

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE ARQUITETURA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE  
CONSTRUÍDO

Yuri Hallen Reis Pacheco

**SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA  
ELÉTRICA**

Belo Horizonte

2018

Yuri Hallen Reis Pacheco

**SOLUÇÕES SUSTENTAVEIS PARA CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA  
ELÉTRICA**

Monografia de Yuri Hallen Reis Pacheco apresentada ao Curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para a obtenção do título de Especialista em Sustentabilidade do Ambiente Construído.

Orientador: Prof. José Rubens  
Gonçalves de Souza

Belo Horizonte

2018

## RESUMO

O trabalho apresenta discussões sobre soluções de tecnologias sustentáveis para edifícios de apartamentos que se localizam em áreas de grande adensamento. Soluções que são exequíveis diante situações limitadas que essas habitações possam apresentar na adaptações das novas tecnologias. Estas tecnologias aplicadas são voltadas para o consumo do uso racional de água e energia elétrica. A finalidade de que os usuários tenham o aproveitamento máximo e efetivo no consumo energético, para que haja a utilização consciente destas fontes. De maneira que a implantação dessas tecnologias sejam positivas tanto para os usuários, mas também o meio ambiente e gerações futuras.

**Palavras-chave:** Água 1. Energia-elétrica 2. Tecnologias-Sustentáveis 3. Consumo-razional 4.

## **ABSTRACT**

This work presents discussions on sustainable technology solutions for apartment buildings that are located in densely populated areas. Solutions that are feasible in the face of limited situations that these dwellings may present in the adaptations of the new technologies. These technologies are applied to the rational use of water and electricity. The purpose of users to have maximum and effective use in energy consumption, so that there is the conscious use of these sources. So that the deployment of these technologies are so positive for users, but also the environment and future generations.

**Keywords:** Water 1. Energy-electric 2. Technologies-Sustainable 3. Consumption-rational 4.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 01 – Arejador de vazão constante.....	16
Figura 02 – Regulador de vazão para torneiras.....	16
Figura 03 – Torneira de fechamento automático.....	17
Figura 04 – Bacia Sanitária.....	18
Figura 05 – Válvula de descarga com duplo acionamento.....	19
Figura 06 – Limitadores de vazão para chuveiro.....	21
Figura 07 – Misturadores para chuveiro.....	21
Figura 08 - Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva.....	25
Figura 09 – Sistema Fotovoltaico conectado a rede.....	28
Figura 10 – Sistema Fotovoltaico Isolado.....	29
Figura 11 – Sistema de Aquecimento de água.....	31
Figura 12 – Selo Procel A no aparelho doméstico.....	34

## **LISTAS DE TABELAS**

<b>Tabela 01 - Produção hídrica no mundo por região.....</b>	<b>12</b>
<b>Tabela 02 - Distribuição de recursos hídricos e densidade demográfica do país.....</b>	<b>26</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>5.1</b>	<b>Disponibilidade de recurso hídrico no mundo e no Brasil.....</b>	<b>11</b>
<b>5.2</b>	<b>Uso racional da água e energia elétrica em edificações dos centros adensados.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>USO RACIONAL DA ÁGUA.....</b>	<b>14</b>
<b>6.1</b>	<b>Detecção e o reparo e vazamentos.....</b>	<b>14</b>
<b>6.2</b>	<b>Equipamentos economizadores.....</b>	<b>14</b>
<b>6.3</b>	<b>Medição Individualizada.....</b>	<b>22</b>
<b>6.4</b>	<b>Aproveitamento de Água Pluvial.....</b>	<b>23</b>
<b>6.5</b>	<b>Qualidade da Água Pluvial.....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>ENERGIA SOLAR.....</b>	<b>27</b>
<b>7.1</b>	<b>Energia fotovoltaica.....</b>	<b>27</b>
<b>7.2</b>	<b>Coletores Solares para aquecimento de água.....</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>ENERGIA ELÉTRICA.....</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

O presente trabalho tem como base principal a discussão de soluções de tecnologias sustentáveis relativas à racionalização e ao aproveitamento do consumo energético, discussões essas aplicáveis às pessoas que habitam os hipercentros urbanos, de forma que sua implantação seja efetiva e positiva tanto para o usuário quanto para a sociedade e o meio em que habitam.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo desse trabalho é buscar soluções sustentáveis, voltadas ao consumo racional de energia elétrica e água, que sejam ecologicamente corretas, economicamente viáveis, socialmente justas e culturalmente aceitas pelos moradores de edifícios na área urbana adensada.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Os objetivos específicos são:

- Analisar o contexto da construção urbana da habitação social no Brasil, aspecto em que o trabalho está focado;
- Levantar formas de utilização de soluções sustentáveis envolvidas com consumo de energia elétrica e água em zonas de alto adensamento.

### **3 JUSTIFICATIVA**

As pessoas que habitam o hipercentro enfrentam atualmente dificuldades para adaptarem-se às novas alternativas de soluções sustentáveis nas suas moradias. Isso devido ao fato de habitarem em um meio consolidado que dificulta novas adaptações. Em consequência, o usuário enfrenta obstáculos na adequação de equipamentos e produtos voltados para o uso racional de energia elétricas e água. Por exemplo, a insuficiência de área para instalação de painéis solares em um edifício de apartamentos. Ou o de recolhimento de água da chuva, por não haver espaço tanto subterrâneo quanto espaço externo para o reservatório.

O estudo proposto se desenvolve a partir de questões como as citadas acima voltadas ao consumo residencial de água e energia elétrica, em um contexto de adensamento urbano, procurando soluções para moradores dos grandes centros urbanos, impossibilitados de aplicar certas tecnologias sustentáveis eficientes.

### **4 METODOLOGIA**

No presente trabalho é utilizada a metodologia qualitativa. Pesquisas bibliográficas em livros e periódicos são utilizados para entender melhor o contexto da construção urbana da habitação social e o contexto histórico de eficiência energética do Brasil. Elas também são utilizadas na identificação de problemas de uso das soluções sustentáveis em zonas de alto adensamento.

No início do século XXI, algumas cidades do Brasil começaram apresentar apagões de energia elétrica, que as deixavam por horas sem essa fonte. Foi nesse período em que o país começou a sentir os reflexos da crise energética, que a partir desse ponto, iniciaram-se as preocupações de utilização de alternativas de tecnologias sustentáveis que fossem contra esse quadro. Em 2001, a crise energética do país foi a comprovação de que a produção de energia elétrica não estava atendendo à demanda de consumo (MMA, 2014). O Brasil dispõe há muitos anos uma matriz energética baseada na hidroeletricidade que é sustentável. Atualmente há uma expansão para outras alternativas como a eólica e a fotovoltaica.

Foram iniciados levantamentos na busca de onde poderiam ocorrer as possíveis falhas que levaram até a crise. A crise energética teve como principal fator o aumento da demanda aliado à falta de chuvas em um longo período e o atraso na entrega de novas plantas. As pesquisas apontaram ainda o desperdício e mau uso das energias. Logo, iniciou-se o sistema de formação de normas a fim de tornar o consumo de energia mais eficaz (MMA, 2014).

As novas normas começaram atuar a fim de melhorar a qualidade de eficiência energética. Passou-se a exigir dos consumidores padrões de consumo predefinidos por elas com o objetivo de orientar e garantir tal qualidade no uso de energia elétrica. Porém, algumas das alternativas de economia energética foram falhas devido a má integração da utilização com os demais sistemas envolvidos que serão exemplificados a seguir (MMA, 2014).

A sustentabilidade, cada vez mais, exige uma integração maior entre ensino, pesquisa e prática. Essa pesquisa apresenta através dos relatos o quanto o sistema de tecnologia sustentável é ineficiente para o usuário, devido a má integração do sistema de economia de um insumo com as demais áreas correlacionadas. Por exemplo, dispositivos que podem ser acoplados no chuveiro para redução do consumo de água. Quando instalados em locais de baixa pressão não é possível obter o aproveitamento adequado que o equipamento pode oferecer. Ao longo do desenvolvimento do trabalho isso será mais detalhado. É preciso integrar os sistemas existentes aos novos, a fim de obter uma maior eficácia na implantação dos mesmos. Os equipamentos novos inseridos podem ser de cunho sustentável, porém quando não aplicados da forma e local adequados, de maneira que integrem com eficácia à construção existente, eles se tornam subutilizados, comprometendo negativamente o resultado de todo o sistema envolvido (LIMA, 2016).

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 Disponibilidade de recurso hídrico no mundo e no Brasil

Antes de aprofundar detalhadamente sobre o uso racional da água, é importante compreender a relevância da disponibilidade de recursos hídricos em nível mundial e no Brasil, visto que a água é uma fonte que nos proporciona benefícios de seu aproveitamento, apesar dos impactos causados na implantação de aproveitamentos hidráulicos para fim energéticos ou de consumo, como a poluição, o alagamento de grandes áreas com a destruição da biodiversidade, deslocamento de comunidades e perda da interligação entre áreas.

A quantidade de recursos hídricos disponíveis em uma certa região ou bacia hidrográfica, abrange todas as fontes de água, sejam elas superficiais ou subterrâneas.

Da porção total de água na Terra, é estimado que somente 2,5% seja de água potável ou água doce, sendo que a maior parte desse volume não é fácil de acessar. Só 0,266% deste conjunto se localiza em rios, lagos e reservatórios, o restante está disperso na biomassa e na atmosfera na forma de vapor. Desta forma, estima-se que somente 0,007% do total de água doce encontra-se em lugares de fácil acesso para o consumo (UNIÁGUA, 2018).

O Aquífero Guarani é um dos reservatórios de água subterrânea mais extenso do mundo, possui uma área de aproximadamente 1,2 milhões de km<sup>2</sup>, se encontra na Bacia Geológica Sedimentar do Paraná, localizada em territórios do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. O volume de água estimado em 46 mil km<sup>3</sup>, sendo que 71% se encontra no território brasileiro, é classificado como principal reserva de água subterrânea da América do Sul (AQÜÍFERO GUARANI, 2018).

O Brasil conta com 12% da quantidade total de água doce em relação ao potencial hídrico do planeta. O país dispõe de uma capacidade hídrica de 35.732 m<sup>3</sup>/hab./ano, se destacando por ter uma vazão média de água de 177.900 km<sup>3</sup>/ano, correspondente a 53% da vazão média total da América do S Sul (TOMAZ, 2001a).

Conforme citado anteriormente sobre a dispersão de recursos hídricos no planeta, no Brasil esse quadro não é diferente. Estes também não estão distribuídos de maneira uniforme pelo país, o que se configura num desequilíbrio entre oferta e demanda de água. Constatamos que no Brasil, que as áreas mais adensadas são as que menos possuem menor disponibilidade de água, por outro lado, a maior quantidade de água ocorre onde é baixo o índice populacional. Exemplo disso pode-se citar que a Região Norte, apresenta 68,5% de água disponível e possui apenas 4,12 hab./km<sup>2</sup> de densidade demográfica, enquanto na região Sudeste, tem um potencial hídrico de 6%, porém compreende 86,92 hab./km<sup>2</sup> densidade demográfica (IBGE, 2010). A tabela a seguir apresenta a proporção de área territorial, disponibilidade de água para as regiões do Brasil:

**Tabela 01 – Distribuição de recursos hídricos e densidade demográfica do país (IBGE, 2010).**

<b>Região</b>	<b>Densidade demográfica (hab/km<sup>2</sup>)</b>	<b>Concentração dos recursos hídricos do país</b>
<b>Norte</b>	<b>4,12</b>	<b>68,5%</b>
<b>Nordeste</b>	<b>34,15</b>	<b>3,3%</b>
<b>Centro-Oeste</b>	<b>8,75</b>	<b>15,7%</b>
<b>Sudeste</b>	<b>86,92</b>	<b>6%</b>
<b>Sul</b>	<b>48,58</b>	<b>6,5%</b>

**Fonte: IBGE / Agência Nacional das Águas (2010)**

## **5.2 Uso racional da água e energia elétrica em edificações dos centros adensados**

Nas edificações nos centros adensados há algumas restrições de implantação de soluções para uso racional da água e da energia elétrica, sejam elas causadas por limitações existentes na própria construção, na legislação em que o edifício está inserido e até mesmo nas resistências dos condomínios a novas adaptações. Estes casos serão detalhados nos próximos capítulos com suas respectivas soluções tecnológicas.

A discussão sobre o uso racional da água cresce nos meios de comunicação atualmente, com finalidade de incentivar e conscientizar os cidadãos da importância de preservar este recurso natural.

Segundo Tomaz(2001a), o uso racional da água é definido como um conjunto de atividades, medidas e incentivos que têm como principais objetivos:

- Diminuir a demanda de água;
- Melhorar o uso da água e reduzir as perdas e desperdícios da mesma;
- Implantar práticas e tecnologias para economizar água;
- Informar e conscientizar os usuários.

Algumas atitudes são necessárias para a diminuição do consumo de água. Dentre elas estão: detecção e reparo de vazamentos, troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água, medição individualizada, reuso e aproveitamento da água pluvial.

No caso da energia elétrica a discussão sobre o seu uso racional é cada vez mais divulgada e esclarecida. No ato da aquisição de aparelhos eletroeletrônicos, deve-se observar como os equipamentos se enquadram na classificação e nos dados exigidos pelo programa de etiquetagem de eficiência energética: Etiqueta PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem) Edifica e Selo PROCEL. Os produtos devem fornecer informações que indiquem o consumo ao utilizá-los e recomendações para o uso consciente de forma a otimizar o funcionamento e minimizar o consumo de energia elétrica.

## **6 USO RACIONAL DA ÁGUA**

### **6.1 Detecção e o reparo e vazamentos**

É primordial para qualquer implantação de um sistema de redução no uso de água é a detecção e o reparo de vazamentos. Estes podem ocorrer por desgaste natural de sistemas hidráulicos antigos e instalações mal executadas, situações que podem ser encontradas nos edifícios das áreas centrais. Alguns vazamentos podem ser detectados facilmente, com testes rápidos ou simples inspeção nos equipamentos. Outros exigem maior atenção e cuidados específicos para cada caso.

### **6.2 Equipamentos economizadores**

Equipamentos economizadores de água são dispositivos e acessórios hidrosanitários que no uso demonstram uma maior eficácia hídrica que os equipamentos convencionais. Aliadas a essas tecnologias, adaptadas às ações de consumo, deve-se levar em consideração também a conscientização e gestão dos sistemas hidráulicos para que a diminuição de perdas e desperdícios sejam efetivos na redução de consumo de água. Para o caso em estudo, de edifícios centrais em zona adensada, os equipamentos têm grande contribuição na economia do consumo de água e possuem implantação simples, que os próprios usuários podem executar.

A aplicação destes dispositivos é um meio essencial de reduzir o gasto de água e é bem aceita pelo público em geral graças ao seu simples funcionamento e efetividade rápida nos produtos. Além de ter a vantagem que a economia de água não depende da consciência do usuário.

O Mercado brasileiro cresce com as ofertas de dispositivos economizadores, como fechamento automático e sensores de presença, com objetivo de atender o usuário em diversas modalidades e funções. Os produtos, além de reduzir o consumo de água, precisam atingir os requisitos de conforto e design para atrair ainda mais os usuários. Dessa forma, para atender as exigências de durabilidade e capacidade de exercer a função prevista, nos últimos anos foram criadas tecnologias que apresentam produtos cada vez mais resistentes e eficientes.

Abaixo estão detalhados alguns dos principais equipamentos economizadores e suas respectivas características técnicas e as taxas de economia de água. Estes dispositivos são alternativas que podem ser aplicadas em edifícios de apartamentos afim de estimular o uso racional da água. As informações recolhidas foram através de fabricantes de equipamentos.

As torneiras são bastante utilizadas pelos moradores, principalmente as que se localizam na cozinha, pois são usadas para uso de limpeza de utensílios e no preparo de alimentos. É preciso adaptá-las para que economizem o volume de água que é consumido durante seu uso, para uma redução considerável no custo final de água.

A seguir são relacionados alguns acessórios e aparelhos economizadores de água.

- Arejador de vazão constante

Esse acessório é instalado na saída de água da torneira e tem a função de misturar ar com a água, o que proporciona conforto no uso, além de economia de água. O dispositivo direciona a corrente de água, evitando desperdício do jato e diminuindo os respingos de água. Esse equipamento pode ser rosqueado em torneiras convencionais. Mesmo com o registro aberto ao máximo, os arejadores tem vazão contínua e limitada, aproximadamente, a 6 litros/min, o que resulta na economia de água. Este aparelho é simples e eficiente, possui custo baixo. Além de ser fácil de ser instalado, não precisa de manutenção. Na figura a seguir mostra o arejador e seu local de instalação na torneira (FABRIMAR, 2018).



**Figura 01 – Arejador de vazão constante Fonte: Fabrimar,2018.**

- Pulverizador de vazão constante

Bem como o arejador, o pulverizador é um pequeno dispositivo a ser instalado na saída da torneira. Possui a função de transformar o jato de água em um feixe de pequenas porções. Os pulverizadores conseguem reduzir a vazão para valores entre 3,6 litros/min e 7,2 litros/min (FABRIMAR, 2018).

- Regulador de vazão para torneiras

Os reguladores de vazão possibilitam reduzir a saída de água das torneiras e são bastante úteis em edifícios com altas pressões nas tubulações hidráulicas. Este acessório pode ser instalado na tubulação de alimentação da torneira e possui um registro que limita a vazão de água (FABRIMAR, 2018).



**Figura 02 – Regulador de vazão para torneiras Fonte: DOCOL, 2018 e Fabrimar,2018.**

- Torneiras de fechamento automático

As torneiras de fechamento automático são de dois tipos: a torneira de pressão e a torneira com sensor de presença. Exemplos podem ser vistos na figura 03 abaixo. Apesar de serem indicadas para banheiros públicos, elas podem ser utilizadas em residenciais também, como por exemplo em banheiro de áreas comuns.

A torneira de “pressão automática” (expressão usada pelo fabricante) é ativada manualmente liberando o fluxo de água e, após alguns segundos, ocorre o fechamento automaticamente. A restrição do tempo do uso proporciona economia de água. A economia no uso desta torneira, segundo o fabricante, pode chegar de 20% até 55%, sendo que o consumo de uma torneira convencional é de 2,2 litros por vez, e as de pressão utilizam menos da metade, 1,0 litro cada vez. Além disso, pode-se utilizá-la junto aos dispositivos reguladores e redutores de vazão, como os pulverizadores, o que gera mais economia e controle no consumo de água.

A torneira de sensor de presença necessita de um ponto de energia elétrica para seu funcionamento e é ativada quando ocorre aproximação das mãos do usuário ou reconhecimento por um sensor eletrônico de movimento. E o com o distanciamento do usuário ocorre o fechamento automático. Os reguladores de vazão também são utilizados nessas torneiras, o que proporciona economia de 40% até 70% em relação à torneira convencional. Apesar de utilizarem energia elétrica, pilha ou bateria, o consumo de energia é baixo. Esse sistema de automação evita que a torneira se esqueça a torneira em funcionamento, contribuindo ainda mais na economia de água (FABRIMAR, 2018).



**Figura 03 – Torneira de fechamento automático, da esquerda de pressão e da direita de sensor de presença. Fonte: DOCOL, 2018 e FABRIMAR,2018.**

Outro elemento que deve ser levado em consideração é a bacia sanitária. Em edifícios construídos até 2003, as bacias sanitárias tinham um consumo de até 20 litros de água por descarga. Para estes casos, é recomendado a troca da mesma para um modelo atual mais econômico, pois é considerável a economia que pode ser feita com essa adaptação. Abaixo é apresentado algumas opções de modelos e acessórios que são soluções para tal problema:

- Bacia sanitária de volume de descarga reduzido

A partir de 2003, as bacias sanitárias produzidas passaram a utilizar no máximo 6,8 litros de água por descarga, antes consumiam de 12 até 20 litros, redução significativa graças a norma do Ministério do Interior através do PBQP-H. Segundo a ABNT NBR 1597 (2004), as bacias sanitárias são divididas em função do volume de descarga: convencional (9 a 12 litros); de baixo consumo (6 a 9 litros); e com volume de descarga reduzida – VDR (até 6 litros). O tamanho da bacia sanitária é o fator determinante do consumo de um sistema de descarga. Independe do sistema de descarga ser de bacia acoplada ou de válvula de descarga na parede. Dessa forma, deve ser feita a troca da bacia sanitária e regulagem do sistema de descarga, o que possibilita uma diminuição da metade do consumo de água. Na figura abaixo mostra duas bacias sanitárias VDR com sistemas de descargas diferentes (CELITE, 2018).



**Figura 04 – Bacia Sanitária Fonte: CELITE, 2018.**

- Válvula de descarga com duplo acionamento

A válvula de descarga com duplo acionamento possui duas funções de ativação: com menor volume de água, por volta de 3,5 litros, para dejetos líquidos e descarga total para dejetos sólidos. Essa diferenciação é dada pelo acionamento por um botão duplo que permite o usuário de escolher na utilização. Esse tipo de descarga é recomendada para residências e pode gerar uma redução média entre 50 e 75% comparada com o sistema convencional. A figura abaixo apresenta uma válvula desse modelo (DECA,2018).



**Figura 05 – Válvula de descarga com duplo acionamento Fonte: DOCOL, 2018.**

- Microflush

Nesse caso, a bacia sanitária tem uma abertura no fundo que é aberto no momento da ativação da válvula de descarga, o que aumenta o fluxo de água que sai, além de contribuir para sua limpeza. Esse sistema é utilizado nos Estados Unidos, e no uso doméstico pode reduzir em até 40% do consumo de água (DECA, 2018).

- Bacia sanitária com caixa acoplada e alimentação do lavabo

Esse tipo de bacia utiliza a água de reuso para a descarga. Quando o sistema é ativado, libera água reservada na caixa da bacia, logo após a água limpa sai no lavabo sobre a própria caixa e o usuário lava as mãos. A água é recolhida e fica reservada para o próximo uso da descarga. A instalação do conjunto lavabo/vaso sanitário dispensa outros lavatórios e pode ser colocada em qualquer espaço pequeno por ser compacto. O ideal é que tenha o uso frequente desse equipamento, pois, a água parada no reservatório pode gerar proliferação de bactérias, uma vez que esse sistema não possui forma de tratamento. Outra desvantagem, é que corre o risco de entupimento e o sistema é direto, podendo voltar pelo lavabo (DECA, 2018).

- Limitador ou regulador de vazão para chuveiro

O chuveiro é o equipamento que tem maior consumo de água em toda a residência. Além de ter consciência na hora de utilizá-lo, deve-se atentar para alguns dispositivos que ajudam a economizar água durante sua vazão.

A maioria dos usuários possuem maior sensibilidade na vazão de água do chuveiro, o que torna esse sistema mais difícil de fazer as adequações à diminuição do consumo. Os chuveiros elétricos são alternativas econômicas referente ao consumo de água. Estes tem vazões contínuas entre 3 e 5 l/min, abaixo do chuveiro convencional com 15l/min. Mas para isso tem a opção dos limitadores de vazão de 8, 14 e 16 l/min, que podem ser encontrados no mercado nacional e instalados em qualquer chuveiro. Exemplo na figura abaixo alguns modelos de limitadores e seu local de instalação (FABRIMAR, 2018).



**Figura 06 – Limitadores de vazão para chuveiro Fonte: FABRIMAR,2018.**

A redução do consumo de água dos dispositivos acoplados ao chuveiro depende diretamente da pressão da água. Quanto maior a pressão local de instalação, maior a economia de água. Em lugares com a pressão até 6m ca, com o uso de uma válvula de fechamento automático com limitador de vazão de 8 l/min diminui o consumo em 32%, e se o mesmo dispositivo for aplicado em local de pressão entre 15 e 20m ca, a economia pode chegar a 62% (FABRIMAR, 2018).

- Misturadores para chuveiro

Os misturadores para chuveiro evitam o desperdício de água na regulação da temperatura assim que abrem os registros do chuveiro. Ou seja, enquanto a temperatura da água é ajustada não ocorre perda de água. A figura a seguir apresentam alguns misturadores para chuveiro (FABRIMAR, 2018).



**Figura 07 – Misturadores para chuveiro. Fonte: DOCOL, 2018 e FABRIMAR,2018.**

Entre as diferentes tecnologias apresentadas acima consideram-se diversos fatores na hora de escolher qual a mais adequada para cada usuário. Além da economia de água, estão envolvidos fatores como o custo da implementação e a viabilidade econômica a curto, médio e longo prazo, bem como questões culturais e psicológicas do usuário (FABRIMAR, 2018).

### **6.3 Medição Individualizada**

Muitos edifícios dos grandes centros urbanos ainda utilizam a medição total de água, possuindo um único medidor para todo o condomínio. A aferição é feita no hidrômetro da edificação e a cobrança é rateada entre os condôminos. Esse método a medição influencia contra a conservação da água, pois os moradores não tem ligação direta com o seu ato de economizar a água e a diminuição do valor do custo final pago na conta. O rateio da conta com os vizinhos dificulta o controle do uso pelos usuários, deixando-os sem consciência do que estão realmente consumindo e do que podem economizar (COELHO e MAYNARD, 1999 c).

A medição individualizada do consumo de água é um dos meios de solucionar esse desperdício e promover o seu uso eficiente. Ela consiste na sua instalação para cada apartamento do condomínio, o que permite a medição do consumo individualizado, obtendo a cobrança do valor correspondente exatamente ao seu devido consumo. Dessa forma, torna-se o morador consciente de seus gastos e estimulado para economizar água.

A medição individualizada tem como finalidade reduzir o desperdício de água, o consumo de energia elétrica pela redução de volume de água bombeada para o reservatório superior, o volume de esgoto e o custo final de água/esgoto dos apartamentos e facilitar na identificação de vazamentos (COELHO e MAYNARD, 1999 c).

A Lei nº 13.312, de 12 de julho de 2016, obriga a entrega de edifícios novos com medição individualizada. Programas de certificações de edifícios também já introduziram esse sistema como requisito. O sistema é muito vantajoso

economicamente em casos em que o governo municipal cobra a taxa de esgoto através da medição de consumo de água.

Em edifícios de apartamentos já construídos, para que a instalação do sistema de medição individualizada seja atraente aos condôminos é preciso de um estudo de viabilidade econômica. O projeto de implantação deve conter necessariamente o menor custo, menor transtorno aos moradores, melhor estética e menor perda de carga total no edifício (COELHO e MAYNARD, 1999)

Após aprovação do projeto para execução, o mesmo deve apresentar as adaptações necessárias representadas por plantas e vistas, sob o levantamento detalhado da parte hidráulica do edifício. Muitos dos prédios possuem “shaft”, e a nova tubulação pode passar por ele, juntamente com suas respectivas ramificações e conexões. Na ausência de “shaft”, muitas vezes, as tubulações são feitas por fora da envoltória das edificações, podendo posteriormente ser fechada com algum tipo de acabamento estético. Deve-se atentar para a instalação do último andar devido a sua pequena altura de queda da água. Os hidrômetros devem ser instalados fora dos apartamentos em local de fácil acesso.

#### **6.4 Aproveitamento de Água Pluvial**

Outro meio que possibilita na economia de consumo de água da distribuidora é a utilização da água de chuva. São muitos os pontos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, visto que estes proporcionam a redução do consumo de água potável fornecida pelas empresas de abastecimento, reduzindo os custos desta. Além disso retarda o lançamento de volumes excessivos uma vez que o sistema opera com armazenamento de volume de água pluvial, diminuindo os riscos de enchentes, preserva-se o meio ambiente e é minimizada a insuficiência de recursos hídricos (MAY, 2004).

Podem-se mencionar outras características positivas do aproveitamento de água de chuva (SIMIONI et al., 2004):

- Utiliza estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas);

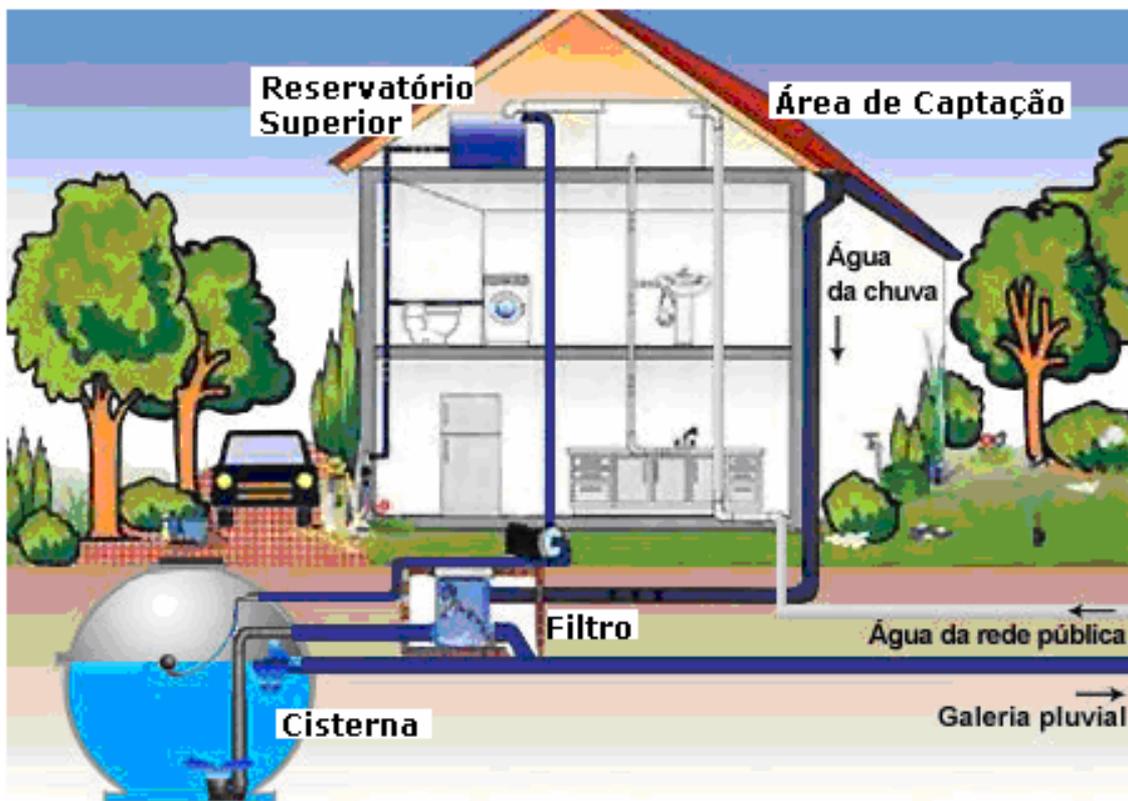
- Baixo impacto ambiental;
- Água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento, como irrigação de jardins e reuso em bacias sanitárias;
- Complementa o sistema convencional, oriundo das empresas de abastecimentos;
- Reserva de água para situações de emergência ou de interrupção do abastecimento público.

A água pluvial pode ser aplicada em muitas práticas com fins não potáveis no setor residencial. Neste âmbito, pode-se aplicar a água da chuva em descargas de vasos sanitários, lavação de roupas, sistemas de controle de incêndio, lavagem de automóveis, limpeza de pisos e irrigação de plantas e jardins (MAY & PRADO, 2004).

A efetivação da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial submete-se essencialmente aos aspectos a seguir: precipitação, área de captação disponível e demanda de água. Acrescido a isso, para projetar tal sistema deve-se seguir a norma ABNT NBR 15.527 afim de atingir os requisitos exigidos como as circunstâncias ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e uso da água.

Os procedimentos de coleta e recolhimento de água da chuva em edificações são estruturados por quatro componentes básicos: áreas de coleta, condutores, armazenamento e tratamento. O sistema de captação dessa água, na maior parte dos casos, acontece pelo recolhimento de água que cai sobre as coberturas da edificação. A água é levada até o local de armazenamento por meio de calhas e condutores, passando por mecanismos de filtragem e descarte de impurezas. Alguns sistemas possuem dois tipos de armazenamento, reservatórios subterrâneo e elevado. Após a passagem de determinada quantidade de água no primeiro, a água é bombeada para o segundo reservatório, e posteriormente redistribuída para as tubulações específicas de água pluvial, cujo consumo não é potável (MAY, 2004).

A figura abaixo apresenta um exemplo genérico do sistema de recolhimento de água pluvial em residências:



**Figura 08 - Esquema de funcionamento de sistema de aproveitamento de água de chuva (BELLA CALHA, 2018).**

Os materiais utilizados para captação da água pluvial são: telhas de cerâmica, galvanizadas pintadas ou esmaltadas com componentes não tóxicos; superfícies em concreto, cerâmicas, policarbonato e fibra de vidro. Deve-se atentar para o material que as calhas são fabricadas, que devem ser com materiais inertes, como PVC ou outros plásticos, com a finalidade de evitar que partículas tóxicas destes equipamentos não sejam levadas para os reservatórios (MACOMBER, 2001).

## 6.5 Qualidade da Água Pluvial

A água pluvial pode ser reaproveitada de duas maneiras, total ou parcial. A utilização total inclui no uso da água para beber, cozinhar e higiene pessoal. Já a utilização parcial restringe somente em aplicações em alguns pontos hidráulicos, exemplo, nas tubulações que levam à água para os vasos sanitários e para irrigação de jardins (MANO & SCHMITT, 2004).

O processo de tratamento da água da chuva está ligado diretamente à dois fatores importantes, que são a qualidade água coletada e de seu uso final. Para fins não potáveis, a água não exige muitos cuidados de filtração, apesar de muitas vezes ser necessário. Pode ser feito um tratamento como filtração simples, sedimentação natural ou cloração. Já no caso de utilização para consumo é orientado fazer um tratamento mais complexo, como desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa (MAY & PRADO, 2004).

Outro fato que deve ser levado em consideração ao se reaproveitar a água é o local onde ocorre a coleta. Na tabela abaixo mostra as variações da qualidade da água pluvial em relação do local de coleta.

**Tabela 02 - Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta (GROUP RAINDROPS, 2002).**

<b>Grau de purificação</b>	<b>Área de coleta de chuva</b>	<b>Observações</b>
A	Telhados (lugares não freqüentados por pessoas ou animais)	Se a água for purificada, é potável
B	Telhados (lugares freqüentados por pessoas ou animais)	Apenas usos não potáveis
C	Pisos e estacionamentos	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis

## 7 ENERGIA SOLAR

### 7.1 Energia fotovoltaica

Há três tipos de sistemas solares fotovoltaicos que podem ser instalados nos edifícios de apartamentos a fim de economizar energia elétrica: sistema solar fotovoltaico conectado à rede, sistema solar fotovoltaico isolado (com baterias) e sistema solar híbrido, que é a junção dos dois sistemas citados anteriormente.

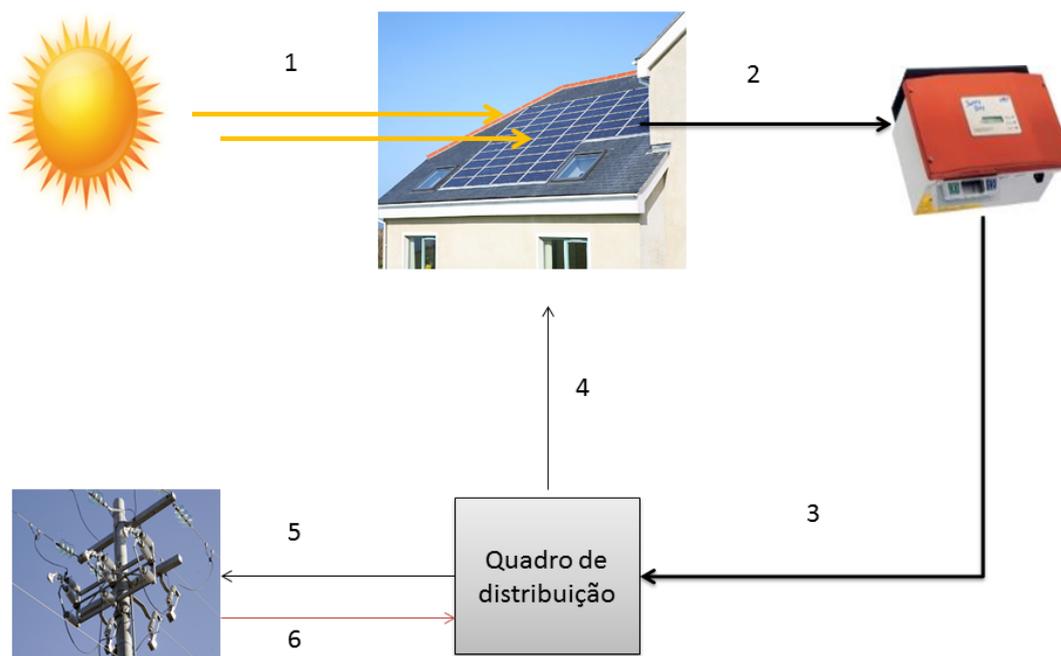
O sistema solar conectado à rede não necessita de baterias para seu funcionamento, o que é uma vantagem, pois, dessa forma, pode injetar energia na rede de sua concessionária local, fornecendo a energia, sem que ocorra nenhum desperdício da energia reservada. Em dezembro de 2015, o governo criou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) como incentivo da geração de energia através de placas solares que possam ser compartilhada com as distribuidoras de energia. Esse programa tem parceria com o BNDES e o Banco do Brasil, que, por exemplo, promovem a instalação de unidades de geração solar em universidades e institutos tecnológicos (O Globo, 2018).

As placas fotovoltaicas devem ser instaladas, de acordo com a norma ABNT NBR 11.704, na posição em que forneçam maior aproveitamento na incidência de luz solar durante o dia. As placas uma vez instaladas adequadamente, a luz solar incide sobre elas, fazendo que absorvam a luz. A placa recebe a luz solar e produz energia elétrica. Essa energia produzida é conduzida até o inversor que transforma a energia em corrente alternada. A energia em corrente alternada é direcionada para o quadro de distribuição e pode prosseguir por dois caminhos: a casa ou a rede.

No primeiro, a energia que vem das placas vai para casa a fim de suprir a sua demanda. Caso as placas produzam mais energia que a casa utiliza, o excesso é direcionado à rede. Assim, fica um crédito correspondente à energia direcionada à rede para o usuário utilizar posteriormente na sua residência ou em outro local de mesmo nome de registro na concessionária. Para isto o medidor de energia é trocado por outro, bidirecional, capaz de registrar a

energia nos dois sentidos (BONASSI, 2018).

Se a energia produzida pela placa não for suficiente para o consumo da habitação, a energia é enviada pela rede para seu complemento. Mas, caso sua produção seja maior que seu consumo, o usuário tem até 5 anos para poder utilizar essa energia (BONASSI,2018). Abaixo segue imagem do esquema relatado:



**Figura 09 – Sistema Fotovoltaico conectado a rede (BONASSI, 2018).**

A maior vantagem do sistema fotovoltaico interligado à rede é que possui vida útil prolongada em até 25 anos, além de baixo custo de manutenção. O sistema não necessita de baterias, conseqüentemente não tem descarte tóxico, maior viabilidade econômica e demanda de pequeno espaço para alocação dos equipamentos. E quando não há insolação, a rede fornece energia (BONASSI, 2018).

Já o sistema isolado opera com o uso de baterias, ou seja, não depende da rede elétrica, sendo assim totalmente independente energeticamente. O sistema inicial da absorção da energia solar é o mesmo do conectado à rede. A energia elétrica é produzida pelas placas e direcionada para o controlador de carga, cuja função é regular a tensão e corrente afim de não danificar as baterias. A energia é armazenada nas baterias para ser consumida na falta de incidência solar nas placas. Neste sistema, parte da energia produzida é armazenada nas baterias. Nos períodos de falta de insolação a casa é abastecida pelas baterias que devem estar carregadas. Toda energia consumida passa de contínua para alternada, compatível com os aparelhos da casa (BONASSI, 2018).

Abaixo segue o esquema do fluxo de energia no sistema isolado:

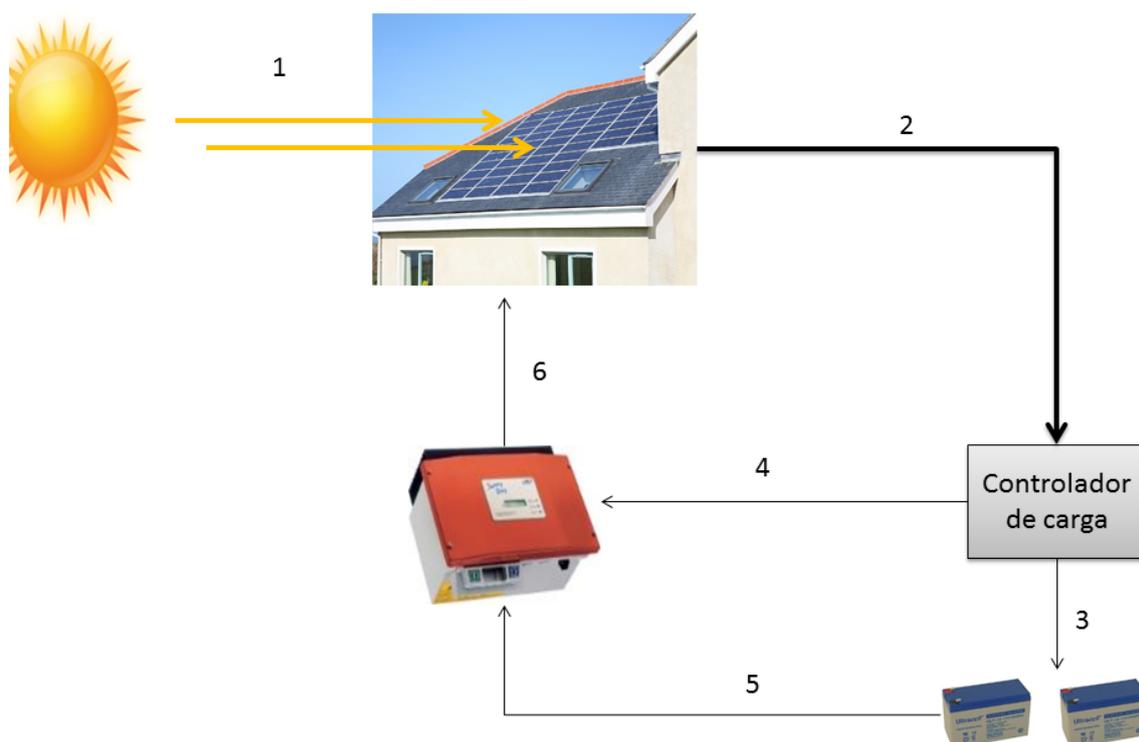


Figura 10 – Sistema Fotovoltaico Isolado (BONASSI, 2018).

A dependência das baterias, cujo ciclo de vida é muito baixo, torna o sistema economicamente pouco viável. A não ser em áreas rurais de difícil acesso para conexão com a rede. (BONASSI, 2018).

O sistema híbrido é a união dos dois sistemas apresentados acima, por exemplo a pessoa pode utilizar as baterias para bomba d'água e sistema de iluminação e o sistema conectado aos demais aparelhos da casa (BONASSI, 2018). Esta opção é complexa e desvantajosa, recomendada somente em casos excepcionais.

## **7.2 Coletores Solares para aquecimento de água**

Este sistema de coletores solares baseia-se na captação dos raios solares para aquecimento d'água. A implementação desse sistema contribui não só para o uso da água aquecida nos apartamentos como também pode ser utilizada para piscina de uso comum dos condôminos (HELIODIN, 2018).

Ao iniciar a proposta para implantação dos coletores solares, cumprindo as exigências legislações vigentes: Lei 15.569, Lei 15.747-1 e Lei 15.747-2, é necessário saber do tamanho do reservatório e a quantidade de placas necessárias que o edifício demanda. Deve-se atentar também para a localização e orientação das placas solares, pois o seu desempenho varia significativamente com a insolação e latitude. No caso do Brasil, os coletores devem estar orientados para o norte a um ângulo próximo da latitude geográfica. É necessário verificar as faixas de sombras que incidem sobre a superfície dos coletores, que pode ser sombreada por outros edifícios próximos (GUIACASAEFICIENTE,2018).

Um indicativo razoável para o projeto do reservatório de água quente é dimensiona-lo para o consumo de 100 litros de água quente por pessoa por dia. A partir daí pode se definir o tamanho total do reservatório para os moradores do edifício. O reservatório deve possuir um isolamento térmico para conservar a água a uma temperatura adequada à sua utilização. E logo após o aquecimento da água, ela é direcionada para os pontos de aquecimento, como chuveiro, torneiras e piscina. A figura abaixo mostra sistema de aquecimento solar da água.

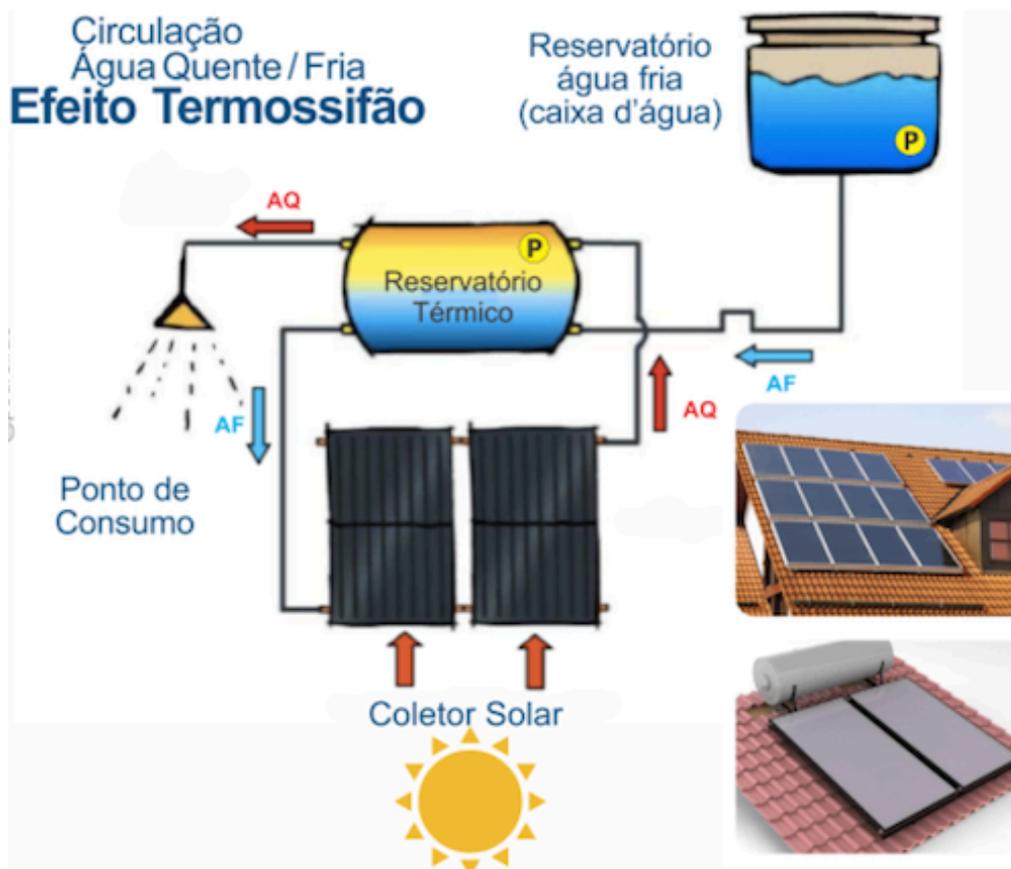


Figura 11 – Sistema de Aquecimento de água (PEDREIRÃO,2018).

Para o uso residencial o sistema de aquecimento solar por efeito termossifão é suficiente, mas no caso em estudo de prédios multifamiliares, é recomendado um sistema de aquecimento solar bombeado, cujas bombas fazem a circulação da água quente (PEDREIRÃO,2018).

Pode haver dias que o aquecimento feito pelas placas seja ineficiente, como no período de inverno e em tempo nublado. Nesse caso, é fundamental uso de sistemas auxiliares de aquecimento de água, como elétrico e a gás (GUIACASAEFICIENTE,2018).

O retorno do investimento das placas solares está ligado diretamente a fatores como: níveis de consumo de água quente, particularidades climáticas e questões ligadas à instalação. A média do prazo varia entre 5 e 10 anos(GUIACASAEFICIENTE,2018).

## 8 ENERGIA ELÉTRICA

Outro aspecto de grande importância que afeta diretamente na economia dos moradores é o uso racional de energia elétrica. Diariamente as pessoas utilizam da energia elétrica para seus fins próprios. É preciso conscientizar as pessoas sobre os hábitos racionais que elas podem adquirir e proporcionar economia não só no custo final da energia, mas também preservar o meio ambiente para gerações futuras. A seguir no gráfico 01 apresenta o consumo médio residencial dos principais eletrodomésticos mais utilizados frequentemente.

### Consumo médio residencial

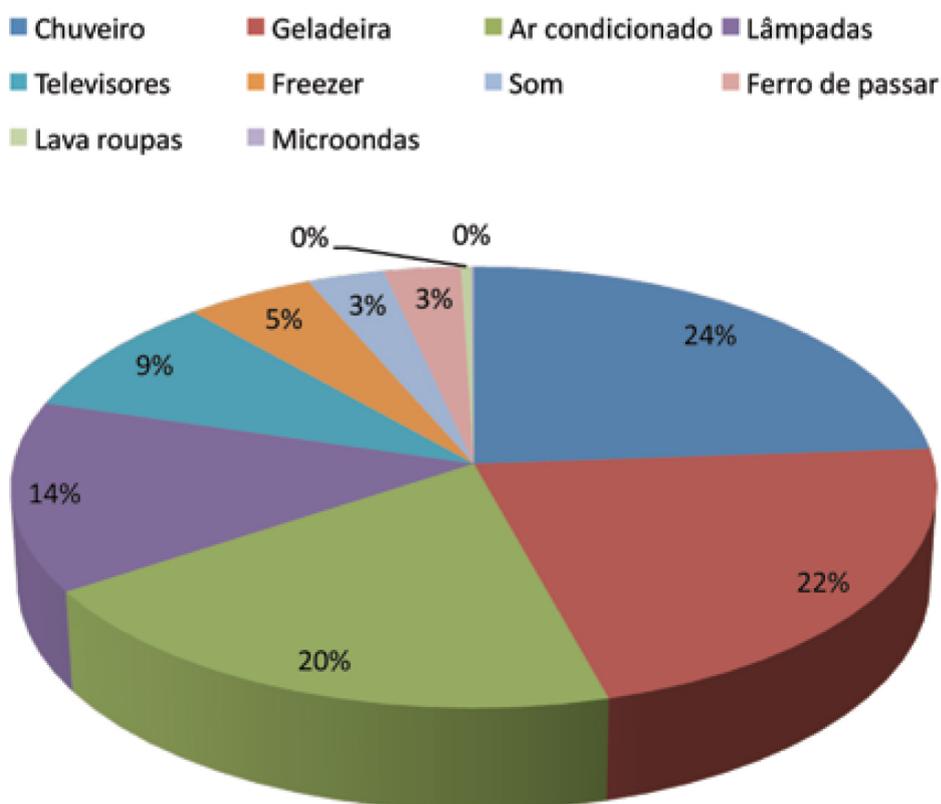


Gráfico 01 – Consumo médio residencial. Fonte: LabEEE.

A seguir serão apresentadas métodos que podem otimizar o uso racional de energia elétrica:

- Utilizar, sempre que possível, aparelhos com etiquetagem de eficiência energética: Etiqueta e Selo PBE.
- Reduzir o uso de energia no horário de pico:

Entre 18 e 21 horas o consumo de energia é mais alto que o restante do dia, com reflexo no custo operacional da operadora resultando em tarifas mais altas, por isso é indicado evitar o uso de aparelhos de elétricos grande porte durante esse período, com por exemplo chuveiro elétrico, ferro elétricos e ar-condicionado (SUDECAP,2015).

- Desconectar os aparelhos da tomada:

Aparelhos que ficam em modo stand-by (modo de espera) como televisores, computadores, aparelhos de som devem ser retirados das tomadas, pois mesmo deligados continuam gastando energia. É possível reduzir consideravelmente o gasto de energia com esse hábito (SUDECAP, 2015).

- Usar cores claras nas paredes:

Nas áreas comuns dos edifícios, como halls dos elevadores, escadas, corredores é indicado evitar cores escuras pois elas requerem lâmpadas de maior potência, que consomem mais energia (SUDECAP, 2015).

- Usar fios de espessura adequada:

Durante a instalação elétrica é preciso que um profissional especializado dimensione os fios adequadamente para tal uso. Para casos existentes, é preciso verificar se o dimensionamento dos fios estão adequados, se não estiverem, deve ser feita a troca da fiação (SUDECAP, 2015).

- Usar modo econômico do computador:

Ativar o recurso de economia de energia do computador, através suas configurações, reduz a quantidade de energia durante o período de uso. Além disso, deixar desligados os acessórios quando não forem utilizados, por exemplo, a impressora (SUDECAP, 2015).

- Comprar aparelhos com selo PROCEL A:

Na hora de comprar um aparelho novo, dar preferência para os que possuem o selo PROCEL A, pois consomem menos energia que os demais (SUDECAP,2015). Os aparelhos que participam do programa de etiquetagem são: congeladores, refrigeradores, lavadoras, televisores, ventiladores, condicionadores de ar e micro-ondas (PROCELINFO, 2018).

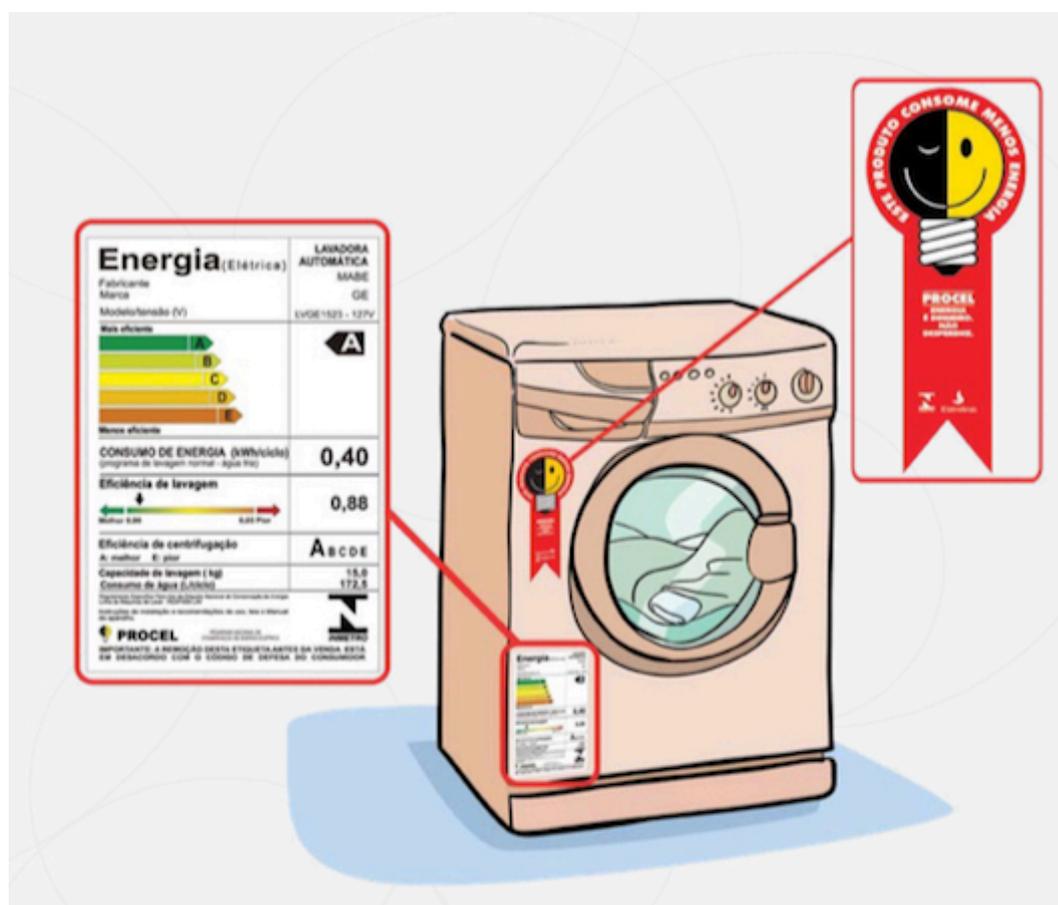


Figura 12 – Selo PROCEL A em aparelho doméstico (SUDECAP,2015).

- Usar adequadamente o micro-ondas:

Evitar utilizar o forno micro-ondas para aquecer líquidos, dar preferência para o fogão nesse caso. Evitar também usar o descongelamento, retirar os alimentos congelados com antecedência ao preparo. Não obstruir a sua saída de ar obtendo maior o rendimento do aparelho e evitando o superaquecimento. Manter a superfície interna sempre limpa para que seu funcionamento seja mais rápido e eficiente (SUDECAP, 2015).

- Usar adequadamente a máquina de lavar:

Lave toda a roupa de uma só vez usando a capacidade máxima que a máquina suporta indicada pelo fabricante. Usar a quantidade certa de sabão, a fim de evitar repetições de enxague. Manter o filtro sempre limpo. Dessa forma é possível economiza água e energia elétrica (SUDECAP, 2015).

- Usar adequadamente o ar-condicionado:

Como já mencionado acima, no ato da compra dê preferência para aparelhos com o selo PROCEL A. Certifique-se do tamanho do ambiente para comprar o equipamento mais adequado para o espaço garantindo maior rendimento do aparelho. Contratar um profissional especializado para fazer a instalação seguindo as instruções de montagem e operação do fabricante. Instale os aparelhos no ponto mais alto do ambiente sem que haja nenhuma obstrução para a circulação livre do ar. Fechar as janelas enquanto o aparelho estiver em funcionamento. É indicado colocar uma proteção nas janelas, como persiana e cortinas, para não deixar a área exposta diretamente ao sol. Deve-se manter o filtro sempre limpo para que o aparelho opere eficientemente e conseqüentemente aumente a eficiência global do sistema. Para ar-condicionado com sistema central, programe as operações para diferentes estações do ano, para o dia e para noite, considerando as

condições específicas de cada região. Essa forma automatizada, otimiza o funcionamento do aparelho e reduz o gasto de energia. É importante evitar o uso desnecessário do equipamento. Não utilizá-lo quando o ambiente estiver vazio ou em lugares de pouca permanência, como os corredores. É recomendado a instalação de termostatos para controlar cada equipamento de aquecimento e mantenha-os devidamente regulados (SUDECAP, 2015).

- Usar adequadamente das geladeiras e freezers:

As geladeiras e freezers devem ser instalados em locais bem ventilados, distantes de aparelho que aqueça, como fogão e forno. Manter os alimentos organizados para facilitar na hora de encontrá-los para diminuir o tempo que a porta fica aberta. Não guardar nenhum alimento aquecido, pois isto atrapalha a circulação do ar. Para evitar que formem camada de gelo é recomendado fazer o degelo periodicamente. Ajuste a temperatura no inverno, pois não precisa ser a mesma de verão. Certifique que o termostato esteja regulado e o estado da borracha de vedação da porta esteja em bom estado para não ocorrer perda de ar enquanto o aparelho estiver fechado. Não utilizar as serpentinas posteriores para secar algum tecido, pois isto compromete o seu funcionamento, exigindo mais energia (SUDECAP, 2015).

- Usar adequadamente o chuveiro:

Regular a chave para posição “verão” nos dias mais quentes. Reduzir o tempo do banho e fechar o registro durante o período que estiver ensaboando ajudam significativamente na economia de energia (SUDECAP, 2015).

- Usar adequadamente o ferro elétrico:

Acumular o máximo de roupa que puder e passe tudo de uma vez. Aproveite o período em que o ferro se aquece e esfria para passar as

roupas leves que precisam de menos calor. E nunca esquecer o ferro ligado (SUDECAP, 2015).

- Usar adequadamente a iluminação:

Trocar as lâmpadas incandescentes e fluorescentes por lâmpadas de LED. Apesar do custo ser mais alto, o investimento é pago com economia de energia elétrica. Além do menor custo de manutenção, aumenta a qualidade da iluminação. Dê preferência às lâmpadas de potência menor, pois elas consomem menos energia e tem o tempo de vida útil maior do que as de potência mais alta. É recomendado também a substituição dos reatores eletromagnéticos por reatores eletrônicos, pois são mais eficientes e não devem ser instalados a uma distância maior que 3 metros da luminária. Sempre que a lâmpada for desativada, o reator deve ser desligado também. Deve-se atentar para a compatibilidade entre as lâmpadas e o reatores, pois precisam ser compatíveis com as respectivas potências e tensões. Assim se evita erros de mau funcionamento ou curtos-circuitos. Em áreas externas, é indicado a instalação de sensores de presença para controlar a iluminação em áreas de pouco movimento, fotocélulas que ascendem ou apagam a luz de acordo com a luminosidade do ambiente, temporizadores que controlam o tempo em que a lâmpada vai ficar em funcionamento. Esses dispositivos asseguram que a iluminação seja ligada somente quando necessário, economizando assim energia. Para a iluminação de áreas externas, em muitos casos, é conveniente utilizar lâmpadas de vapor de sódio ou multivapor metálico, elas produzem mais luz com menor consumo de energia (SUDECAP, 2015).

## 9 CONCLUSÃO

A análise apresentada no presente trabalho para proporcionar o uso racional da água, da energia elétrica e o aproveitamento da água pluvial indica a utilização de métodos e de equipamentos tecnológicos sustentáveis nos edifícios de apartamentos nos hipercentros urbanos, afim de reduzir o consumo de insumos essenciais como a água e a eletricidade.

É importante que, para tal, os moradores desenvolvam hábitos adequados, tornando-os usuais no seu dia-a-dia. Deve-se utilizar de preferência equipamentos com selo Procel de maior eficiência energética que resultam em menor consumo energético e em retorno do investimento em prazo razoável para os usuários.

Dispositivos que auxiliam a redução de consumo de água e de energia elétrica durante a utilização são apresentados para acoplamento, complementação ou substituição em aparelhos como chuveiros, torneiras e bacias sanitárias.

O aproveitamento da energia solar para geração elétrica fotovoltaica proporciona uma considerável redução no consumo de eletricidade adquirida da concessionária elétrica. Quando usado para o aquecimento de água, há uma redução no consumo energético que seria utilizado para esta finalidade (eletricidade, gás, etc.).

A economia de água e de energia elétrica, além das citadas aplicações de aproveitamento da energia solar, são essenciais para a garantia de uma boa qualidade de vida no presente e futuro. Acrescente-se ao impacto econômico que se tem com o uso racional dessas fontes, as consequências positivas para o meio ambiente que são de extrema importância.

O presente trabalho teve a limitação por não incluir um estudo de caso específico. Sugere-se que este tema possa ser abordado em trabalhos futuros, desenvolvendo o estudo de habitações enfocando a análise dos dados de consumo e a possível economia de energia elétrica e de água, como também o aproveitamento de energia solar para geração fotovoltaica e aquecimento de água.

## REFERÊNCIAS

- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acessado em Junho de 2018.
- AQUÍFERO GUARANI. Disponível em: <http://www.oaquiferguarani.com.br>. Acessado em Junho de 2018.
- BELLA CALHA. Disponível em: <http://www.bellacalha.com.br>. Acessado em Junho de 2018.
- BOGO, AJ; VOSS, M. Análise bioclimática de edificações visando avaliação de conforto ambiental e de desenvolvimento sustentável. 2001.
- BONASSI, Marcus. Energia solar em sua casa – As diferenças entre o sistema isolado e conectado à rede. 26 de Abril, 2016. Disponível em: <http://amtsolar.com.br/energia-solar-em-sua-casa-conheca-os-componentes-basicos-necessarios>, acessado em 11/07/2018.
- CELITE, 2018, desenvolvido pela Celite, disponível em [www.celite.com.br](http://www.celite.com.br), acessado em 05/07/2018.
- COELHO, A. C., MAYNARD, J. C. B., 1999, Medição individualizada de água em apartamentos, 1. ed. Recife, PE, Comunicarte.
- DECA, 2018, desenvolvido pela DECA, disponível em [www.deca.com.br](http://www.deca.com.br), acessado em 05/07/2018.
- DOCOL, 2018, desenvolvido pela DOCOL, disponível em [www.docol.com.br](http://www.docol.com.br), , acessado em 05/07/2018.
- FABRIMAR, 2018, desenvolvido pela Fabrimar, disponível em [www.fabrimar.com.br](http://www.fabrimar.com.br), acessado em 05/07/2018.
- GHISI, E. A Influência da Precipitação Pluviométrica, Área de Captação, Número de Moradores e Demandas de Água Potável e Pluvial no Dimensionamento de Reservatórios para Fins de Aproveitamento de Água Pluvial em Residências Unifamiliares. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina

como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N° 026/DDPP/2006. Florianópolis, 2006.

GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da Água de Chuva. Editora Organic Trading, 1a Edição, Curitiba, 2002.

GUIACASA EFICIENTE, 2018, desenvolvido pela Guia Casa Eficiente, disponível em <http://www.guiacasaeficiente.com/Solar/SolarTermica.html>, acessado em 12/07/2018.

HELODIN, 2018, Desenvolvido por Helodin Aquecedor Solar, disponível em <http://heliodin.com.br/blog/instalacao-de-aquecedor-solar-em-predios/>, acessado em 12/07/2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010.

LABEEE – LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/>, acessado em 18/09/2018.

LIMA, Eduardo Campos. Habitação Popular Eficiente. Revista Técnica, 2016. P 16 a 21.

MACOMBER, P.S.H. Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii. Department of Natural Resources and Environmental Management. College of Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawaii at Manoa, 2001.

MANO, R. S.; SCHMITT, C. M. Captação Residencial de Água Pluvial, para Fins Não Potáveis, em Porto Alegre: Aspectos Básicos da Viabilidade Técnica e dos Benefícios do Sistema. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais....CD Rom, 2004.

MAY, S. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MAY S.; PRADO R. T. A. Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais..CD Rom, 2004.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Guia prático de eficiência energética: reunindo a experiência prática do projeto de etiquetagem: Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Cultura. Brasília: MMA, 2014. 93 p.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional 2013 – Ano Base 2012. Relatório Final. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Esplanada nos Ministérios – Bloco U – Brasília - DF, 2013.

O GLOBO, Jornal O Globo. Disponível em:

<https://oglobo.globo.com/economia/governo-cria-programa-de-incentivo-geracao-de-energia-solar-18302233>, acessado em 12/09/2018

PEDREIRÃO, 2018. Desenvolvido por Pedreirão. Disponível em

<https://pedreira.com.br/funcionamento-sistema-aquecimento-solar/>, acessado em 12/07/2018.

PROCELINFO, 2018. Desenvolvido por PROCELINFO. Disponível em

<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={B70B5A3C-19EF-499D-B7BC-D6FF3BABE5FA}>, acessado 14/09/2018.

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ L. A. Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais em Postos de Combustíveis: Estudos de Caso. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais.... CD Rom, 2004.

SUDECAP – Setor de Eficiência Energética da Superintendência de Desenvolvimento da Capital de Belo Horizonte. Cartilha da Economia de Energia 75 Dicas, 2015.

TOMAZ, P. A Economia de Água para Empresas e Residências – Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água. Navegar Editora, São Paulo, 2001a.

UNIÁGUA. Universidade da água. Água no Planeta. Disponível em:  
<http://www.uniagua.org.br>. Acessado em outubro de 2018.