzas nas bacias sanitárias e nas torres de refrigeração também reusa os efluentes do vaso sanitário, lava louças e pias de cozinha na irrigação dos jardins, caracterizando um segundo ciclo de reúso e aumentando consequentemente a economia. A Figura 8 ilustra o raciocínio.

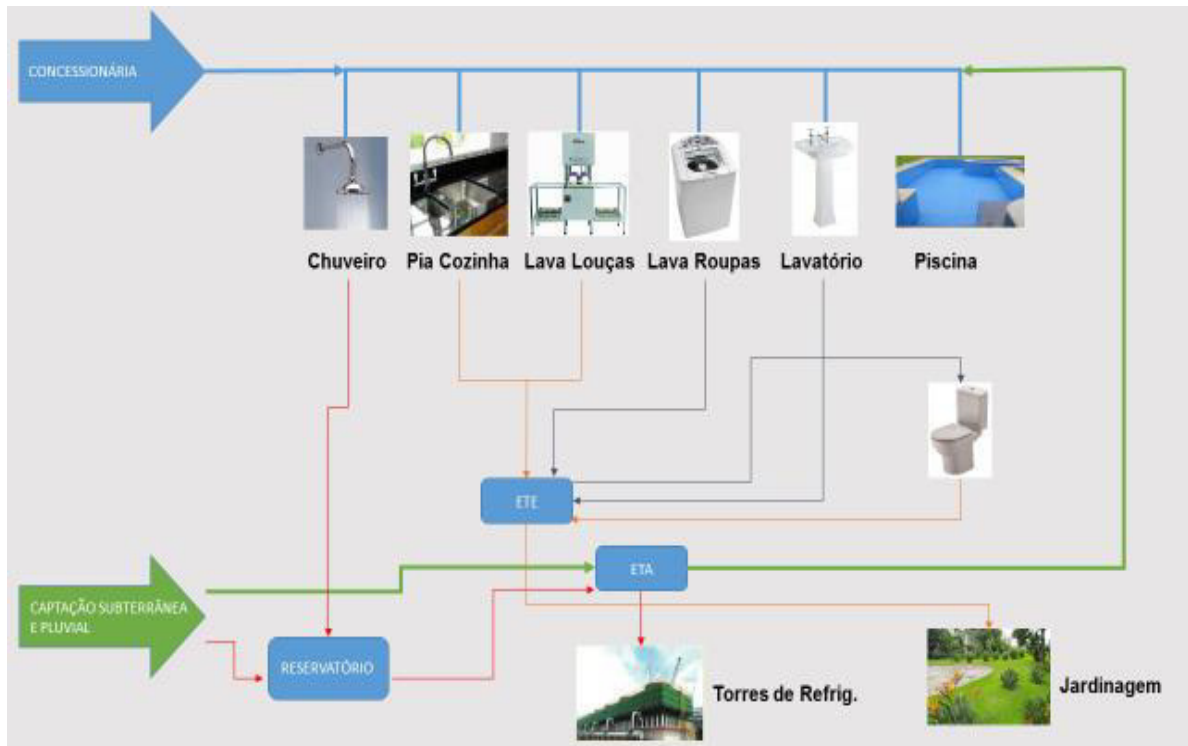
De forma global, o abastecimento do hotel é feito com volume oriundo de abastecimento da companhia e de captação pluvial e subterrânea, que parte se junta ao efluente do chuveiro para ser tratada e utilizada no resfriamento das torres de refrigeração e a outra parte é tratada e destinada ao abastecimento. Todos os efluentes são, respectivamente tratados conforme o sistema de reúso ao qual está inserido, e destinados aos seus itens de reúso. A Figura 9 ilustra o fluxograma hidráulico global do hotel, complementando o entendimento acerca das metodologias de reúso.

Figure 8 – Fluxograma de ciclo e reciclo da água



Fonte: Hotel A

Figure 9 - Fluxograma hidráulico global



Fonte: Autor

3.1.5 Sistema de tratamento de água e esgoto

Para a condição geológica na região do Guarujá, onde a presença principalmente de ferro na água de subsolo é elevada, o projeto conta com a seguinte sequência:

- Decantadores químicos primários e secundários;
- Equalizador físico-químico
- Sistema de filtros específicos;
- Ozonização;
- Desinfecção final com NaClO;
- Polimento final com Big-blue's.

Figure 10 - ETA Hotel A



Fonte: Hotel A

Para o tratamento do efluente gerado pelo complexo do hotel a estação de tratamento de efluentes comporta a seguinte sequência de tratamento:

- Gradeamento e disposição inicial;
- Terminal de equalização;
- Reator anaeróbico;
- Módulo de contato químico;
- Desintegrador particular rotacional;
- Câmara Biológica;
- Sistema de centrifugação;
- Injetor de O_3 ;
- Cloração.
- Filtração sequencial
- Utilização

Figure 11 - ETE Hotel A



Fonte: Hotel A

3.1.6 Cálculo de viabilidade financeira

O cálculo de viabilidade financeira é caracterizado pela estimativa do tempo de retorno sobre o investimento feito. Foram necessários os volumes dos itens de reúso, as tarifas de água e esgoto vigentes e os custos de investimento e manutenção das estações de tratamento de água e esgoto, os quais foram obtidos com o hotel.

A estimativa do tempo de retorno consiste em mensurar a economia feita com o reúso e amortizar do valor do investimento necessário para aplicação do sistema. A economia financeira é calculada aplicando ao volume mensal dos itens que reusam água, no caso, o vaso sanitário, o jardim e as torres de refrigeração, a tarifa de água e esgoto adotada pela companhia local.

3.2 Caso 2: Hotel B

3.2.1 Levantamento de dados

O presente trabalho utilizou de dados relacionados com as características do empreendimento estudado, tais como, volumes de consumo do chuveiro, lavatório, vaso sanitário, obtidos em consulta bibliográfica, segundo (PEIXOTO, 2008). Os demais dados relacionados aos custos de investimento e de manutenção foram orçados através de pesquisa no mercado e consulta à tabela de preços de composição de custos da Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará.

3.2.2 Empreendimento de estudo

O Hotel B é localizado em Macaé no Rio de Janeiro, é um edifício composto de 126 apartamentos com 28m² de área privativa, 2 salas de convenções, cada uma com 80m², 2 restaurantes, fitness center, sala de descanso e sala de reuniões, além de uma piscina na cobertura. Como mostrado na Figura 12.

3.2.3 Parâmetros utilizados

Os parâmetros utilizados para os cálculos foram os volumes de consumo médio diário do hotel que é de 44 m³/dia e do vaso sanitário de 13,3 m³/dia. Esse volume do vaso sanitário é encontrado através da medição das vazões nas tubulações, como é uma tubulação independente dos demais ramais se torna mais fácil ter o controle. No caso do Hotel A, existiam várias fontes de oferta e demanda de água cinza, neste caso, as fontes de oferta são os chuveiros e os lavatórios, e a única fonte de demanda são os vasos sanitários.

Figure 12 - Hotel B



Fonte: Site do Hotel B

3.2.4 Sistema de tratamento de água e esgoto

O sistema proposto para o estudo é o citado anteriormente no capítulo 2, na seção 2.6, e consiste em tratar o efluente produzindo em estações de tratamento compactas feitas em fibra de vidro, ideais para empreendimentos que dispõem de pouco espaço para a locação de equipamentos.

3.2.5 Cálculo de viabilidade financeira

Assim como no caso anterior, foram necessários os volumes de reúso, as tarifas de água e esgoto vigentes no município, e os custos de investimento e manutenção das estações de tratamento de água e esgoto.

a) Estação de tratamento de água cinza

Em consulta de preço feito com um fornecedor do equipamento foi possível conhecer o valor necessário para o investimento. Para o sistema estudado optou-se por uma ETE para reúso que tratasse 800 litros por hora (capacidade mínima do equipamento), opção escolhida de acordo com o volume utilizado de água cinza pelo vaso sanitário.

$$13,3 \frac{m^3}{dia} \times \frac{1000 \text{ Litros}}{24 \text{ hora}} = 554,17 \text{ l/h}$$

b) Operação anual do sistema

Representa os valores gastos com energia, produtos químicos, gerenciamento do lodo, manutenção do equipamento e mão de obra.

c) Transporte do equipamento

Representa o valor necessário para transportar os equipamentos do fabricante até o local de instalação. Como o contato conseguido, foi com um fabricante do estado de São Paulo e deseja-se aplicar o estudo na cidade de Macaé – RJ e Fortaleza – CE, consultou-se com uma transportadora a cotação de preço para o transporte entre os destinos.

d) Adequação do espaço físico

Representa o valor necessário para adequar o local onde se instalará o equipamento. Para isso, estimou-se que seria necessário a construção de uma laje radier para suportar o peso do equipamento e da água a ser tratada, a fim de se evitar danos no piso do local. E possíveis abertura de pisos e paredes para instalações elétricas e hidráulicas.

e) Montagem do equipamento e

Como não se conseguiu no mercado cotações de valores para o serviço de montagem das estações de tratamento, fez-se o uso de um serviço de montagem semelhante, contido na tabela de custos da Secretaria de Infraestrutura do Governo do Estado do Ceará. Adotou-se como substituto, o serviço de montagem de instalações hidrossanitárias elevatórias, conforme o item

16.17.4 da tabela de custos sem desoneração.

f) Montagem do conjunto motor-bomba

Também adotou-se da tabela de custos, o serviço de instalação eletromecânica de conjunto motor-bomba, conforme o item 16.15.7 da tabela de custos sem desoneração.

g) Insumos das instalações hidráulicas

Para os sistemas, em ambas cidades, se fez as mesmas composições, sendo necessário do uso de dois reservatórios inferiores e um superior, conforme o consumo médio diário. No caso das tubulações e da bomba hidráulica adotou-se diâmetros e potência, conforme pré-dimensionamento. Todos os preços para esses itens foram obtidos através de consulta de preço no mercado.

Como para o caso anterior, o tempo de retorno consiste em mensurar a economia feita com o reúso e amortizar do valor do investimento necessário para aplicação do sistema. A economia financeira é calculada aplicando ao volume mensal de reúso, no caso, o vaso sanitário a tarifa de água e esgoto adotada pela companhia local.

3.3 Cálculo de estimativa de tempo de retorno sobre investimento

Em resumo, calcula-se o tempo de retorno sobre o investimento para ambos os casos da seguinte forma:

a) Passo 1: Aplica-se o valor da tarifa ao volume de reúso, tendo se assim a economia mensal parcial do sistema:

$$E_p = Q_{ac} \cdot tr$$

Tabela 5 - Estrutura tarifária de Fortaleza (Cagece)

Categoria	Faixa de Consumo (m ³)	Tarifa Água (R\$/m ³)	Tarifa Esgoto (R\$/m ³)
Comercial II	0 a 50	8,72	9,63
Demanda mínima de 10m ³ água e 8m ³ esgoto	> 50	13,83	15,21

Fonte: https://www.cagece.com.br/atendimentovirtual/faces/publico/home.xhtml?page=estrutura_tarifaria

Tabela 6 - Estrutura tarifária de Guarujá (Sabesp)

Categoria	Faixa de Consumo (m ³)	Tarifa Água (R\$/m ³)	Tarifa Esgoto (R\$/m ³)
Comercial / Normal	0 a 10 *	48,50	38,78
	11 a 20	5,74	4,56
	21 a 50	9,27	7,42
	> 50	10,89	8,69

Fonte: http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/clientes_servicos/comunicado_03_17.pdf

* entre 0 a 10 m³ cobra-se o valor fixo de R\$ 48,50 para água e R\$ 38,78 para esgoto

Tabela 7- Estrutura tarifária de Macaé (Cedae)

Categoria	Faixa de Consumo (m ³)	Tarifa Água (R\$/m ³)	Tarifa Esgoto (R\$/m ³)
Comercial	0-20	6,08	4,87
	20-30	10,72	8,57
	>30	11,45	9,16

Fonte: <http://www.macaee.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1328826144.pdf>

b) Passo 2: Soma-se todos os custos envolvidos para aplicação do sistema e obtêm o custo de investimento. Como forma favorecer a segurança dos cálculos majorou-os em 30% devido a realidade de que podem existir outros custos que não foram computados, além dos impostos e encargos que incidem neles. Ressalta-se que não se deve computar os custos mensais de operação.

$$C_{inv} = 1,30 \cdot \sum_{i=1}^n c_i$$

c) Passo 3: Subtrair os custos mensais de operação da economia mensal parcial, produzindo assim, a economia final do sistema.

$$E_f = E_p - C_{op}$$

d) Passo 4: Faz-se a razão entre o custo de investimento e a economia mensal, estimando-se o tempo, em meses, necessário para que se consiga amortizar por total a quantia investida.

$$T = \frac{C_{inv}}{E_f}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caso 1: Hotel A

No estudo de Caso 1, o Hotel A faz o reúso de um volume de 106 m³/dia, totalizando 3180 m³/mês, ou seja, economiza mensalmente a quantia de R\$61.976,38 em Guarujá, e aplicando em Fortaleza de R\$91.812,70.

Tabela 8 - Volumes de consumo de água cinza Hotel A

Item de Consumo	Volume (m ³ /dia)	Volume (m ³ /mês)
vaso sanitário	18	540
jardinagem	36	1080
torre de refrig.	52	1560
	106	3180

Fonte: Autor

Tabela 9 - Cálculo da economia parcial mensal Hotel A em Guarujá

CASO 1: HOTEL A (GUARUJÁ) Volume de reúso = 3180 m ³ /mês						
Categoria	Faixa de Consumo (m ³)	Volume (m ³)	Tarifa Água (R\$/m ³)	Volume (m ³)	Tarifa Esgoto (R\$/m ³)	Total (R\$)
Comercial / Normal	0 a 10 *	10	48,50	10	38,78	87,28
	11 a 20	10	5,74	10	4,56	103,00
	21 a 50	30	9,27	30	7,42	500,70
	> 50	3130	10,89	3130	8,69	61285,40
						61976,38

Fonte: Autor

Tabela 10 - Cálculo da economia parcial mensal Hotel A em Fortaleza

CASO 1: HOTEL A (FORTALEZA) Volume de reúso = 3180 m ³ /mês						
Categoria	Faixa de Consumo (m ³)	Volume (m ³)	Tarifa Água (R\$/m ³)	Volume (m ³)	Tarifa Esgoto (R\$/m ³)	Total (R\$)
Comercial II	0 a 50	50	8,72	50	9,63	917,50
Demanda mínima de 10m ³ água e 8m ³ esgoto	> 50	3130	13,83	3130	15,21	90895,20
						91812,70

Fonte: Autor

Em sequência ao cálculo, conforme obtido com o hotel, os custos de investimento foram de R\$ 1.400.000,00 para a instalação da ETE, ETA, serviços e materiais, tendo um custo mensal de operação de R\$ 22.500,00. Dessa forma, abatendo o custo de operação mensal obtêm-se uma

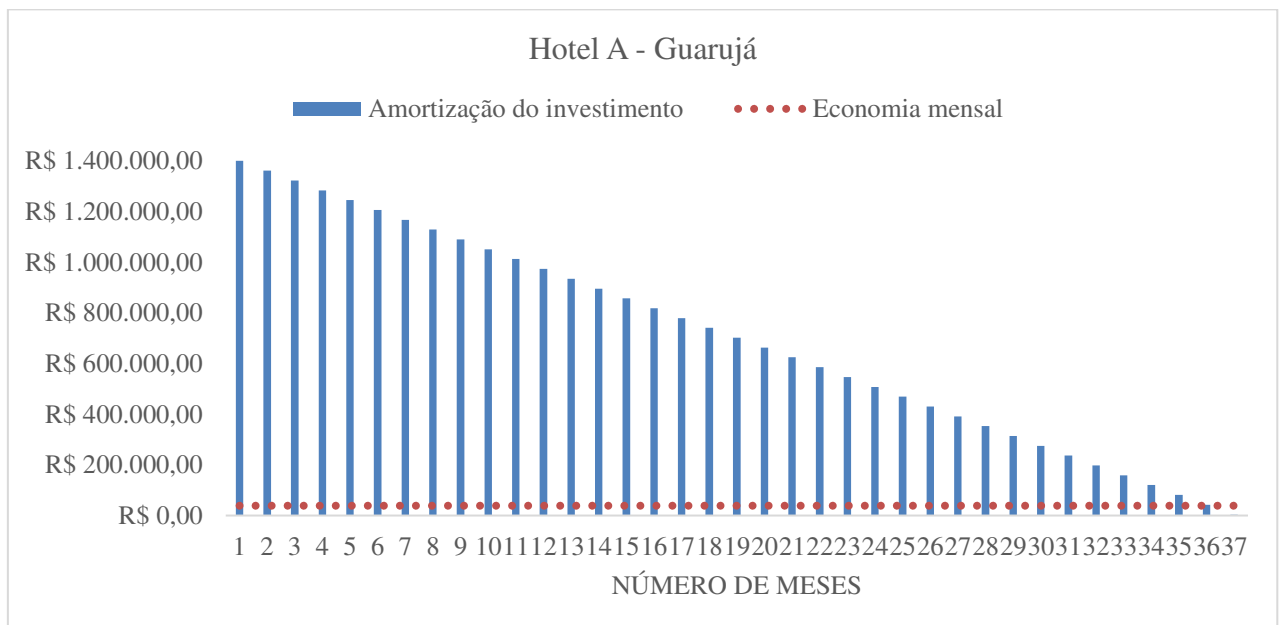
economia final por mês. Por fim, têm-se que o tempo de retorno sobre o investimento seria de, aproximadamente, 37 meses para o investimento feito em Guarujá e 21 meses para Fortaleza. Essa redução se deve ao fato de o valor da tarifa cobrada em Fortaleza ser mais onerosa do que a cobrada em Guarujá. Todavia, convém analisar se os custos de implantação em Fortaleza seriam os mesmos, em relação à mão de obra, aos materiais e serviços, o que poderiam tornar os valores para retorno do investimento mais próximos.

Tabela 11 - Cálculo do tempo de retorno sobre o investimento Hotel A em Guarujá

Economia parcial / mês	R\$ 61.285,40
Custos de Investimento	R\$ 1.400.000,00
ETA	R\$ 280.000,00
ETE	R\$ 840.000,00
Serviços e materiais	R\$ 280.000,00
Custo de operação	R\$ 22.500,00
Economia final / mês	R\$ 38.785,40
Tempo de retorno	36,10

Fonte: Autor

Gráfico 5 - Amortização do investimento Hotel A em Guarujá



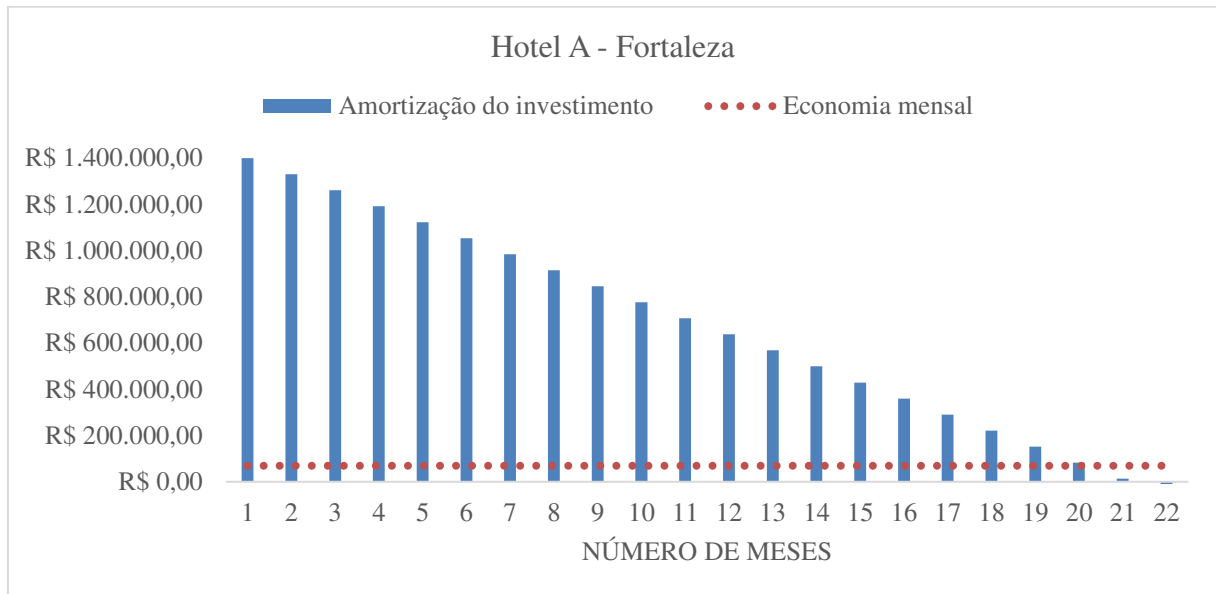
Fonte: Autor

Tabela 12 - Cálculo do tempo de retorno sobre o investimento Hotel A em Fortaleza

Economia parcial	R\$ 91.812,70
Custos de Investimento	R\$ 1.400.000,00
ETA	R\$ 280.000,00
ETE	R\$ 840.000,00
Serviços e materiais	R\$ 280.000,00
Custo de operação	R\$ 22.500,00
Economia final / mês	R\$ 831.752,40
Tempo de retorno	20,20

Fonte: Autor

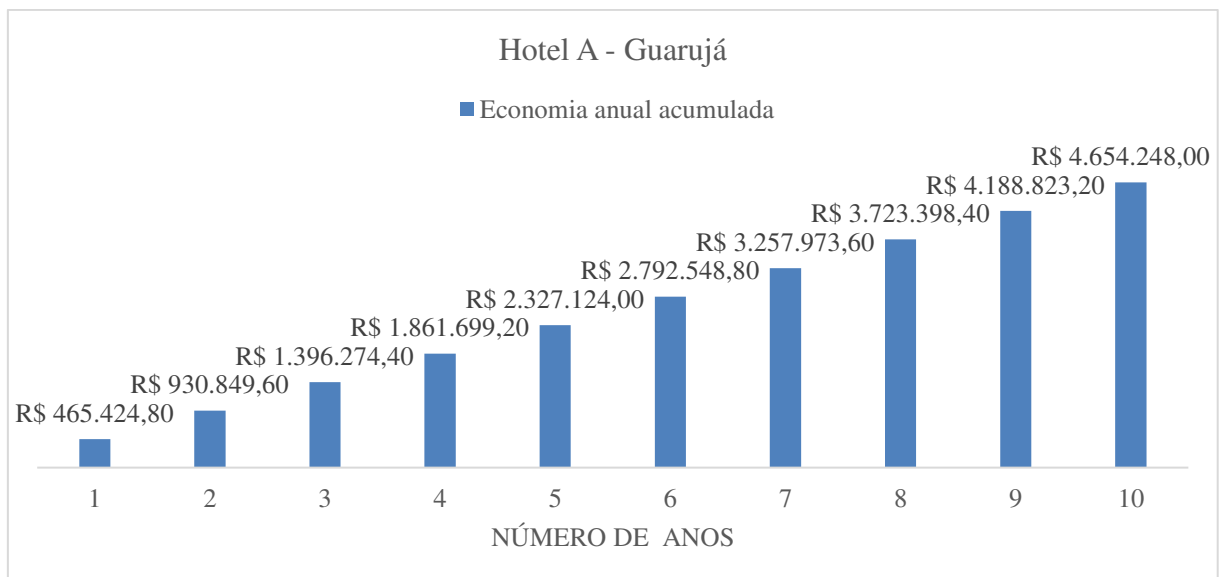
Gráfico 6 - Amortização do investimento Hotel A em Fortaleza



Fonte: Autor

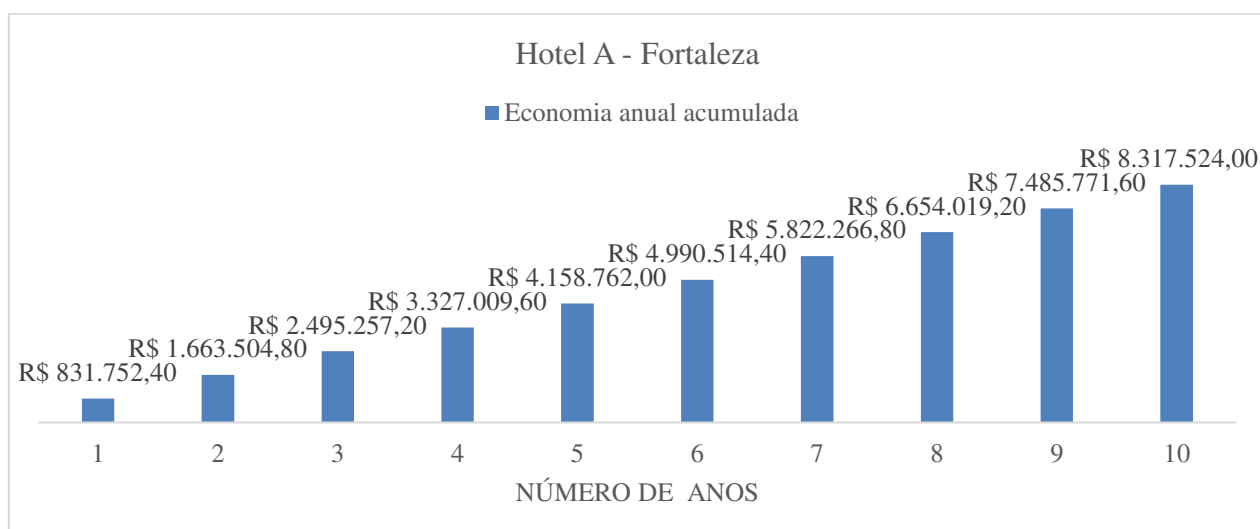
Com a adoção do sistema de reúso pelo hotel conseguiu-se uma economia no consumo de 39,7% em relação ao que seria consumido se não tivesse o sistema. Totalizando uma economia de 38690 m³ em um ano. Proporcionando, no caso em Guarujá e Fortaleza, respectivamente, uma quantia de R\$ 4.654.248,00 e R\$ 8.317.524,00 economizadas em dez anos após o retorno do investimento.

Gráfico 7 - Economia anual acumulada Hotel A em Guarujá



Fonte: Autor

Gráfico 8 - Economia anual acumulada Hotel A em Fortaleza



Fonte: Autor

4.2 Caso 2: Hotel B

No estudo de Caso 2, o Hotel B faz o reúso de um volume de 13,3 m³/dia, totalizando 399 m³/mês, ou seja, economiza mensalmente a quantia de R\$ 8.017,59 em Macaé, e aplicando em Fortaleza de R\$ 11.052,46.

Tabela 13 - Cálculo da economia parcial mensal Hotel B em Macaé

CASO 2: HOTEL B (MACAÉ) Volume de reúso = 399 m ³ /mês						
Categoria	Faixa de Consumo (m ³)	Volume (m ³)	Tarifa R\$/m ³	Volume (m ³)	Tarifa Esgoto (R\$/m ³)	Total (R\$)
Comercial	0-20	20,00	6,08	20,00	4,87	219,00
	20-30	10,00	10,72	10,00	8,57	192,92
	>30	369,00	11,45	369,00	9,16	7605,67
						8017,59

Fonte: Autor

Tabela 14 - Cálculo da economia parcial mensal Hotel B em Fortaleza

CASO 2: HOTEL B (FORTALEZA) Volume de reúso = 399 m ³ /mês						
Categoria	Faixa de Consumo (m ³)	Volume (m ³)	Tarifa Água (R\$/m ³)	Volume (m ³)	Tarifa Esgoto (R\$/m ³)	Total (R\$)
Comercial II	0 a 50	50	8,72	50	9,63	917,50
Demanda mínima de 10m ³ água e 8m ³ esgoto	> 50	349	13,83	349	15,21	10134,96
						11052,46

Fonte: Autor

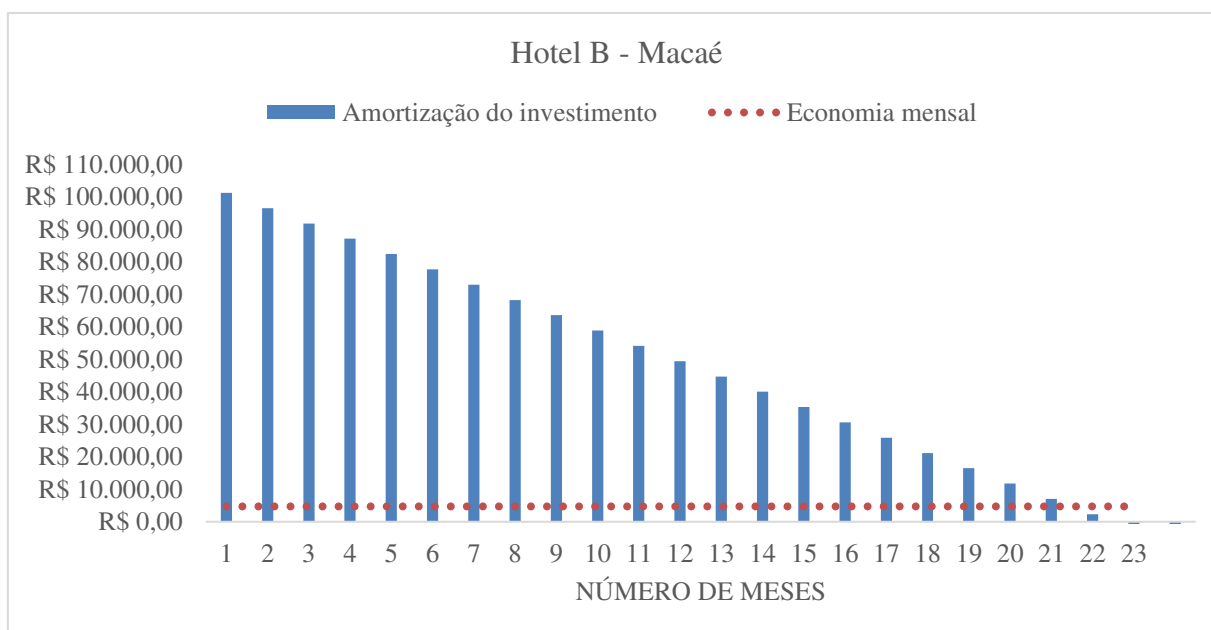
Os custos de investimento foram de R\$ 101.264,65 para aplicação em Macaé, e de R\$ 103.781,79 em Fortaleza. Nesses valores estão computados os custos relativos à estação de tratamento compacta de 800 l/h, ao transporte do equipamento, à adequação do espaço, à montagem do equipamento e dos conjuntos motor bomba para recalque, serviços e materiais hidráulicos. Tendo um custo mensal de operação de R\$ 3.306,43. Recorda-se que os custos foram majorados em 30%, em virtude da existência de outros inerentes mas que não foram computados, como impostos, encargos sociais e serviços. Dessa forma, abatendo o custo de operação mensal obtêm-se uma economia final por mês, têm-se que o tempo de retorno sobre o investimento seria de, aproximadamente, 22 meses para o investimento feito em Macaé e 14 meses para Fortaleza. Volta-se salientar que os custos de implantação em Fortaleza seriam diferentes, em relação à mão de obra, aos materiais e serviços, o que poderiam tornar os valores para retorno do investimento semelhantes.

Tabela 15 - Cálculo do tempo de retorno sobre o investimento Hotel B em Macaé

Custos de Investimento	R\$ 101.264,65
Estação de tratamento	R\$ 48.000,00
Transporte*	R\$ 10.412,12
Adequação do espaço	R\$ 2.049,37
Montagem	R\$ 4.902,54
Reserv + Bomba + Tub.	R\$ 12.531,86
Custo de operação	R\$ 3.306,43
Economia final / mês	R\$ 4.711,16
Tempo de retorno	21,49

Fonte: Autor

Gráfico 9 - Amortização do investimento Hotel B em Macaé



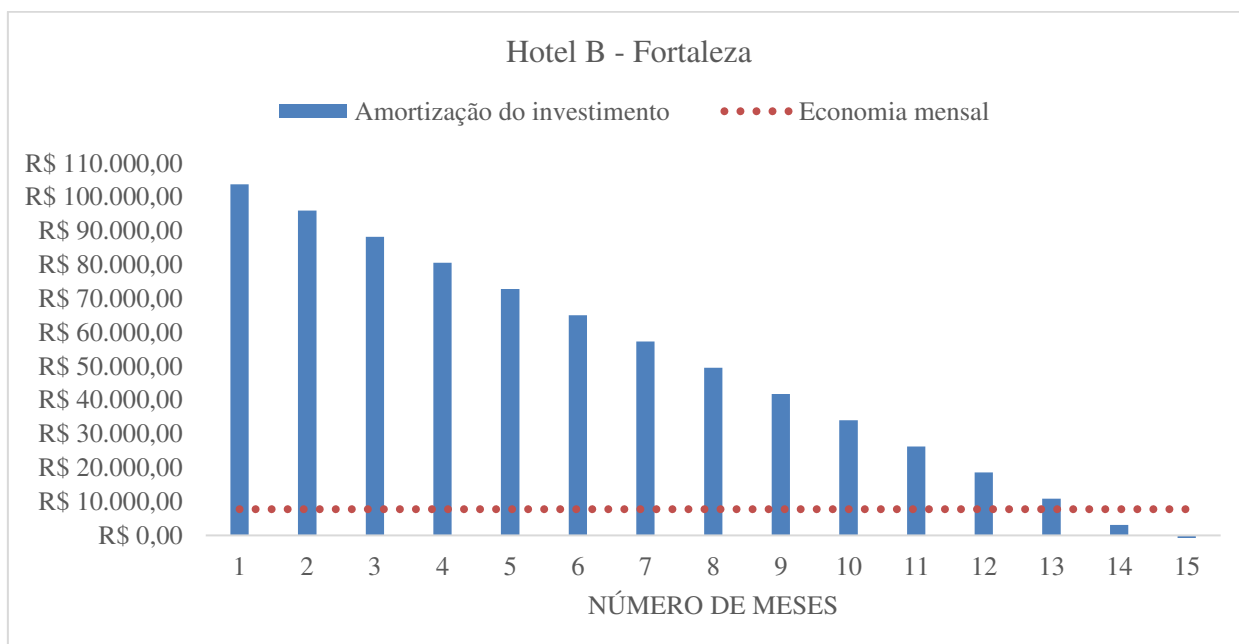
Fonte: Autor

Tabela 16 - Cálculo do tempo de retorno sobre o investimento Hotel B em Fortaleza

Economia parcial / mês	R\$ 11.052,46
Custos de Investimento	R\$ 103.781,79
Estação de tratamento	R\$ 48.000,00
Transporte*	R\$ 12.348,38
Adequação do espaço	R\$ 2.049,37
Montagem	R\$ 4.902,54
Reserv + Bomba + Tub.	R\$ 12.531,86
Custo de operação	R\$ 3.306,43
Economia final / mês	R\$ 7.746,03
Tempo de retorno	13,40

Fonte: Autor

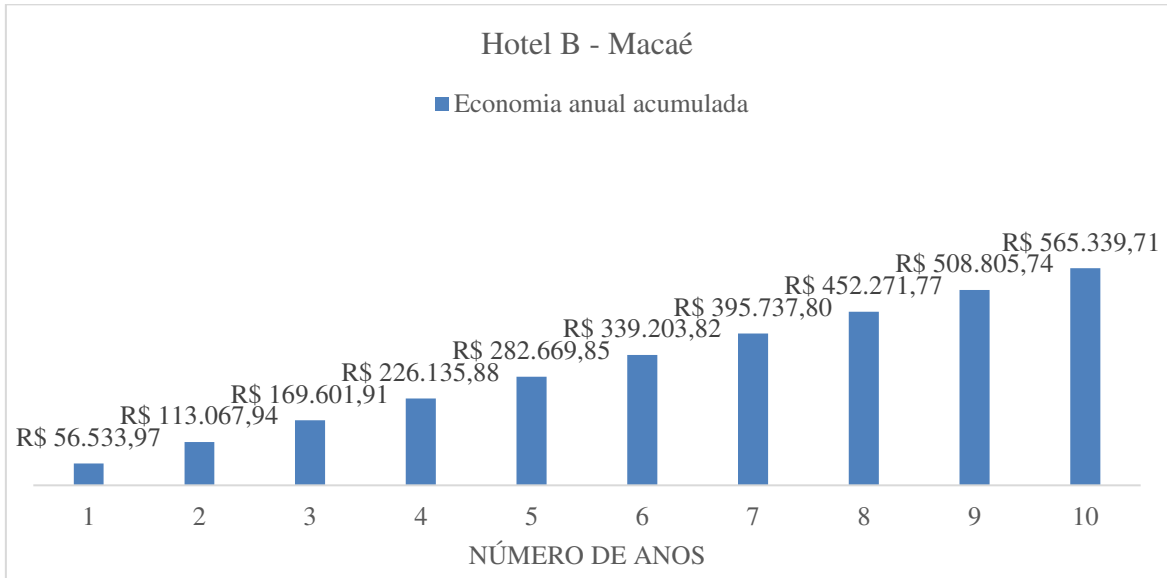
Gráfico 10 - Amortização do investimento Hotel B em Fortaleza



Fonte: Autor

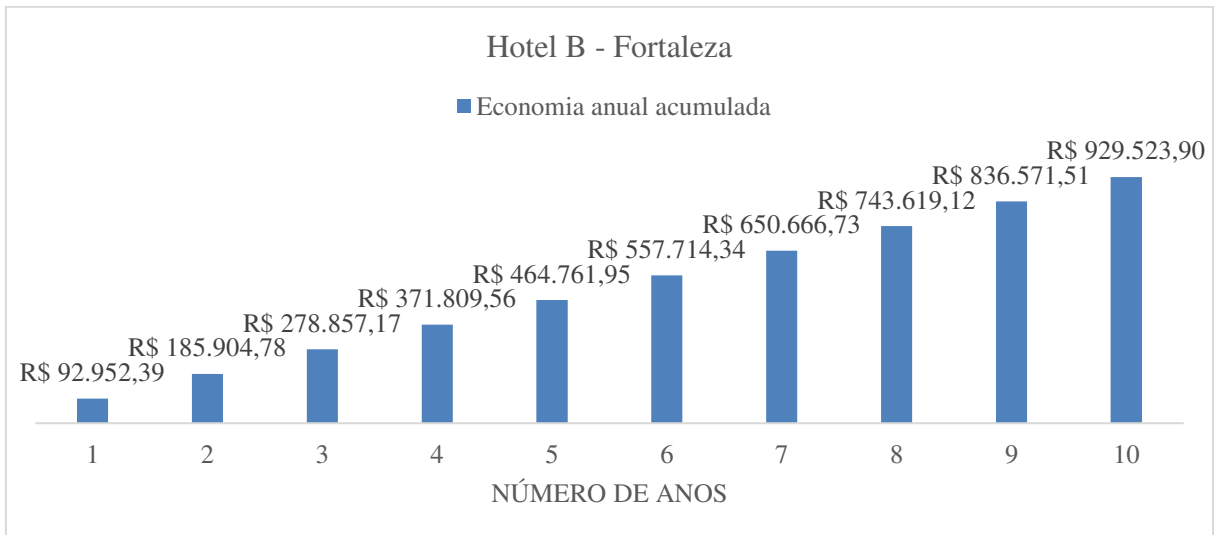
Com a adoção do sistema de reúso pelo hotel conseguiu-se uma economia no consumo de 30,23% em relação ao que seria consumido se não tivesse o sistema. Totalizando uma economia de 4854,50 m³ em um ano. Proporcionando, em Macaé e Fortaleza, respectivamente, uma quantia de R\$ 565.339,71 e R\$ 929.523,90 economizadas em dez anos após o retorno do investimento.

Gráfico 11 - Economia anual acumulada Hotel B em Macaé



Fonte: Autor

Gráfico 12 - Economia anual acumulada Hotel B em Fortaleza



Fonte: Autor

5. CONCLUSÃO

No estudo de viabilidade financeira foram avaliados o custo e a estimativa do período de retorno do investimento necessário para a implantação de um sistema de reúso de água cinza para duas tipologias de hotéis, através de estudos de caso, obtendo os dados de fluxo populacional, volumes de oferta e demanda de água cinza.

Cabe recordar que os custos para o estudo econômicos aqui apresentados, foram obtidos através de planilhas de custos de insumos e cotação de preço de mercado, a qual foi possível com a colaboração do departamento de manutenção do Hotel A, da fornecedora de equipamentos para tratamento de efluentes e da transportadora. O que mostra a interação positiva entre empresas e a academia, possibilitando o desenvolvimento de trabalhos científicos.

Nos dois casos, os resultados indicam economias significativas dos sistemas com reúso de água cinza em termos de redução acentuada do consumo mensal. No Hotel A, com a adoção do sistema de reúso conseguiu-se uma economia no consumo de 39,7% em relação ao que seria consumido se não tivesse o sistema. Totalizando uma economia de 38690 m³ em um ano. No Hotel B, conseguiu-se uma economia no consumo de 30,23%, totalizando uma economia de 4854,50 m³ em um ano.

O retorno do investimento, para o primeiro caso, foi de aproximadamente de 37 meses, na situação original e de 21 meses, aplicando o estudo em Fortaleza. Essa diferença existe devido à tarifa cobrada no Ceará ser mais onerosa do que cobrada em São Paulo, o que reduz o tempo de amortização do investimento. Para o segundo caso, obteve-se um tempo de retorno de cerca de 22 meses para o estudo em Macaé e de 14 meses transpondo o investimento para Fortaleza. Novamente, o maior valor da tarifa do Ceará reduziu o período de retorno do investimento.

Tendo em vista isso, conclui-se que recondicionar águas cinzas para utilização em descargas sanitárias é tecnicamente possível e relativamente simples. Todavia, deve-se analisar o custo-benefício para a edificação, levando em conta a singularidade do seu uso e consumo de água.

Por fim, reitera-se que, apesar de haver pouca legislação e normatização específica para sistemas de reúso, trabalhos como este, contribuem para a promoção de investimento e mudança de mentalidade por parte de usuários, gestores e incorporadores sobre atitudes mais sustentáveis quanto ao reúso de água em edificações. O reúso corrobora para a preservação dos mananciais hídricos, garantindo o abastecimento e minimizando impactos para as futuras gerações, além de proporcionar retorno financeiro.

5.1 Recomendações

Com isso, recomenda-se para trabalhos futuros, o estudo de caso em outras e/ou nas mesmas tipologias de hotéis estudadas, de preferência no estado do Ceará em virtude das características hidrológicas do estado, a fim de se confrontar e produzir mais dados acerca do assunto. Nesses estudos pode-se tentar mensurar mais detalhadamente os demais custos envolvidos nesse tipo de investimento, conseguindo isso, através do contato com algum empreendimento que possua um sistema de reúso no estado.

Além disso, agregaria ao estudo de sistemas de reúso, um estudo de caso, da viabilidade financeira em hotéis, ou em edificações residenciais, que não possuem metodologias de reúso, pois estas necessitariam de adaptação para a construção do sistema, o que geraria mais custos, podendo aumentar o período de retorno do investimento.

6. REFERÊNCIAS

ABNT, NBR 13.969: **Tanques sépticos – Unidade de tratamento complementar disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Norma Técnica Brasileira, Rio de Janeiro, 1997

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO CEARÁ. **Cenário atual dos recursos hídricos do Ceará**. Fortaleza: INESP, 2008.

BAZZARELLA, B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. Vitória, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas; FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo: Prol, 2005

CAGECE, Companhia de Água e Esgoto do Ceará, Disponível em: https://www.cagece.com.br/atendimentovirtual/faces/publico/home.xhtml?page=estrutura_tarifaria. Acessado em Maio de 2018.

CHRISTOVA-BOAL, D.; EDEN, R. E.; MACFARLANE, S. **An investigation into greywater reuse for urban residential properties**, 1996.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações**, 2008.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, Disponível: http://www.funceme.br/produtos/script/acudes_e_rios/Boletim_diario_nivel_acudes/. Acessado em Outubro de 2017.

GONÇALVES, R. F. **Plano de integração – Rede 5. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico**, 2006.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, Disponível: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/142.htm>. Acessado em Setembro de 2017.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. DOS. **Reúso de água**, 2003.

PEIXOTO, W. **Avaliação da viabilidade econômica do reúso de águas cinzas em edificações domiciliares**. Feira de Santana, 2008.

SEINFRA, Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará. Disponível: <http://www.seinfra.ce.gov.br/tabela-de-custos/>. Acessado em Maio de 2018.

SUDENE, D. **Plano de aproveitamento integrado dos recursos hídricos do Nordeste**. Recife, 1980.

