


unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

LEONARDO COELHO

Estudos de sistemas sustentáveis aplicados a um condomínio

Guaratinguetá - SP
2016

Leonardo Coelho

Estudos de sistemas sustentáveis aplicados a um condomínio

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia civil.

Orientador : Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva

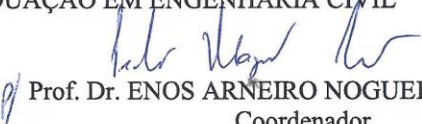
Guaratinguetá - SP
2016

C672e	<p>Coelho, Leonardo</p> <p>Estudos de sistemas sustentáveis aplicados a um condomínio / Leonardo Coelho – Guaratinguetá, 2016.</p> <p>40 f. : il.</p> <p>Bibliografia : f. 38-39-40</p> <p>Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva</p> <p>Coorientador: Prof. Dr. Paulo Valladares Soares</p> <p>1. Recursos naturais renováveis 2. Edifícios sustentáveis - Projetos e construção 3. Água – Reutilização 4. Energia - Fontes alternativas I. Título</p>
	CDU 504

LEONARDO COELHO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO
DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL


Prof. Dr. ENOS ARNEIRO NOGUEIRA DA SILVA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JOÃO UBIRATAN DE LIMA E SILVA
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. PAULO VALLADARES SOARES
UNESP-FEG


Prof. Dra. MÁRCIA REGINA DE FREITAS
UNESP-FEG

Novembro de 2016

Dedico este trabalho, de modo especial,
aos meus familiares e amigos que sempre
estiveram presentes durante essa etapa.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer minha família, que sempre me apoiou e incentivou a realizar meus sonhos e vencer todos os obstáculos durante a minha trajetória até aqui.

Aos meus amigos de infância, amigos da República Rei do Gado e aos amigos da República Cabaret, que sempre estiveram ao meu lado em todas as conquistas, dividindo momentos inesquecíveis.

À gestão dos anos de 2013 e 2014 da “Associação Atlética Acadêmica Tânia Cristina Arantes Macedo de Azevedo” por ter me proporcionado grandes ensinamentos de trabalho em equipe.

Aos meus Professores que me ensinaram e que me transformaram em um jovem profissional capaz de ir em frente e realizar os sonhos como Engenheiro.

Ao meu orientador, *Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva*, que jamais deixou de me incentivar. Sem a sua orientação, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível.

Aos funcionários da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá pela dedicação e alegria no atendimento, mostrando-se sempre à disposição para ajudar.

“Por sabedoria entendo a arte de tornar
a vida mais agradável e feliz possível”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

O trabalho apresentado a seguir trata de um tema relevante e atual que é a utilização de sistemas sustentáveis, capazes de reutilizar recursos naturais e produzir energia, aplicados em edificações. Foi estudado sistema de captação de água pluvial para reutilização de água, sistema compacto de tratamento de esgoto visando reutilizar a água tratada, sistema de geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos e sistema de geração de energia térmica através de painéis de aquecedores solar. Para todos os sistemas, foram analisadas as possíveis vantagens e desvantagens e a viabilidade para a aplicação em um condomínio. O estudo foi feito para um projeto de condomínio residencial vertical que poderá ser implantado na cidade de Guaratinguetá, SP. Sendo assim, todas as informações necessárias, em relação à precipitação de chuva, índice de radiação solar, tarifas de água, tarifas de esgoto e de energia elétrica, foram utilizadas de estudos feitos em Guaratinguetá, SP.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos naturais. Sistema de captação de água pluvial. Sistema compacto de tratamento de esgoto. Sistema de geração de energia elétrica. Sistema de geração de energia térmica.

ABSTRACT

The following document presents the relevant and current problem of utilizing sustainable system, capable of reusing natural resources and producing energy, applied to constructions. Pluvial water capture systems for reusing water, compact sewer treatment systems for reuse of the clean water, electrical power generating systems through photovoltaic panels and thermal power generation through solar heaters were studied. For all systems, pros and cons were analyzed, as well as their potential applicabilities in condominiums. The study was conducted for a vertical residential condominium project, which could be implemented in the city of Guaratinguetá, SP. As such, all data pertaining precipitation, solar radiation levels, tariffs for water, energy, and sewers were collected from studies in Guaratinguetá, SP.

KEYWORDS: Natural Resources. Pluvial water capture system. Compact sewer treatment system. Electrical power generating system. Thermal power generation system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Terreno onde poderá ser implantado o condomínio.....	14
Figura 2 – Vista lateral da área.....	15
Figura 3 – Planta baixa do pavimento tipo.....	15
Figura 4 – Vista 3D do condomínio.....	16
Figura 5 – Sistema de aproveitamento de água pluvial.....	17
Figura 6 – Distribuição do consumo de água nas residências brasileiras.....	18
Figura 7 – ETE compacta da Mizumo, linha Business.....	21
Figura 8 – Sistema de geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos.....	23
Figura 9 – Sistema de geração de energia térmica através da energia solar.....	24
Figura 10 – Área destinada à captação de água pluvial na cor azul claro.....	27
Figura 11 – Infográfico da distribuição das tarifas ao longo do dia.....	31
Figura 12 – Área destinada para a implantação do sistema de energia solar fotovoltaica.....	32
Figura 13 – Custo estimado da implantação de um sistema fotovoltaico no Brasil.....	33
Figura 14 – Distribuição do consumo médio residencial entre os aparelhos elétricos.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa de população em edifícios	19
Tabela 2 – Estimativa do consumo de água por pessoa, por dia	19
Tabela 3 – Distribuição média de precipitações de chuva em Guaratinguetá – SP.....	26
Tabela 4 – Tarifas de água e esgoto cobradas pela SAEG	27
Tabela 5 – Média de irradiação solar ao longo do ano na cidade de Lorena-SP.....	29
Tabela 6 – Distribuição das tarifas cobradas em Guaratinguetá	30
Tabela 7 – Estimativa do consumo diário de água quente.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO	13
3	METODOLOGIA	14
3.1	OBJETO DE ESTUDO	14
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
4.1	CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL.....	17
4.2	ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ESGOTO	20
4.3	PAINEL FOTOVOLTAICO	22
4.4	PAINEL DE AQUECEDOR SOLAR.....	24
5	DESENVOLVIMENTO	26
5.1	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL.....	26
5.2	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA UM SISTEMA COMPACTO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	28
5.3	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA UM SISTEMA FOTOVOLTAICO	29
5.4	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA UM SISTEMA DE AQUECEDOR SOLAR	33
6	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a população mundial passa por uma constante mudança, em relação a práticas e comportamentos passados, devido à falta de recursos naturais. Práticas que no passado eram viáveis, hoje não mais. Comportamentos que antes eram aceitos, hoje são rejeitados. Todo esse pensamento está voltado para que, de alguma forma, gerações futuras e até mesmo atuais não passem necessidade de bens naturais, como a água.

Diante dessa situação, muito se ouve sobre a utilização de recursos alternativos, recicláveis e limpos, e reutilização dos bens naturais. A construção civil tem uma parcela considerável em relação aos desperdícios, resultado de práticas e técnicas ultrapassadas.

LEITE (1997) estima que a construção e a manutenção em edifícios consumam 40% da energia produzida mundialmente.

Por existir essa necessidade de, alguma forma, suprir esses desperdícios gerados, além de haver uma atualização nas técnicas construtivas, estudos estão sendo realizados para o surgimento de edificações inteligentes, que são autossustentáveis.

Algumas práticas como reutilização de água pluvial e aquecimento da água do banho, ganharam muito espaço no mercado devido ao baixo custo de implantação e por ter um retorno significativo. Já outras práticas como reutilização de água tratada do esgoto e geração de energia elétrica através da energia solar, ainda estão em processo de aceitação devido ao alto custo de implantação.

Com base nessas informações, esse trabalho consiste na implantação de um condomínio residencial sustentável, descrevendo algumas práticas que vem sendo bastante utilizadas e apresentando os benefícios dessa utilização.

Dentro das práticas sustentáveis aplicadas na construção civil, este trabalho destaca;

- Captação e reutilização de água pluvial
- Estação compacta de tratamento de esgoto
- Painel fotovoltaico
- Painel de aquecedor solar

A captação de água pluvial é considerada uma das melhores e mais eficazes alternativas quando o assunto é economizar água. É uma prática inteligente, de baixo investimento, com um funcionamento simples. O sistema é constituído de calhas, filtros, canos PVC e cisternas. (TOMAZ, 2009)

O tratamento do efluente sanitário para reutilização de água não potável, é mais uma prática que vem sendo bastante utilizada e estudada. A estação compacta de tratamento de esgoto é um sistema semelhante às ETEs (Estação de Tratamento de Esgoto) convencionais em relação aos processos, com a vantagem de ocupar uma área relativamente menor, ideal para condomínios residenciais. (RIBEIRO, 2016).

Duas maneiras simples para aproveitar a energia solar é a utilização de painéis fotovoltaicos e de aquecedores solar. O primeiro capta a radiação solar e, por meio de materiais semicondutores, transforma a radiação em energia elétrica. Já o painel de aquecedor solar, consiste no aquecimento da água pela radiação solar para aquecer a água do banho, por exemplo.

2 OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo avaliar as vantagens e desvantagens da instalação de sistemas sustentáveis aplicados em edificações, em destaque, para um condomínio classe média projetado para ser implantado na periferia da cidade de Guaratinguetá – SP, bem como avaliar a viabilidade econômica da instalação desses sistemas.

3 METODOLOGIA

Para a realização desse trabalho, foi elaborado um projeto de condomínio residencial na cidade de Guaratinguetá – SP. O projeto é constituído de dois prédios de cinco andares, com quatro apartamentos por andar.

O método utilizado para a implantação dos sistemas sustentáveis envolve variáveis do tipo precipitação, área de captação, área de ocupação, número de ocupantes, demanda de água, demanda de energia elétrica, entre outros.

3.1 OBJETO DE ESTUDO

O local escolhido para a implantação de um condomínio residencial fica na periferia de Guaratinguetá – SP, na Avenida Padroeira do Brasil, entre Guaratinguetá e Aparecida. É um bairro de classe média que fica ao lado da Rodovia Presidente Dutra. A área é equivalente a 2066m², como mostra a Figura 1 apresentada a seguir.

Figura 1: Terreno onde poderá ser implantado o condomínio



Fonte: Google Maps, 2016.

A Figura 2 demonstra o fácil acesso e um pouco sobre a região. Observa-se que é uma região onde existem condomínios residenciais do mesmo padrão a ser implantado.

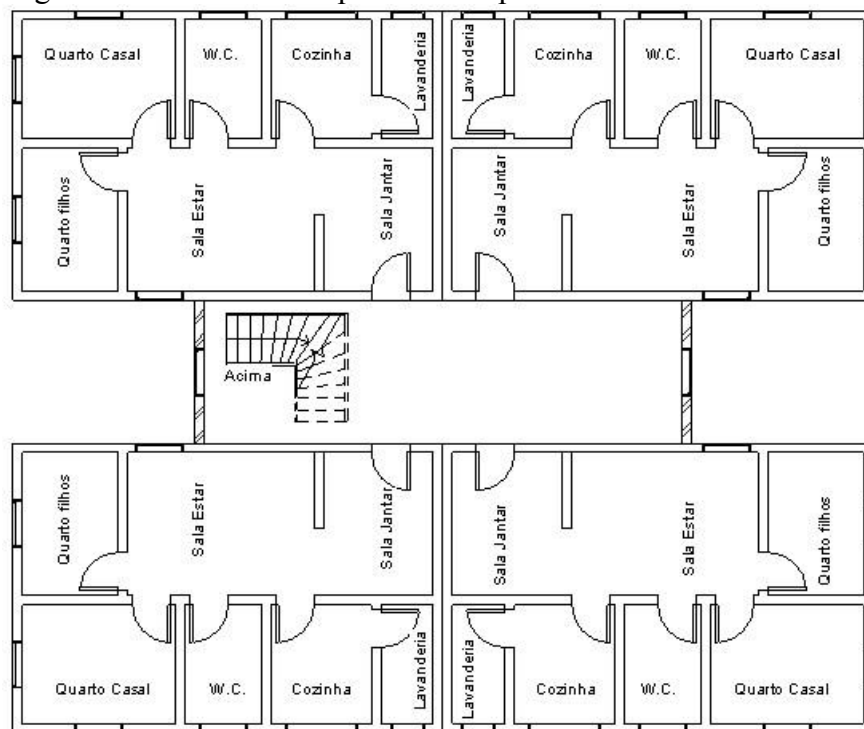
Figura 2: Vista lateral da área



Fonte: Google Maps, 2016.

Com base na localidade, a ideia é implantar um condomínio classe média, com duas torres de cinco andares cada, com quatro apartamentos de 55m² por andar. Os apartamentos possuem dois quartos, um banheiro, uma sala de estar, uma cozinha, uma lavanderia e uma sala de jantar. Segue a planta baixa com as disposições gerais:

Figura 3: Planta baixa do pavimento tipo

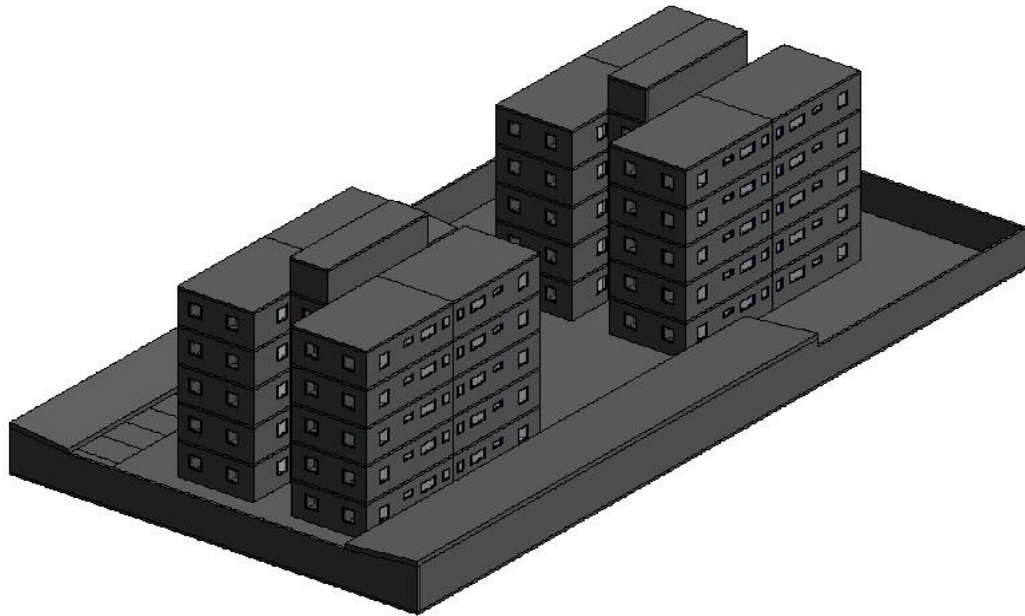


Fonte: Autor.

A área total do pavimento tipo, correspondida pelos quatro apartamentos mais o hall de acesso, é equivalente à 251m^2 .

O condomínio terá quarenta apartamentos, sendo vinte apartamentos por torre. Todos os apartamentos possuem com uma vaga em garagem coberta. Segue o esboço em 3D de como ficará o condomínio.

Figura 4: Vista 3D do condomínio



Fonte: Autor.

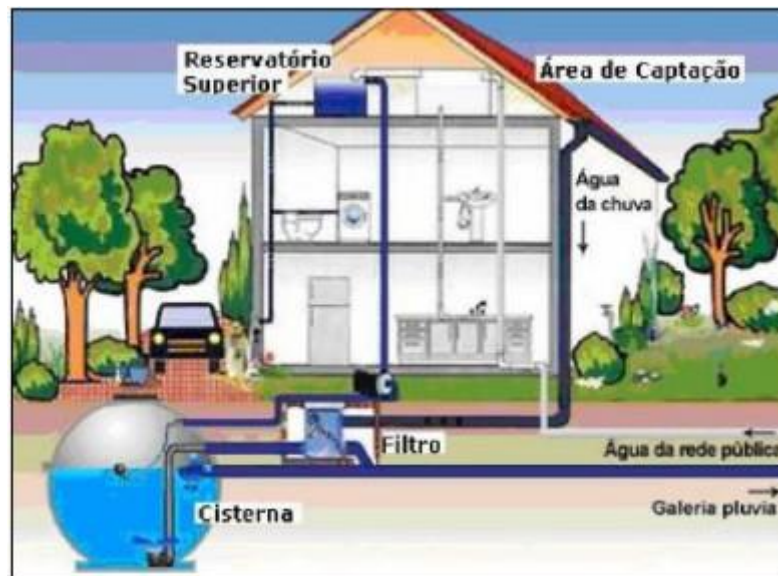
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 CAPITAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

O sistema de captação de água pluvial para fins de reutilização é uma prática simples que requer um baixo investimento. Basicamente, o sistema necessita de calhas, condutores, filtros e cisternas. (TOMAZ, 2009).

A água incide sobre o telhado da edificação e é direcionada até as calhas, ou pontos de captação. A partir daí, a água passa por um filtro que elimina as impurezas, como folhas ou pedaços de galhos, e através de tubulações, segue até uma cisterna. Um freio de água impede que a entrada de água na cisterna agite o seu conteúdo e suspenda partículas sólidas depositadas no fundo.

Figura 5: Sistema de aproveitamento de água pluvial



Fonte: BELLA CALHA citado por Marinoski (2007).

Na maioria dos casos, as cisternas são enterradas para evitar contato com a luz solar e, por conseguinte, a proliferação de micro-organismos. (TOMAZ, 2009).

A água armazenada não é potável, pois pode conter partículas de poeira, fuligem e outros, e por isso não é adequada para uso humano. É indicada para situações do cotidiano, como lavar roupas, aguar o jardim e até mesmo para a descarga no vaso sanitário. (MAY, 2009).

A implantação desse sistema gera benefícios para o usuário e também para o planeta, uma vez que é um sistema limpo e sustentável de reaproveitamento de recursos naturais. Ligado a isso, o sistema também apresenta desvantagens. Segundo Plínio Tomaz (2009), as principais vantagens e desvantagens são:

Vantagens:

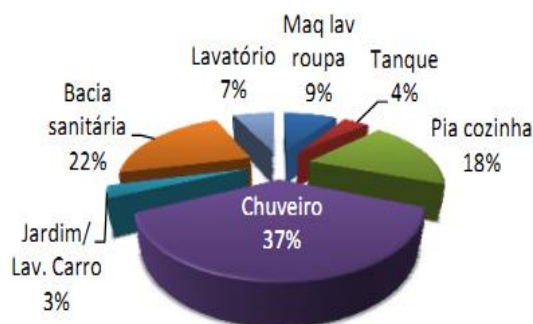
- Redução do consumo de água da rede pública, evitando utilizar água potável onde esta não é necessária, como descarga de privadas, lavar calçada, entre outros.
- Ajuda a conter enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para rios e galerias.
- Encoraja a conservação da água, conscientizando a população.

Desvantagens:

- Variação da intensidade pluviométrica, ou seja, se não chover não há água para abastecer o sistema.
- Com a utilização intensiva da água de chuva, poderá haver um reajuste nas tarifas de água tratada devido à diminuição do seu consumo.
- Falta de normatização e informações no código de obras.

Realizando um estudo de consumo de água em uma residência familiar, observa-se a seguinte distribuição (Figura 6):

Figura 6: Distribuição do consumo de água nas residências brasileiras



Fonte: Adaptado de HAFNER, 2007.

Analisando essa distribuição, a água para o jardim, bacia sanitária, máquina de lavar roupa e tanque, compõem cerca de 40% de toda a água utilizada em uma residência familiar e podem ser de origem não potável, ou seja, pode ser suprida a partir da reutilização de água pluvial.

Com base nas estimativas feitas pela ABNT NBR 5626 (NB – 92), pode-se fazer um levantamento quantitativo do consumo de água em uma residência familiar.

Tabela 1: Estimativa de população em edifícios

Estimativa de população em edifícios NBR 5626 (NB – 92)	
Edifício	Taxa de ocupação
Residências / Apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	Uma pessoa por 5,00 m ² de área
Escritórios	Uma pessoa por 6,00 m ² de área
Lojas – pavimento térreo	Uma pessoa por 2,50 m ² de área
Lojas – pavimento superior	Uma pessoa por 5,00 m ² de área
Museus e Bibliotecas	Uma pessoa por 5,50 m ² de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,40 m ² de área
Salas de Operações (hospital)	Oito pessoas
Teatro, cinemas e auditórios	Uma cadeira para cada 0,70 m ² de área

Fonte: NBR 5626 (NB – 92) 1998.

Tabela 2: Estimativa do consumo de água por pessoa, por dia

Estimativa de consumo predial NBR 5626 (NB – 92)	
Edifício	Consumo (Litros/Dia)
Alojamentos provisórios	80 per capita
Casas populares ou rurais	120 per capita
Residências	150 per capita
Apartamentos	200 per capita
Hotéis (sem cozinhas e sem lavanderias)	120 per capita
Hospitais	250 per capita
Escolas (internatos)	150 per capita
Escolas (semi-internatos)	120 per capita
Escolas (externatos)	50 per capita
Quartéis	150 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escritórios	50 per capita
Cinema e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	23 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderia	30 por quilo de roupa
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros (animais de grande porte)	300 cabeças/abate
Matadouros (animais de pequeno porte)	150 cabeças/abate
Fábricas (uso pessoal)	70 por operário
Postos de serviço para automóveis	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 m ²
Orfanatos, azilos, berçários	150 per capita
Ambulatórios	25 per capita
Creches	50 per capita
Oficinas de costura	50 per capita

Fonte: NBR 5626 (NB – 92) 1998.

Dessa maneira:

- Pela tabela 1 a taxa de ocupação é de duas pessoas por dormitório referente a Residências / Apartamentos, totalizando quatro pessoas.
- Pela tabela 2, o consumo diário de água por pessoa em um apartamento fica em torno de 200 litros, totalizando um consumo de 800 litros por apartamento em um dia.
- O projeto apresentado (Figuras 3 e 4) possui quarenta apartamentos, ou seja, o consumo diário total fica em torno de 32.000 litros. Fazendo o levantamento mensal, considerando meses de trinta dias, esse consumo ficará em torno de 960.000 litros.

4.2 ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ESGOTO

O tratamento de efluentes sanitários é atualmente umas das exigências cobradas por órgãos ambientais em indústrias, sendo necessário o tratamento do esgoto antes do descarte na rede pública. É uma prática para evitar contaminação de rios e até mesmo do lençol freático. Visto que é uma medida ecologicamente correta, não demorará até ser obrigatório o tratamento do esgoto doméstico. Além disso, com algumas adaptações feitas no processo de tratamento dos efluentes, é possível reutilizar a água, antes contaminada, para fins não potáveis. (GIORDANO, 1999).

A estação compacta de tratamento de esgoto é uma alternativa prática para esse fim, com o diferencial de economizar espaço. É um sistema modular que utiliza tratamento biológico.

Vantagens:

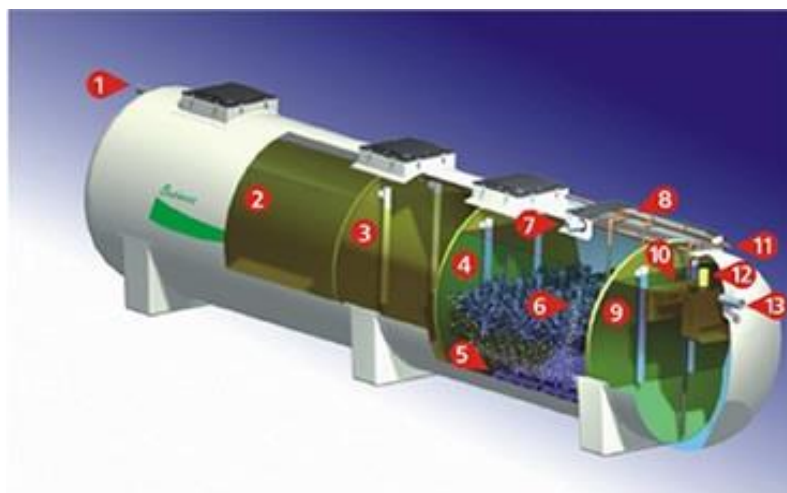
- Diminui a contaminação de rios e lençóis freáticos, uma vez que o efluente não é descartado com altos índices de contaminantes. (MAY, 2009).
- Reutilização da água para fins não potáveis após o tratamento do efluente, diminuindo gastos com tarifas. (TOMAZ, 2009).
- Necessidade de pouco espaço em comparação às estações convencionais. (RIBEIRO, 2016).
- Sistema automatizado não havendo necessidade de um operador em tempo integral para operá-la. (RIBEIRO, 2016).

Desvantagens segundo Metcalf e Eddy (2003):

- Necessidade de profissionais qualificados para realizar a manutenção e identificar alguns sinais que possam comprometer o funcionamento da ETE.
- Alto investimento para a implantação desse sistema.

O processo de tratamento é composto por reatores anaeróbicos, um filtro aeróbico e decantador. O sistema de desinfecção é feito através de pastilhas de cloro e a instalação do sistema pode ser feita tanto acima do nível do terreno quanto abaixo (enterrado). As etapas serão explicadas com maiores detalhes a seguir.

Figura 7: ETE compacta da MIZUMO, linha Business



Fonte: Mizumo (2016).

Na Figura 6 acima:

1. Entrada de esgoto
2. Etapa anaeróbica 1
3. Etapa anaeróbica 2
4. Etapa aeróbica
5. Difusor de ar
6. Anel *Pall*
7. Tubulação de biogás
8. Retorno de lodo (sistema *air lift*)
9. Decantação
10. Calha vertedora
11. Entrada de ar
12. Desinfecção

13. Saída do efluente tratado

A etapa anaeróbica é responsável por reduzir a quantidade de matéria orgânica presente no efluente sanitário através de micro-organismos que se proliferam em meios sem oxigênio (anaeróbico). Essas bactérias se alimentam do material presente no esgoto.

A etapa aeróbica é semelhante à anaeróbica, porém é desenvolvido em meios com a presença de oxigênio (aeróbico). A principal diferença entre os dois tratamentos é o produto gerado após a decomposição da matéria orgânica, sendo que na etapa anaeróbica há muita produção de gás carbônico, metano, água e biomassa. Já na etapa aeróbica, ocorre maior produção de biomassa e não ocorre produção de metano.

Os difusores de ar servem para abastecer de oxigênio a etapa aeróbica e o Anel *Pall* é necessário para permitir a passagem de gás e líquido para a etapa seguinte. O gás é direcionado para a tubulação de biogás. Trata-se de um filtro de carvão ativado onde ocorre a adsorção e consequente redução de gases odoríferos. O líquido é direcionado até o sistema *Air Lift*. Nesse processo ocorre injeção de gás no líquido, formando uma fase “líquida-ar” com densidade menor que a água, provocando a elevação do mesmo.

A etapa de decantação é responsável por separar o líquido do sólido em estado de repouso. A calha vertedora garante a passagem do líquido extravasado de uma maneira segura e calma para a próxima etapa, onde ocorrerá a desinfecção química através de pastilhas de cloro. Após o tratamento com as pastilhas de cloro, a água está pronta para ser reutilizada.

Segundo Jaqueline Cardoso Ribeiro (2016), um sistema compacto de tratamento de esgoto possui vida útil longo.

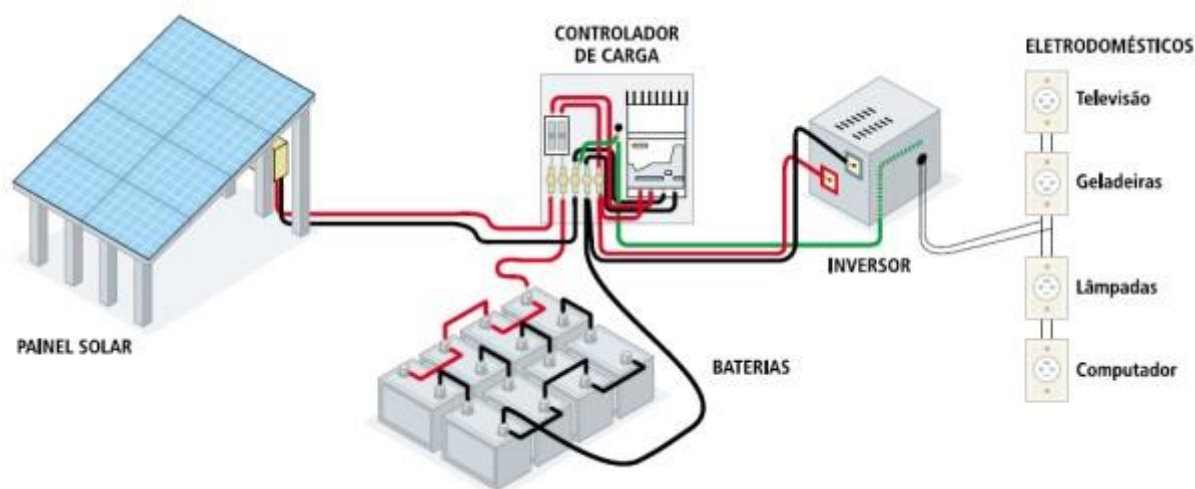
4.3 PAINEL FOTOVOLTAICO

A energia solar fotovoltaica é uma maneira de transformar radiação solar em energia elétrica. Requer a instalação de painéis fotovoltaicos em locais com bastante incidência de luz solar, por isso muito comumente utilizado em telhados de residências e prédios. (LILLO BRAVO, 2004).

Os painéis possuem um vidro temperado de 3,2mm que são resistentes a chuvas de granizo. As células fotovoltaicas são produzidas a partir de cristais de minerais como o silício. (CUCCHIELLA; D’ADAMO, 2012).

A funcionalidade do sistema de geração de energia solar fotovoltaica em energia elétrica é ilustrada pela imagem que segue abaixo.

Figura 8: Sistema de geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos



Fonte: Atlas de Energia Elétrica do Brasil da ANEEL (2005).

Segundo Knier (2002) o sistema apresentado pela Figura 7 funciona da seguinte maneira:

1. Os painéis solares reagem com a radiação solar e produzem energia elétrica. A reação ocorre em nível atômico com ajuda de materiais capazes de absorver elementos da radiação solar, fótons, e devolver energia elétrica, elétrons, chamado efeito fotovoltaico. Um material que possui essa característica é o mineral Silício, como apresentado anteriormente. A energia elétrica produzida pelos painéis é em corrente contínua. Todos os eletrodomésticos e aparelhos que dependem de energia elétrica só funcionam a partir de corrente alternada.
2. Para isso, o sistema possui um inversor de corrente. Esse dispositivo faz a alteração da corrente contínua para corrente alternada e assim, segue para o quadro de luz.
3. O quadro de luz é responsável por distribuir a energia elétrica que será utilizada na residência por aparelhos como TVs, geladeira, máquina de lavar e tudo que for alimentado por energia elétrica.
4. Se o consumo de energia for inferior ao que foi produzido, este excesso de eletricidade segue para a rede elétrica e vira “créditos de energia” para serem utilizados à noite e nos próximos meses. (CUCCHIELLA; D’ADAMO, 2012).

A energia solar fotovoltaica é uma maneira sustentável, renovável e limpa, de se obter energia elétrica e inerente a isso, possui vantagens e desvantagens. De acordo com América do Sol (2015) e Salamoni (2009) as principais vantagens e desvantagens são:

Como vantagens:

- O sol é uma fonte de energia inesgotável e por isso pode ser considerado uma fonte de energia alternativa interminável.
- As centrais de conversão de energia solar em energia elétrica exigem pouca manutenção e podem operar durante anos, havendo necessidade de algumas limpezas periódicas.
- A utilização desse sistema ajuda a reduzir os desperdícios de transmissão de energia ao longo da linha elétrica.

Como desvantagens:

- O custo de implantação desse sistema é elevado devido aos materiais de que é composto e pelo custo de instalação.
- A energia solar fotovoltaica não é produzida durante a noite, período que ocorre maior utilização de eletrodomésticos.

4.4 PAINEL DE AQUECEDOR SOLAR

O painel de aquecedor solar, como o próprio nome já diz, também é um sistema que capta energia solar com a diferença de não transformar a radiação em energia elétrica e sim, em energia térmica. É um sistema simples que aquece a água e a mantém aquecida em um reservatório térmico, conhecido como boiler. As principais utilidades da água aquecida são para abastecer chuveiros, torneiras e piscinas. É uma maneira simples de economizar energia elétrica, já que não será necessário consumir eletricidade para aquecer a água. O sistema basicamente é composto por coletores solares e reservatórios térmicos. (FANTINELLI, 2006).

Figura 9: Sistema de geração de energia térmica através da energia solar



Fonte: Desenvolvido por Leonardo Coelho adaptado internet.

O sistema é abastecido por um volume de água máximo que depende das dimensões do reservatório térmico. A água fica em um sistema fechado entre o reservatório e os coletores. Existem dois tipos de circulação de água, o termossifão e a circulação forçada.

A circulação por termossifão ocorre por efeito de convecção, induzida pela diferença de densidade entre a água quente e a fria. Para que esse fenômeno aconteça, é necessário que o reservatório térmico fique um nível acima dos coletores. Assim que os coletores recebem a incidência de radiação solar, a água que está dentro dos coletores começa a se aquecer provocando um movimento de água no circuito fechado. Dessa maneira, a água que está com a temperatura mais elevada segue para o reservatório térmico dando espaço para um volume de água com temperatura mais baixa, preenchendo os coletores. A circulação forçada é empregada para sistemas maiores, onde não há possibilidade do reservatório térmico ficar acima dos coletores e por isso, a circulação por termossifão não é o suficiente. O sistema utiliza bombas hidráulicas que são acionadas por diferenças de temperaturas entre o reservatório e os coletores. O bombeamento hidráulico força a passagem de água pelos coletores levando-a até o reservatório térmico. (BARNES et al, 2011).

O sistema de aquecimento solar possui muitos benefícios, principalmente por ser uma fonte de energia ecologicamente correta, ou seja, que não agride o meio ambiente. Ele também é vantajoso devido ao baixo custo de investimento, à necessidade de pouca manutenção, à durabilidade de aproximadamente vinte anos e por gerar energia através de uma fonte limpa e inesgotável. Essa tecnologia simples, apesar de ser muito eficaz, possui desvantagens. Nos dias em que o período de radiação solar é muito baixo ou quase inexistente, o sistema não consegue esquentar a água adequadamente sendo necessária alguma alternativa para esquentar a água do banho, por exemplo. (ANDERSON & AHMED,1995).

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

Para determinar a viabilidade econômica do projeto de instalação de um sistema de captação de água pluvial, deve-se conhecer o volume de água que pode ser economizado a partir da reutilização de água pluvial (fins não potáveis) e o custo da implantação de um sistema para este volume.

Como apresentado no subitem 4.1 acima, o consumo mensal em média fica em torno de 960.000 litros de água e apenas 40% desse consumo pode ser substituído pela reutilização de água de chuva, ou seja, 384.000 litros.

Para fins de dimensionamento do projeto de captação, é necessário saber a distribuição média de precipitação em Guaratinguetá.

Tabela 3: Distribuição média de precipitações de chuva em Guaratinguetá – SP

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CHUVA(mm)	209,0	187,0	195,1	72,5	48,0	30,9	25,3	29,7	55,8	117,4	142,2	199,1

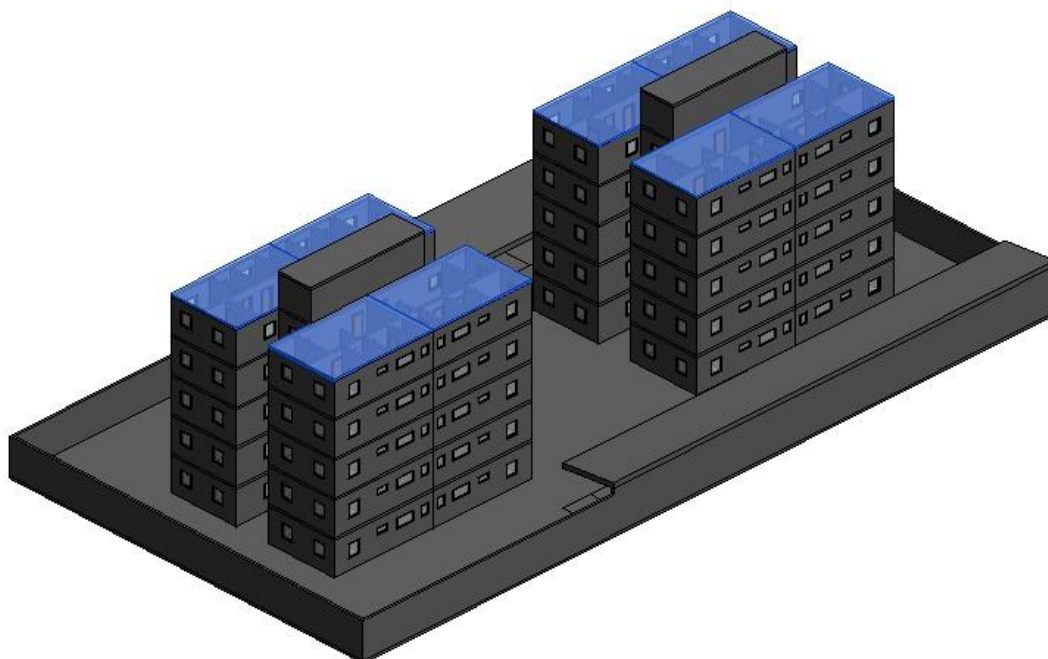
Total (mm)	1312
Min	25,3
Max	209

Fonte: CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (2016).

A precipitação medida em milímetros significa dizer que choveu “x” litros por metro quadrado. O dimensionamento será feito para a maior precipitação durante o ano, representado pelo mês de janeiro com uma precipitação média de 209mm, ou seja, uma precipitação de 209 litros por metro quadrado.

A área destinada para a captação de água pluvial do condomínio é equivalente à 440m², correspondida por toda a laje superior dos dois prédios, como mostra a Figura 9 abaixo:

Figura 10: Área destinada à captação de água pluvial na cor azul claro



Fonte: Autor.

Multiplicando a precipitação máxima pela área de implantação do sistema, obtém-se 91.960 litros ou 91,96m³ mensais. Para determinar o volume que deverá ser armazenado pelo sistema durante o ano, basta multiplicar o valor encontrado anteriormente pelos números de meses. A fim de determinar o valor mais próximo do real, serão desconsiderados os seis meses de menor precipitação. Dessa maneira, o sistema fornecerá aproximadamente 552m³ durante o ano.

Agora, será necessário saber as tarifas de água e esgoto da região para determinar o valor que poderá ser economizado. A empresa responsável pelo serviço de água e esgoto de Guaratinguetá é a “Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá” (SAEG).

Tabela 4: Tarifas de água e esgoto cobradas pela SAEG

Consumo	Água	Esgoto
0 a 10m ³	15,077	12,062
11 a 20m ³	2,067	1,654
21 a 50m ³	3,467	2,773
51 a 500m ³	5,673	4,539
Acima de 501m ³	Grande Consumidor	

Fonte: SAEG (2016).

Como base nesses valores e no volume pluvial armazenado, as tarifas de água e esgoto totalizam em média R\$ 11,00/m³ aproximadamente. Multiplicando a precipitação média anual pela tarifa, encontra-se o valor que poderá ser economizado. A economia anual será algo em torno de R\$6.072,00.

Com base nessas informações, define-se o custo de implantação de um sistema capaz de armazenar o volume estimado para determinar a viabilidade do projeto.

Segundo Plínio Tomaz (2009), o custo de implantação de um sistema de captação de água pluvial para a reutilização varia, em média, de US\$150,00 a US\$200,00 por metro cúbico de água armazenada. Para ser mais conservador, será utilizado US\$200,00/m³. Tomando o dólar a R\$3,20 (outubro/2016), o custo de implantação desse sistema é de aproximadamente R\$59.000,00.

Dessa maneira, pode-se calcular o período de retorno do investimento. Basta dividir o valor investido pelo valor economizado durante um ano. Assim, o período de retorno será de aproximadamente dez anos.

5.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA UM SISTEMA COMPACTO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

A viabilidade econômica de um sistema compacto de tratamento de água residual para reutilização não potável depende da necessidade do condomínio, ou seja, da demanda de efluentes sanitários e também do retorno financeiro que esse sistema proporcionará com a diminuição do consumo de água tratada para fins não potáveis.

Segundo a norma ABNT NBR 13969 – 1997, a demanda diária de esgoto doméstico para um prédio com padrão médio é de 130 litros por habitante. A partir das informações apresentadas no subitem 4.1, referente à ocupação do condomínio, a demanda de esgoto diária é de aproximadamente 20.800 litros ou 624.000 litros mensais.

Para uma proposta de orçamento para esse sistema, foi contatada a empresa Mizumo – Sistemas pré-fabricados de tratamento de esgoto. Para essas condições, o sistema apresentará onze metros de comprimento e dois metros de diâmetro com um valor estimado de R\$135.960,00.

Considerando uma eficiência de 80% desse sistema a fim de ser mais conservador quando à viabilidade do projeto, ou seja, apenas 80% do efluente tratado será reutilizado para fins não potáveis, mensalmente serão economizados aproximadamente quinhentos mil litros de água.

Retomando as informações apresentadas na tabela 4, as tarifas de água e esgoto em Guaratinguetá totalizam em média R\$11,00. Dessa maneira, serão poupados cerca de R\$5.500,00 mensalmente gerando uma economia de R\$66.000,00 por ano.

A partir das informações sobre o custo de implantação do sistema e a economia proporcionada pela instalação do mesmo, o período de retorno é de aproximadamente dois anos.

5.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para analisar a viabilidade econômica, é necessário estimar o valor que será investido e comparar com o valor que será economizado. A fim de estimar o custo de implantação, é imprescindível fazer o dimensionamento do sistema.

A região de Guaratinguetá possui um índice médio de radiação solar como mostra a tabela 5 a seguir:

Tabela 5: Média de irradiação solar ao longo do ano na cidade de Lorena-SP

Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Ângulo igual à latitude	23° N	4,85	4,99	4,77	4,57	4,28	3,84	4,42	4,62	4,16	4,54	4,91	4,59	4,54

Fonte: CRESESB (2016).

Os dados são referências de Lorena que é uma cidade vizinha de Guaratinguetá, cerca de 15km de distância. A inclinação refere-se à instalação do painel, que no geral, são instalados de acordo com a inclinação da latitude. Como pode se observar, a média de irradiação solar diária ao longo do ano é em torno de 4,54kWh/m².

Para um levantamento econômico, é necessário saber qual será o consumo médio anual de eletricidade no condomínio. Segundo o último relatório gerado pela Empresa de Pesquisa Energética¹ (EPE), o consumo médio mensal de energia elétrica por residência no estado de São Paulo, atingiu 183kWh. Utilizando esse valor como referência, o consumo médio mensal de energia elétrica em todo o condomínio será de aproximadamente 7.320kWh e o anual será próximo de 87.840kWh.

¹ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Resenha mensal do mercado de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Junho 2015

Consultando os dados disponibilizados pela empresa responsável por distribuição de eletricidade na região de Guaratinguetá, EDP Bandeirantes, as tarifas são cobradas como mostra a tabela 6 abaixo.

Tabela 6: Distribuição das tarifas cobradas em Guaratinguetá

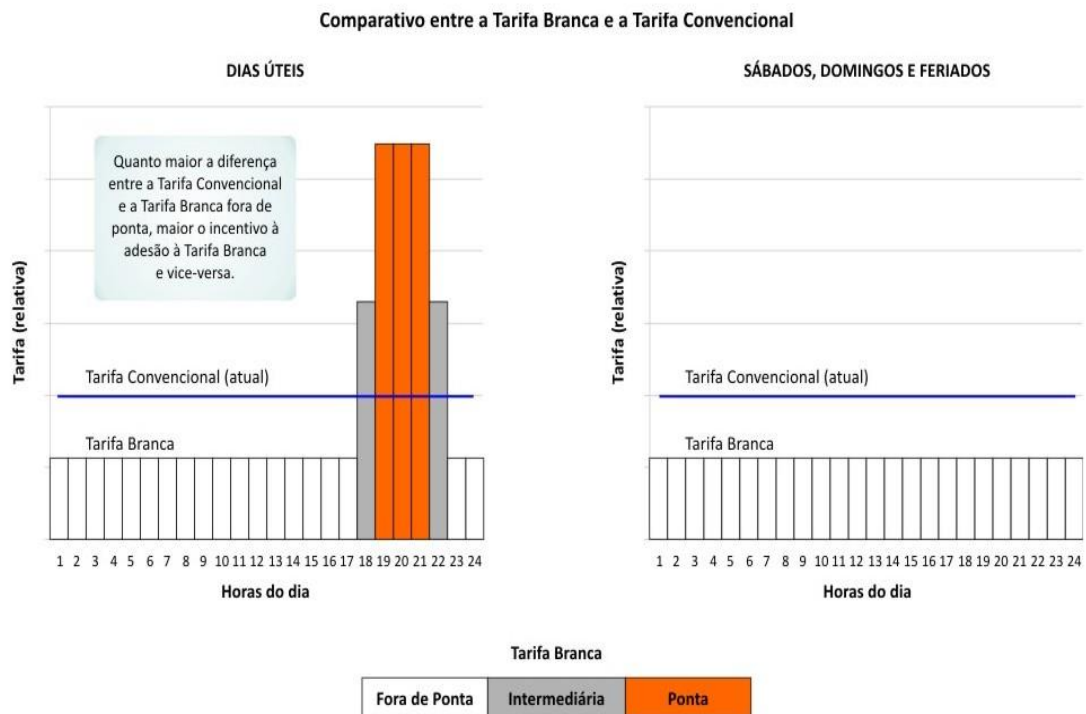
Ponta	Tusd	TE	TE + bandeira tarifária		
			Bandeira verde	Bandeira amarela	Bandeira vermelha
Subgrupo/classe/subclasse	R\$/kwh	R\$/kwh	R\$/kwh	R\$/kwh	R\$/kwh
Residencial	0,39555	0,40717	0,40717	0,42217	0,43717
Intermediário	Tusd	TE	TE + bandeira tarifária		
			Bandeira verde	Bandeira amarela	Bandeira vermelha
Subgrupo/classe/subclasse	R\$/kwh	R\$/kwh	R\$/kwh	R\$/kwh	R\$/kwh
Residencial	0,27414	0,25814	0,25814	0,27314	0,28814
Fora de ponta	Tusd	TE	TE + bandeira tarifária		
			Bandeira verde	Bandeira amarela	Bandeira vermelha
Subgrupo/classe/subclasse	R\$/kwh	R\$/kwh	R\$/kwh	R\$/kwh	R\$/kwh
Residencial	0,15273	0,25814	0,25814	0,27214	0,28814

Fonte: EDP Bandeirantes (2016).

As siglas TSUD e TE significam Tarifa de Uso dos Sistemas elétricos de Distribuição e Tarifa de Energia, respectivamente.

A tabela 6 acima fornece os valores das tarifas brancas ao longo do dia, nos horários de ponta, intermediário e fora de ponta. Os horários de ponta são os que demandam maior quantidade de energia, ficam entre sete e dez horas da noite, ou seja, a energia elétrica tem um custo maior durante esse horário. Já a tarifa intermediária corresponde aos horários imediatamente antes e depois dos horários de ponta, ou seja, das seis às sete horas e das dez às onze horas da noite. Os horários fora de ponta correspondem a todo restante do dia. Dessa forma, com as distribuições de tarifas ao longo do dia, as empresas de distribuição de energia elétrica incentivam a população a consumirem menos energia nos horários de “pico” e como vantagem, o consumidor poderá ter um gasto relativamente menor do que o valor cobrado com a tarifa convencional.

Figura 11: Infográfico da distribuição das tarifas ao longo do dia



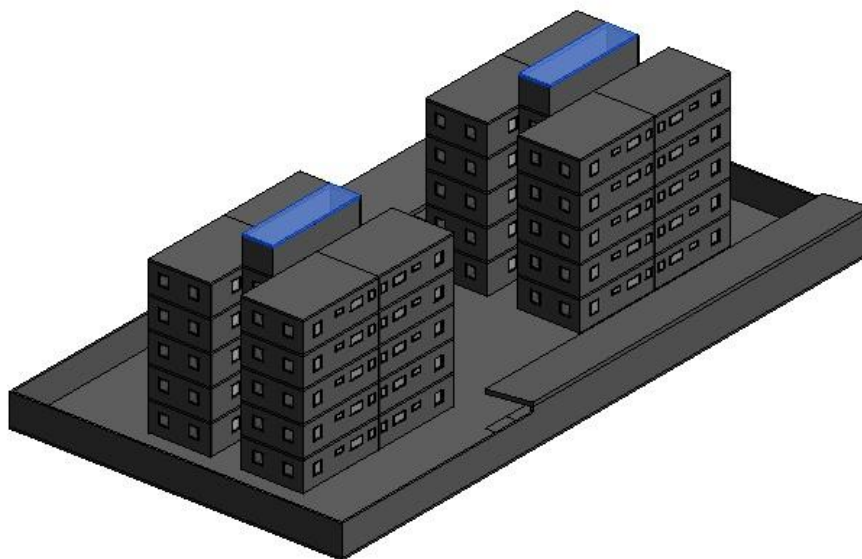
Fonte: ANEEL (2016).

Utilizando apenas as tarifas referentes aos horários fora de ponta apresentados na tabela 6 acima, o valor total por kWh poderá, na pior situação, chegar a R\$ 0,70 que é corresponde à soma do valor de TUSD com TE e com a bandeira vermelha referente a uma residência.

Essas informações são necessárias para calcular uma média do gasto anual com energia que o condomínio terá. Basta multiplicar o consumo médio anual, apresentado anteriormente, com o valor da tarifa. O gasto anual que o condomínio terá será próximo de R\$ 61.500,00.

O dimensionamento do projeto depende, além de outras especificações, da área destinada para a implantação do sistema. Para esse condomínio, a área escolhida para a implantação corresponde à laje superior dos prédios, com aproximadamente 62m².

Figura 12: Área destinada para a implantação do sistema de energia solar fotovoltaica



Fonte: Autor.

Para esta situação, foi escolhido um painel Solar Fotovoltaico de 265Wp da marca Canadian CSI CS6P-265P – BR, dimensões 1.638 x 982 x 40 (mm) encontrado no site da loja Neosolar². A escolha do painel foi baseada na eficiência, sendo o escolhido o de melhor desempenho. O custo de um painel é de R\$ 899,00.

A sigla Wp, que equivale a *Watt-pico*, é uma unidade que foi criada para especificar a capacidade dos painéis fotovoltaicos de produzirem energia solar, já que podem variar de acordo com as condições que estão sendo submetidas em relação à irradiação e temperatura.

Dividindo a área destinada para a implantação do sistema pela área ocupada por um painel (1,60m²), chega-se a uma quantidade máxima de 38 painéis, 19 por torre.

Segundo a empresa Luz Sol³, um painel de 265Wp produz de 1kWh a 1,3kWh por dia ou de 30kWh a 39kWh por mês. Com base nessas informações, 38 painéis produzirão de 1.140kWh a 1.482kWh por mês. Para que o cálculo de produção de energia anual fique mais próximo do real, será desconsiderada a produção de energia por dois meses. Dessa maneira, a produção de energia anual será aproximadamente de 11.400kWh a 14.820kWh.

Trabalhando com o menor valor, 11.400kWh/ano, observa-se uma economia de energia elétrica de aproximadamente 13% em relação ao total consumido (87.840kWh/ano) em todo o condomínio, ou seja, uma redução de custo de R\$ 7.980,00 por ano.

² NEOSOLAR. **Painel solar fotovoltaico 265Wp**. Disponível em: <www.neosolar.com.br>. Acesso em 20 de Agosto 2016.

³ LUZ SOL. **Perguntas frequentes**. Disponível em: <www.luzsolenergiasolar.com.br>. Acesso em 23 de Agosto 2016.

Segundo as últimas informações disponíveis no site da Empresa de Pesquisa Energética⁴ (EPE), sobre o custo estimado de um sistema fotovoltaico no Brasil, em 2012 o custo de implantação foi de R\$ 7,70/Wp. Considerando esse valor como referência de 2012, aplicou-se a trajetória de redução dos custos linear de IEA (Instituto de Economia Agrícola) aos custos de instalação considerados. Os resultados para os anos seguintes estão apresentados na Figura 12 abaixo.

Figura 13: Custo estimado da implantação de um sistema fotovoltaico no Brasil

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Residencial (R\$/Wp)	7,7	7,2	6,7	6,3	5,9	5,5	5,1	4,8	4,5	4,4	4,2	4,1
Comercial (R\$/Wp)	6,9	6,5	6,1	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5	4,2	4,1	3,9	3,8

Fonte: EPE (2016).

Com base nessa estimativa, para o ano de 2016 o custo de implantação de um sistema fotovoltaico residencial no Brasil é aproximadamente R\$ 5,90/Wp. O sistema dimensionado possui 38 painéis de 265Wp, ou seja, o projeto possui capacidade de 10.070Wp. Dessa maneira, o valor de implantação desse projeto é aproximadamente R\$ 60.000,00.

O período de retorno para a implantação desse sistema será de aproximadamente oito anos.

5.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE AQUECEDOR SOLAR

Para analisar a viabilidade econômica de um sistema de aquecedor solar, serão necessários alguns fatores, tais como, custo de instalação de um sistema e quantidade de energia e recurso que serão poupados a partir da utilização do mesmo.

O custo de implantação de um sistema de aquecimento solar depende do dimensionamento do projeto. Para iniciar o dimensionamento, será necessária uma estimativa do consumo diário de água quente.

⁴ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Inserção da geração fotovoltaica distribuída no Brasil – Condicionantes e impactos.** Rio de Janeiro: Outubro 2014

Tabela 7: Estimativa do consumo diário de água quente

Local	Consumo diário
Residência	45 ℓ/pessoa
Apartamento	60ℓ/pessoa
Hotel s/ banheira e s/ lavanderia	36 ℓ/pessoa
Hospital	125 ℓ/leito
Restaurante ou similar	12 ℓ/leito
Lavanderia	15 ℓ/kg de roupa seca
Motel sem banheira	50 ℓ/pessoa

Fonte: ABNT - NB 128 (2016).

Analisando a tabela 7 acima, para apartamentos a estimativa do consumo diário de água quente apresentado pela norma ABNT - NB 128 é de 60 litros por pessoa. O cálculo será considerando quatro pessoas por apartamento, como estimado anteriormente com base em normas. Dessa maneira, o consumo diário de água quente por apartamento será de aproximadamente 240 litros. Levantando o consumo estimado do condomínio, chega-se ao valor de 9.600 litros diário.

A capacidade dos reservatórios térmicos no mercado varia de 50 a 1.000 litros. Para o valor estimado acima, serão necessários dez reservatórios térmicos com capacidade de mil litros, totalizando dez mil litros.

Segundo empresa Solarmix⁵, existem dois modelos de coletores solar mais usuais no mercado. Um deles ocupa área de 1,42m² com capacidade de aquecer 103 litros diários e o outro 1,95m² de área com capacidade de aquecer 104 litros diários. A partir dessas informações, estima-se a quantidade de coletores solar necessária para aquecer um volume de 5.000 litros diariamente, referente a cada torre do condomínio, bem como a área essencial para a instalação do sistema. Trabalhando com o modelo de 1,42m² de área com capacidade de aquecer 103 litros diários, para estimar o número de coletores necessários basta dividir o volume total de 5.000 litros pela capacidade do coletor. Dessa maneira, chega-se a um valor aproximado de 49 coletores por torre, ao qual será necessário uma área aproximada de 70m².

O sistema poderá ser instalado na cobertura dos edifícios, na mesma região destinada para a captação de água de chuva apresentado na Figura 5, uma vez que não atrapalhará a eficiência do sistema de captação de água pluvial. A área contemplada pela cobertura dos edifícios é mais que o suficiente para a instalação dos coletores e dos reservatórios térmicos,

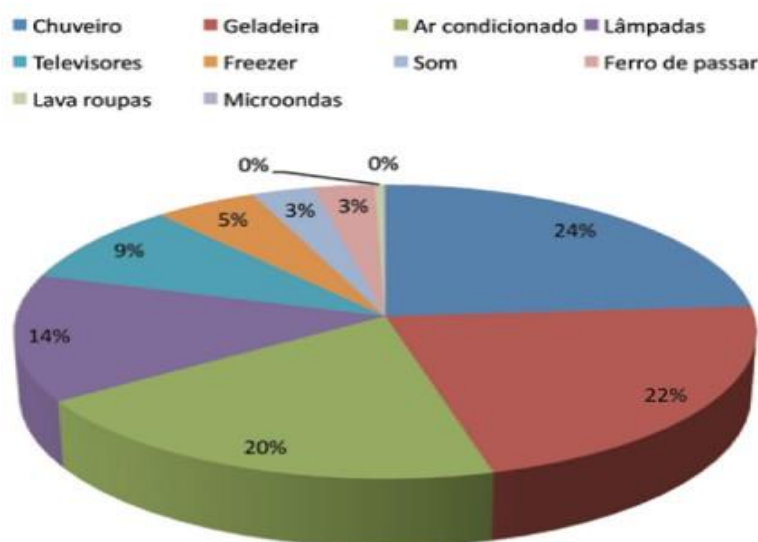
⁵ SOLARMIX. **Como escolher um aquecedor de água**. Disponível em: <www.solarmix.com.br> Acesso em 10 de Setembro 2016.

sendo necessário considerar o valor dessa sobrecarga para dimensionamentos estruturais de lajes, vigas e pilares do edifício.

Realizando um levantamento orçamentário, o custo aproximado para a implantação de um sistema de aquecedor solar é de R\$15.199,00, referente a um kit completo de aquecedor solar de mil litros da Solmatic, com instalação gratuita para o estado de São Paulo, encontrado no site de ofertas “Submarino”. Visto que o sistema em estudo tem capacidade de dez mil litros, o valor estimado do sistema será de R\$152.000,00.

Para determinar a viabilidade do projeto, será necessário encontrar a economia que o sistema proporcionará. Dessa forma, é indispensável saber como está distribuído o consumo de eletricidade em uma residência.

Figura 14: Distribuição do consumo médio residencial entre os aparelhos elétricos



Fonte: LabEEE (2016).

Analisando a Figura 13 acima, observa-se que o chuveiro elétrico é responsável por 24% do consumo de eletricidade em uma residência.

Para estimar a economia gerada pelo sistema, tomam-se como base informações apresentadas anteriormente sobre o consumo médio mensal de energia elétrica em uma residência e as tarifas para a utilização de energia elétrica em Guaratinguetá. A economia mensal de energia elétrica após a implantação desse sistema será de aproximadamente R\$1.230,00 ou R\$14.760,00 anualmente.

Dessa maneira, o período de retorno do investimento para a implantação desse sistema é de aproximadamente dez anos.

6 CONCLUSÃO

A crescente atenção voltada para a sustentabilidade tem desenvolvido o surgimento de sistemas capazes de reaproveitar recursos naturais e até mesmo gerar energia para que gerações futuras não passem necessidade.

O presente trabalho foi elaborado para analisar as principais vantagens e desvantagens de alguns sistemas sustentáveis utilizados em edificações, bem como a viabilidade de implantação desses sistemas. O princípio utilizado apontou a funcionalidade dos sistemas mais evidenciados atualmente, como captação de água pluvial, geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos, geração de energia térmica através de painéis de aquecedores solar e tratamento de esgoto para reutilização da água tratada.

A instalação de um sistema de captação de água pluvial, para fins de reutilização, possibilita um destino mais adequado para a água que irá se tornar esgoto. É uma prática necessária nos tempos modernos onde há muita escassez de água, até mesmo no Brasil que possui a maior reserva de água doce do planeta. Pensando em prática sustentável, para um destino mais refinado de água de boa qualidade, o projeto é viável. Partindo do ponto de vista econômico e levando em consideração as informações e os dados pluviométricos de Guaratinguetá, o sistema é viável uma vez que, tomando os devidos cuidados com o sistema, em relação às limpezas periódicas, manutenção das tubulações e cisternas, possuirá uma vida útil longa.

O tratamento de esgoto doméstico é uma medida que mais cedo ou mais tarde será exigido por lei. É um sistema que garante a descontaminação ambiental, por parte de rios e lençóis freáticos, pois evita o descarte de material contaminado no meio ambiente. Além de proporcionar esse benefício, o sistema é viável economicamente visto que o período de retorno é de aproximadamente dois anos e sua vida útil é de quarenta anos.

O sistema de geração de energia elétrica através de energia solar ainda possui um elevado custo de implantação. Porém, é uma fonte de energia inesgotável e totalmente limpa. Devido a algumas crises de falta de energia, há uma grande especulação em cima de fontes de energia renováveis e dessa forma, estudos avançados combinados com a competitividade das empresas garantem a diminuição dos custos e tendem a melhorar o rendimento. Um período de retorno de investimento de aproximadamente oito anos comparado com os benefícios ambientais gerados por esse sistema, esse projeto é viável uma vez que o sistema não exige manutenção periódica e possui vida útil longa de aproximadamente vinte e cinco anos.

Em relação ao sistema de geração de energia térmica através de painéis de aquecedores solar, analisando os benefícios ecológicos da implantação desse sistema, é uma prática viável. Analisando o ponto de vista econômico, a implantação desse sistema é viável uma vez que é um sistema que possui vida útil longa de aproximadamente vinte e cinco anos.

A tendência é que em um futuro próximo, apareçam edifícios “inteligentes”, capazes de utilizar de maneira ecologicamente correta e mais eficiente os recursos naturais como, água e energia solar.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. 60 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB 128**: projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993. 6 p.
- AMÉRICA DO SOL. **Energia fotovoltaica**: benefícios e custos. Disponível em <www.americadosol.org> Acesso em: 12 ago. 2016.
- ANDERSON, D.; AHMED, K. **The case for solar energy investment**: [S.l.]: World Bank Group, 1995.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2.ed. Brasília: ANEEL, 2005. 243 p.
- BARNES, F. S. et al. **Large Energy Storage Systems Handbook**. Nova Iorque: CRC Press, 2011. 260 p.
- BELLA CALHA. **Sistema de aproveitamento de água pluvial**. Disponível em: <www.bellacalha.com.br>. Acesso em: 05 nov. 2016.
- Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos municípios Paulistas**: Guaratinguetá. Disponível em: <www.cepagri.unicamp.br> Acesso em: 15 out. 2016.
- Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio Brito. **Média de irradiação solar ao longo do ano na cidade de Lorena-SP**. Disponível em: <www.cresesb.cepel.br> Acesso em: 22 out. 2016.
- CUCCHIELLA, F.; DADAMO, I. Estimation of the energetic and environmental impacts of a roof-mounted building-integrated photovoltaic systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 7, p. 5245–5259, 2012.
- EDP BANDEIRANTES. **Distribuição das tarifas cobradas em Guaratinguetá**. Disponível em: <www.edpbandeirantes.com.br> Acesso em: 12 ago. 2016.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Custo estimado da implantação de um sistema fotovoltaico no Brasil**: Disponível em: <www.epe.gov.br> Acesso em: 15 out 2014.
- FANTINELLI, J. T.. **Análise da evolução de ações na difusão do aquecimento solar de água para habitações populares**: estudo de caso em contagem – mg. Campinas, 2006. 316 p.

GIORDANO, G.. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos.** Niterói – RJ, 1999. 137 p.

GOOGLE MAPS. **Terreno onde poderá ser implantado o condomínio** .Disponível em: <www.maps.google.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2016.

HAFNER, A. V.. **Conservação e reúso de água em edificações:** experiências nacionais e internacionais. Rio de Janeiro, 2007. 177 p.

KNIER G. **How do photovoltaics works?** [S.l]: Science N, editor. Disponível em: <<http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/solarcells/>> Acesso em: 16 nov. 2016.

Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Distribuição do consumo médio residencial entre os aparelhos elétricos.** Disponível em: <www.labee.ufsc.br> Acesso em: 29 set. 2016.

LEITE, A.D.. **A Energia do Brasil.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 528 p.

LILLO BRAVO, I.. **Instalaciones fotovoltaicas.** [S.l]: Sodean, 2004. 342 p.

LUZ SOL. **Perguntas frequentes.** Disponível em: <www.luzsolenergiasolar.com.br> Acesso em 23 de Agosto 2016.

MAY, SIMONE. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** São Paulo, julho, 2009, EPUSP, 200 p.

METCALF ; EDDY,. **Wastewater Engineering:** treatment and reuse. 4. ed. Boston: Mc Graw Hill, 2003, 1819 p.

MIZUMO. **ETE compacta da MIZUMO, linha Business.** Disponível em: <www.mizumo.com.br> Acesso em: 26 out. 2016.

NEOSOLAR. **Painel solar fotovoltaico 265Wp.** Disponível em: <www.neosolar.com.br> Acesso em: 20 de Agosto 2016.

RIBEIRO, J. C. (2016). **Avaliação de uma estação compacta de tratamento de esgoto sanitário composta por reator uasb:** biofiltro aerado submerso. Bauru, 2016. 157 p.

Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá. **Tarifas de água e esgoto cobradas pela SAEG.** Disponível em: <www.saeg.net.br> Acesso em: 07 nov. 2016.

SALAMONI, I. T.. **Um programa residencial de telhados solares para o Brasil:** diretrizes de políticas públicas para a inserção da geração fotovoltaica conectada à rede elétrica. 2009. 200 p. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SOLARMIX. **Como escolher um aquecedor de água.** Disponível em: <www.solarmix.com.br> Acesso em: 10 de Setembro 2016.

TOMAZ, PLINIO. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2ª ed.. São Paulo: Navegar Editora, 2005, 180p.