

MONOGRAFIA

"SUSTENTABILIDADE APLICADA À ECONOMIA DE ÁGUA E ENERGIA EM HABITAÇÃO"

Autor: Oneida Oliveira Heiderick

Orientador: Prof. José Cláudio Nogueira Vieira

Janeiro/2012

ONEIDA OLIVEIRA HEIDERICK

**"SUSTENTABILIDADE APLICADA À ECONOMIA DE ÁGUA
E ENERGIA EM HABITAÇÃO"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia UFMG.

Ênfase: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Orientador: Prof José Cláudio Nogueira Vieira

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2012

À Deus, autor e regente da sinfonia da vida.

AGRADECIMENTOS

Aos professores da especialização que nos levaram a um patamar mais elevado do conhecimento. Em especial a Profa. Maria Teresa que nos ensinou também com seu exemplo de vida.

Aos colegas da especialização por serem companhia tão boa, agradável e amiga durante todo o ano nessa jornada. Em especial a Izabel que se tornou minha amiga irmã.

À minha família e aos meus amigos por suportarem minhas ausências.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	03
2. SUSTENTABILIDADE	05
2.1. Definição	05
2.2. Desenvolvimento Sustentável	06
2.3. Construção Sustentável	08
3. CONSUMO DE ÁGUA.....	11
3.1. Fonte.....	11
3.2. Uso na habitação	13
3.3. Dispositivos economizadores de água	14
3.4. Fontes alternativas de água	17
3.4.1. Aproveitamento de água de chuva.....	18
3.4.2. Reuso de água cinza	22
3.4.3. Viabilidade e implantação	25
4. CONSUMO DE ENERGIA	27
4.1. Energia.....	27
4.2. Fontes.....	27
4.2.1. Fontes renováveis	27
4.2.2. Fontes não renováveis.....	28
4.3. Consumo de energia elétrica no Brasil.....	30
4.4. Consumo de energia elétrica residencial.....	31
4.5. Uso eficiente de energia elétrica	33
4.6. Fontes alternativas de energia em residência	36
5. ANÁLISE DE VIABILIDADE.....	39
6. CONCLUSÃO.....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Dimensões da sustentabilidade.....	7
Figura 3.1 – Distribuição de água no planeta.....	11
Figura 3.2 – Distribuição de água Doce no planeta.....	12
Figura 3.3 – Consumo de água no Brasil.....	12
Figura 3.4 – Consumo de água em residência.....	14
Figura 3.5 – Dispositivo duplo de descarga.....	14
Figura 3.6 – Regulador de vazão.....	14
Figura 3.7 – Arejador.....	15
Figura 3.8 – Esquema de circulação de água cinza.....	18
Figura 3.9 – Foto retentor de folhas.....	19
Figura 3.10 – Reservatório de autolimpeza.....	20
Figura 3.11 – Esquema de instalação reuso á água cinza.....	23
Figura 3.12 – Esquema de tratamento de água cinza.....	24
Figura 3.13 – Esquema mais completo de tratamento de água cinza.....	25
Figura 4.1 – Fontes de energia e percurso até o usuário final.....	28
Figura 4.2 – Fontes de energia no mundo.....	29
Figura 4.3 – Fontes de energia no Brasil.....	30
Figura 4.4 – Consumo de energia elétrica por setor.....	30
Figura 4.5 – Participação dos eletrodomésticos no consumo das residências	32
Figura 4.7 – Carta Bioclimática de Giovani.....	34
Figura 4.8 – Ventilação cruzada.....	35
Figura 4.9 – Ventilação vertical	35
Figura 4.10 – Esquema de funcionamento de aquecimento solar.....	36
Figura 4.11 – Consumo de energia equipamento x horas.....	37
Figura 4.12 – Geração de energia fotovoltaica.....	38
Figura 5.1 – Distribuição de gasto de água.....	43
Figura 5.2 – Distribuição de gasto de água com reuso.....	44

Figura – 5.3 Filtros de água cinza em condomínio.....	46
Figura – 5.4 Torneira com água de reuso.....	47
Figura – 5.5 Filtros de tratamento de água cinza.....	47
Figura – 5.6 Estação de tratamento de água cinza ETAC 1000.....	48
Figura – 5.7 ETAC- Estação de tratamento de água cinza.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Economia gerada com dispositivos economizadores.....	15
Tabela 3.2 Índice pluviométrico x área de telhado.....	20
Tabela 3.3 Classificação de águas residuais.....	21
Tabela 5.1 Custo da água tratada.....	39
Tabela 5.2 Comparativo de consumo de água em bacias sanitárias.....	40
Tabela 5.3 Economia com bacias sanitárias.....	40
Tabela 5.4 Comparativo de consumo de água em chuveiros.....	41
Tabela 5.5 Economia de água com chuveiro.....	41
Tabela 5.6 Comparativo de consumo de água em torneiras.....	42
Tabela 5.7 Economia de água com torneiras.....	42
Tabela 5.8 Gasto mensal com água.....	44
Tabela 5.9 Economia com reuso de água cinza.....	45

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

AsBEA = Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

ASFAMAS= Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento

BEN= Balanço Energético Nacional

CBCS = Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

ECO-92 = Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

EDP= Energia De Portugal

IPEMA= Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica

IUCN= Internactional Union for the Conservation of Natural Resources

NBR = Norma Brasileira

OIE= Oferta Interna de Energia

ONU = Organização das Nações Unidas

PNAD= Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PROCEL = Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

SABESP= Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

UNEP= United Nations Environment Programme

USP = Universidade de São Paulo

RESUMO

O presente trabalho foca no uso de água e energia na habitação porque o setor residencial é o segundo setor que mais consome energia, ficando atrás somente do setor industrial e, no caso de água, fica atrás somente da agricultura.

Considerando a vida útil de uma edificação 80% do custo vai ser gasto com o uso e operação, e o maior gasto nessa operação vai ser com o consumo de água e energia.

O conceito de sustentabilidade, bem como seu surgimento foi descrito de forma sucinta e o maior enfoque foi dado no consumo de água e energia citando suas fontes e disponibilidade, o uso eficiente dos recursos, dispositivos e equipamentos economizadores e fontes alternativas para serem usadas nas habitações.

1. INTRODUÇÃO

A exploração indiscriminada dos recursos naturais vem provocando alterações ambientais em todo o planeta. Conscientes das mudanças provocadas pela depredação humana, diversas esferas de sociedades, países e governos vem promovendo várias discussões em prol de chegarem à ações que diminuam os impactos do homem na natureza.

Sabe-se hoje, que a solução para o planeta não fica somente na esfera ambiental, mas também na econômica e social. É o que se denomina hoje de Sustentabilidade, que é um modelo de crescimento consciente de consumo responsável.

O desenvolvimento sustentável procura o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável, suprimindo a necessidade dessa geração, sem prejudicar as necessidades das futuras gerações.

A água, recurso cada vez mais escasso, deve ser visto como tal, e mudanças de hábitos em toda a sociedade precisam ser implantados. No que diz respeito a edificações elas devem ser concebidas de forma a consumir menos água possível, utilizando equipamentos e dispositivos economizadores de água, bem como captar água de chuva e fazer reuso de águas cinzas para uso, onde não é necessário água potável.

A energia elétrica, a mais utilizada nos grandes centros urbanos nas habitações, da mesma forma precisa ser vista como um bem precioso que deve ser bem usado. As edificações precisam ser projetadas de modo a necessitar o mínimo possível de luz e climatização artificial, utilizando bem a ventilação natural como também materiais que proporcionem conforto ambiental. O uso de aquecimento de água por energia solar pode ser utilizado em boa parte do Brasil, e se mostra eficaz no que diz respeito à economia de energia elétrica, que pode chegar a 30% de redução do consumo.

Considerando o custo de vida útil de uma edificação, segundo CEOTTO, 80% do que vai ser gasto será para a sua operação, isto é, consumo de água e energia e manutenções. É um custo muito alto, o que torna necessário mudança de

paradigma em relação ao consumo e criar sistemas de gestão de água e energia para a habitação.

“Um edifício será tão mais sustentável quanto maior for a economia de sua operação” (CEOTTO, 2008).

Para mitigar os custos de uma edificação no seu uso e operação, as medidas economizadoras devem ser concebidas nos projetos. Não há edificação sustentável sem uma concepção sustentável, sem uma arquitetura sustentável, sem uma construção sustentável e sem um modo de consumo sustentável.

2. SUSTENTABILIDADE

2.1 Definição

Sustentabilidade se refere a todo processo em que tem a qualidade de visar a continuidade e preservação. Refere-se a toda atividade humana que não extingue os recursos de seu ambiente, dando-lhe tempo e condições para que se renove, seja isto por meio natural ou também por ação humana.

A detecção de alguns problemas no planeta fizeram com que a partir da década 60, a comunidade científica voltasse, mais enfaticamente, sua atenção para o meio ambiente, alertando sobre uma possível escassez de recursos, extinção de espécies e diversos riscos para a saúde humana.

Em 1972, a ONU realiza uma conferência sobre o Meio Ambiente Humano (*United Nations Conference on the Human Environment* – UNCHE) em Estocolmo. Foi a primeira grande reunião internacional onde foi discutida a responsabilidade de todos sobre a degradação ambiental que vai além de fronteiras atingido o planeta como um todo. Da Declaração de Estocolmo surgiu um Plano de Ação definindo princípios de preservação e recuperação ambiental e de defesa dos recursos naturais pensando nas gerações futuras.

Em 1980, a palavra *Sustentabilidade* foi usada pela primeira vez na publicação *World Conservation Strategy*, da IUCN (International Union for the Conservation of Natural Resources) onde se começou a discutir qual era o melhor meio de desenvolvimento, sem, contudo, deteriorar irreversivelmente o meio ambiente e seus recursos naturais.

O Relatório BRUNDTLAND, desenvolvido pela Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento, publicado em 1987, trouxe o conceito de *desenvolvimento sustentável* como aquele que “atende as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades”. O relatório propôs conciliar o desenvolvimento econômico com o cuidado na preservação dos ecossistemas e da biodiversidade.

Na ECO-92, a Conferência das Nações Unidas sobre meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, foi discutido o desenvolvimento sustentável resultando na chamada AGENDA 21, que lançou recomendações com metas ambientais para todos os países. Foi enfatizada a participação de toda a sociedade em prol da manutenção dos ecossistemas e da saúde humana com a exploração dos recursos naturais de forma sustentável, sem impedir o desenvolvimento dos países.

Em 1997, em Quioto no Japão foi realizado um tratado internacional onde os 35 países mais industrializados assumiram um compromisso de reduzirem em 5,2% em relação aos níveis de 1990, a emissão de gases que agravam o efeito estufa. É o conhecido Protocolo de Quioto.

Em 2002 em Johannesburgo a Conferência Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio +10) ratificou as metas da Agenda 21 buscando maior integração das três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental.

2.2 Desenvolvimento Sustentável

“O conceito foi introduzido no início da década de 1980 por Lester Brown, fundador do Worldwatch Institute, que definiu comunidade sustentável como a que é capaz de satisfazer às próprias necessidades sem reduzir as oportunidades das gerações futuras.” (CAPRA in TRIGUEIRO, 2005, 19). Simplificando, pode-se dizer que é a propriedade de um processo que, além de continuar a existir no tempo, é também capaz de manter padrão positivo de qualidade, apresentar autonomia de manutenção, pertencer simbioticamente a uma rede de coadjuvantes também sustentáveis e promover a dissipação de estratégias e resultados, em detrimento de qualquer tipo de concentração e/ou centralidade, tendo em vista a harmonia das relações sociedade-natureza. Por isso, corrobora com este conceito a descrição do Dicionário Aurélio, adj. “Que se pode sustentar, manter”.

É um modelo de desenvolvimento que abrange as dimensões econômica, sociocultural e ambiental em contraste ao desenvolvimento praticado há anos, e que pode ser considerado, conforme Ignacy Sachs, como sendo

“ecologicamente predatório na utilização dos recursos naturais, socialmente perverso com geração de pobreza e extrema desigualdade social, politicamente injusto com concentração e abuso de poder, culturalmente alienado em relação aos próprios valores e eticamente censurável no respeito aos direitos humanos e aos das demais espécies” (Ignacy Sachs, 2000).



Figura 2.1 - Dimensões da sustentabilidade (ELKINGTON, 1994).

2.3 Construção Sustentável

A população no planeta vem crescendo de forma acelerada impactando nos centros urbanos, já que a taxa de urbanização no planeta ultrapassa os 50%.

Em países em desenvolvimento esse crescimento vem ocorrendo de forma desordenada gerando impactos ambientais e sociais, inclusive fazendo com que a qualidade de vida nos centros urbanos diminua.

A construção civil é responsável pelo ambiente construído, a saber, as edificações, estradas, praças, pontes, etc., e é a atividade humana que gera mais impactos ambientais.

Segundo os índices do *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*, a atividade da construção civil consome:

- 12-16% de consumo de água;
- 25% da madeira florestal;
- 30% a 40% da produção de matéria-prima extrativa;
- 40% da produção de energia; E gera:
 - 40% do total dos resíduos, dos quais 15% são depositados em aterros sanitários;
 - 20% a 30% da produção de gases que gera o efeito estufa.

A construção sustentável, enquanto um processo também criativo, é aquela que equilibra proteção ambiental, justiça social e viabilidade econômica. Segundo Silva, esta construção pode ser definida como sendo

“um processo criativo de transformação do meio com a ajuda de técnicas ecologicamente prudentes, concebidas em função das potencialidades desse meio, impedindo o desperdício inconsiderado dos recursos, e cuidando para que estes sejam empregados na satisfação das necessidades de todos os membros da sociedade, dada a diversidade dos

meios naturais e dos contextos culturais” (SILVA, 2006).

Nesse sentido, as estratégias poderão ser múltiplas e só serão concebidas a partir de um espaço endógeno das populações consideradas (FEEMA, 1990).

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA e o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável - CBCS destacam algumas práticas da construção sustentável:

- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Utilização do mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
- Implantação e análise do entorno;
- Tentativa de não provocar e reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Gestão sustentável da implantação da obra;
- Adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Uso de matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência do processo;
- Redução do consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- Introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- Educação ambiental: Conscientização dos envolvidos no processo.

O conceito de construções sustentáveis deve estar presente em todo o ciclo de vida da edificação: desde sua concepção, passando pelos projetos, construção uso e operação até sua demolição.

O objetivo da construção sustentável não é somente, construir com menor impacto ambiental, baixo custo, redução do consumo de água e energia, gestão dos resíduos durante a obra, mas também gerar qualidade de vida.

3. CONSUMO DE ÁGUA

3.1 Fonte

A água é um elemento de extrema importância à saúde pública e à preservação da vida, devendo, desta forma, ser considerada como um recurso finito.

Com o crescente aumento da população e do setor industrial e anos de poluição de água dos rios, lagos e reservatórios, a disponibilidade de água diminuiu em todo o planeta. Há situações em que são irreversíveis, como é o caso de algumas nascentes que morreram. Assim, os mananciais existentes devem ser preservados e a forma de consumo desse bem tão importante à vida deve ser repensado em toda a sociedade.

Segundo a *United Nations Environment Programme* – UNEP, 97,5% da água existente no planeta é salgada. Em relação à água doce disponível no planeta, os dados mostram que 79,16% estão em geleiras, 20,56% estão no subsolo, 0,24 % estão em rios e lagos e 0,04% estão na atmosfera.

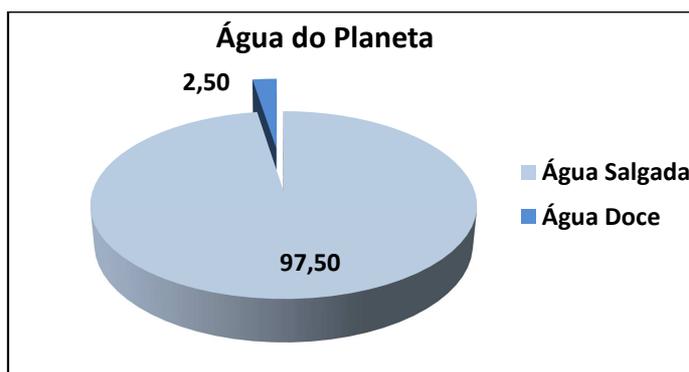


Figura 3.1 – Distribuição de água no planeta Fonte: Universidade da água

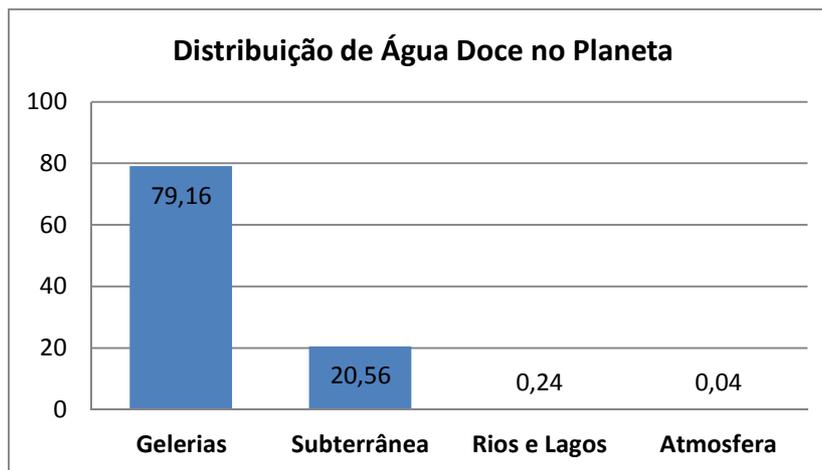


Figura 3.2 – Distribuição de água Doce no planeta

Fonte: Universidade da água

No Brasil, 64,7% da água consumida vai para a irrigação, 13,9% vai para a indústria, 16,4% vai para o consumo humano e 4,9% vai para dessedentação de animais, segundo Tucci.

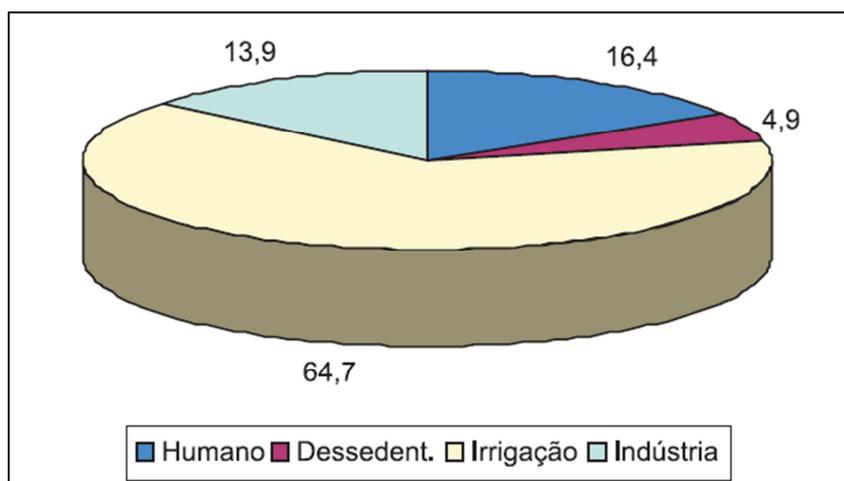


Figura 3.4 – Consumo de água no Brasil

Fonte: Tucci, Carlos E. M. Gestão da água no Brasil – Brasília : UNESCO, 2001.

O Brasil possui 14% da água doce superficial do mundo, porém 68% desse recurso se encontra na região Norte, onde tem apenas 7,6% da população do País. Em contrapartida, no Nordeste tem 28% da população brasileira e apenas 3% de água doce potável.

Essa situação fica mais crítica nos centros urbanos, onde há maior concentração de habitantes, conseqüentemente, mais construções e menos cursos d'água preservados. Cada vez mais, a água potável precisa ser trazida de regiões mais distantes, porém, isto onera excessivamente seu custo.

“A conservação da Água pode ser definida como qualquer ação que:

- reduz a quantidade de água extraída em fontes de suprimento;
- reduz o consumo de água;
- reduz o desperdício de água;
- aumenta a eficiência do uso de água;
- aumenta a reciclagem e o reuso de água.”

3.2 Uso na Habitação

No desenvolvimento sustentável, a gestão de águas é indispensável para as edificações, pois contribui para uma utilização mais eficiente da água.

De acordo com a Organização das Nações Unidas, “cada pessoa necessita de 3,3 m³/pessoa/mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene). No entanto, no Brasil, o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros/dia” (Fonte: SABESP).

De acordo com estudos realizados na Universidade de São Paulo - USP, em uma residência, a bacia sanitária é responsável por 29% do consumo de água, o chuveiro 28%, a pia da cozinha 17%. São os maiores consumidores de água em uma residência. Esses valores mudam de acordo com o hábito de cada morador, quantidade de equipamentos e nível social.

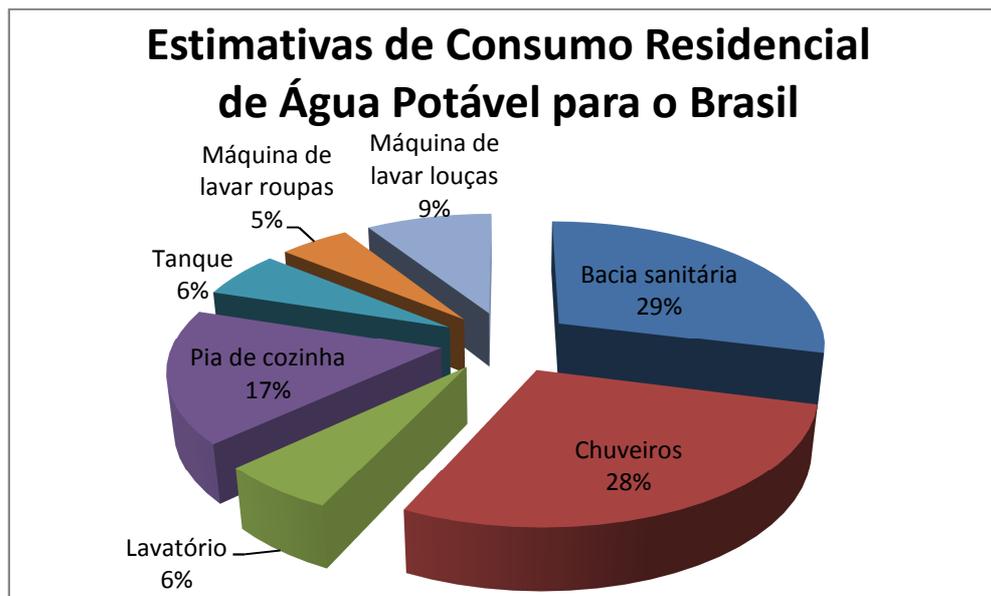


Figura 3.4 – Consumo de água em residência

Fonte: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO- USP. Pura.1999.

3.3 Dispositivos economizadores de água

Os equipamentos economizadores de água são vantajosos, não só pelo aspecto ambiental, mas também, pelo aspecto econômico. Todo investimento que é feito com a compra dos dispositivos economizadores é rapidamente recuperado pela economia gerada, sendo assim viáveis financeiramente.

- **Bacia duplo acionamento.**

Sistema que oferece duplo acionamento da descarga, permitindo a dosagem de água, de 3 ou 6 Litros.



Figura 3.5 – dispositivo duplo de descarga

Fonte: Docol

- **Redutores de Vazão**

Dispositivo regulador de vazão a ser utilizado em instalações hidráulicas, junto a torneiras, chuveiros e outras peças, visando adequar a vazão máxima dessas peças às vazões desejada, proporcionando assim, maior conforto e menor consumo de água.



Figura 3.6 regulador de vazão

Fonte: fabrimar

- **Torneira com arejador**

O arejador é um componente instalado na extremidade da bica de uma torneira que reduz a seção de passagem da água através de telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento de água.



Figura 3.7 arejador

Fonte: fabrimar

As torneias econômicas ainda podem ter sensor de presença e hidromecânicas que tem um temporizador não permitindo que a torneira fique muito tempo acionada.

Também podemos citar como dispositivos economizadores de água a válvula de descarga com ciclo seletivo.

Em condomínios com várias habitações a medição individualizada de água aponta uma economia de até 25% do consumo.

A tabela abaixo mostra a comparação entre produtos convencionais e produtos economizadores de água.

Equipamento Convencional	Consumo	Equipamento Economizador	Consumo	Economia
Bacia com caixa acoplada	12 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	40%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	32%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	62%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 12 litros/min	0,20 litros/seg	41%
Torneira de pia - até 6 mca	0,23 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	57%
Torneira de pia - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	76%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Regulador de vazão	0,13 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,21 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	62%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	76%
Torneira de jardim - 40 a 50 mca	0,66 litros/seg	Regulador de vazão	0,33 litros/seg	50%
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	1 litro/seg	50%

Tabela 3.1 Economia gerada com dispositivos economizadores

Fonte: Relatório Mensal 3 Projeto de Pesquisa Escola Politécnica / USPxSABESP - Junho/96 e informações técnicas da ASFAMAS.

“Os equipamentos economizadores de água trazem grande vantagem para a redução do consumo de água, mas o valor percentual de economia pode variar em função da pressão do ramal de alimentação, do número de usos (frequência), tempo de acionamento e hábitos dos usuários” SABESP.

3.4 Fontes alternativas de água

Conforme Asano,

“A falta de recursos hídricos e o aumento dos conflitos pelo uso da água geraram a emergência da conservação e do tratamento e reuso, como componentes formais da gestão de recursos hídricos. Os benefícios inerentes à utilização de água recuperada para usos benéficos, ao contrário de disposição ou descarga, incluem preservação de fontes de qualidade elevada, proteção ambiental e benefícios econômicos e sociais”. (Asano et al., 2007).

Em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (United Nations) propôs que “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior”. O conceito de “substituição de fontes” (Hespanhol) pode ser empregado em usos menos restritivos deixando a água potável para ser usada apenas para o consumo humano.

Na maioria das edificações, a água potável é utilizada para a realização de todas as atividades, na gestão de águas poderia se adotar o uso de água menos nobres para suprir as demandas que necessitam de água de qualidade inferior.

As águas cinzas e as águas pluviais podem ser utilizadas para consumo não-potável na habitação, como em bacias sanitárias, torneiras para rega de plantas e lavagem de veículos e pátios, lavagem de roupa, enfim, todo uso que não necessita de água potável.

3.4.1 Aproveitamento de água de chuva

O principal benefício da implantação de captação e uso das águas das chuvas é a conservação da água potável. Mas se essa captação é feita nos grandes centros urbanos, ajuda na prevenção das enchentes causada pela sobrecarga da rede pluvial na ocorrência de chuvas fortes.

A água da chuva pode ser coletada dos telhados, lajes, terraços, pátios, calçadas e estacionamento. Porém, a água menos contaminada é captada dos telhados e lajes, necessitando assim, se for o caso, de um tratamento simplificado para o uso.

A água de captação de chuvas é considerada água não potável, sendo o seu uso restrito a uso em descargas sanitárias, rega de jardins e hortas, lavagem de roupas, etc. sendo recomendado que as torneiras abastecidas por essa água tenha uma placa indicando que a água não é potável.

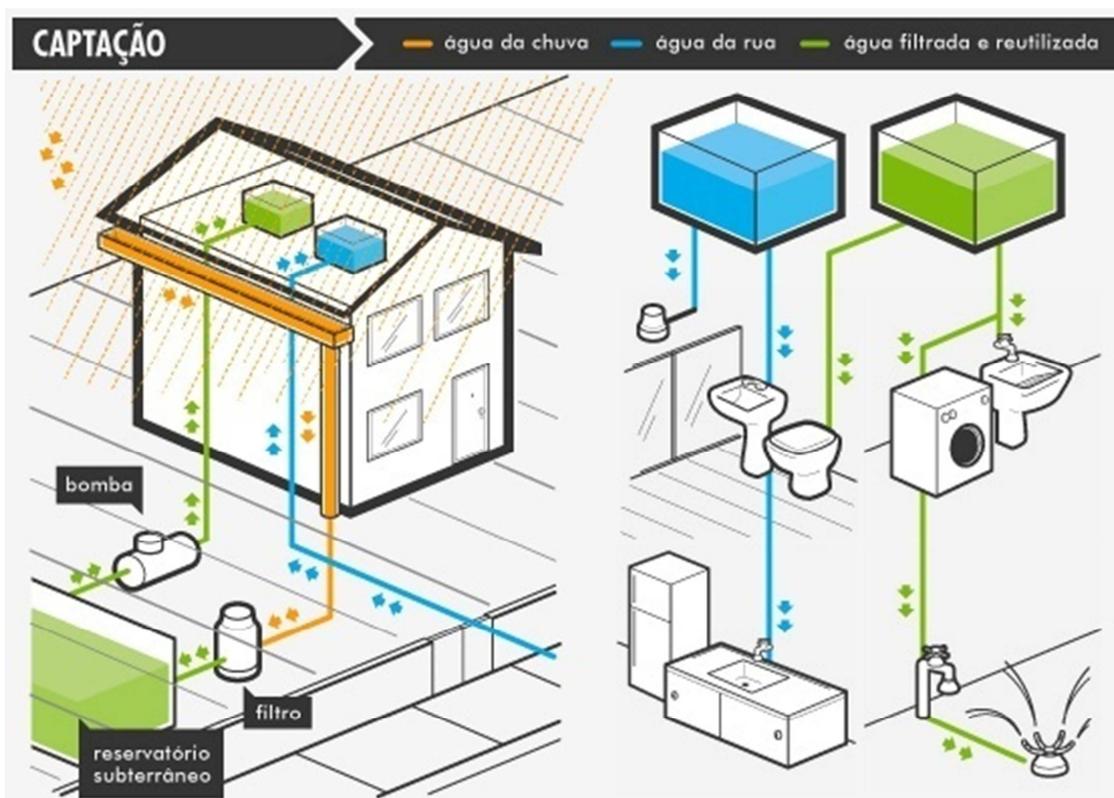


Figura 3.8 – Esquema de circulação de água cinza

Fonte: <http://www.bluee.com.br/noticias/aprenda-como-reaproveitar-a-agua-da-chuva>

As calhas que recolhem água do telhado devem possuir grade ou ter no bocal de entrada dos condutos tela para não permitir que folhas e galhos entrem para o sistema.



Figura 3.9 – Foto retentor de folhas
Fonte: Havesting

A maior parte da contaminação da água da chuva ocorre durante sua captação. Essa primeira chuva leva consigo poeira, fezes de animais que tem acesso ao telhado (gato, pássaros, ratos), e até restos de animais mortos. A primeira chuva deve ser descartada de modo que não entre para dentro do reservatório.

Segundo a NBR 15.527/2007, o dispositivo de descarte de água deve ser dimensionado pelo projetista ou considerar o descarte de 2mm da primeira chuva. Esse dispositivo pode ser um equipamento encontrado no mercado ou num sistema mais simples, uma caixa que vai receber a primeira chuva e somente depois do seu transbordamento a água é direcionada para o reservatório.

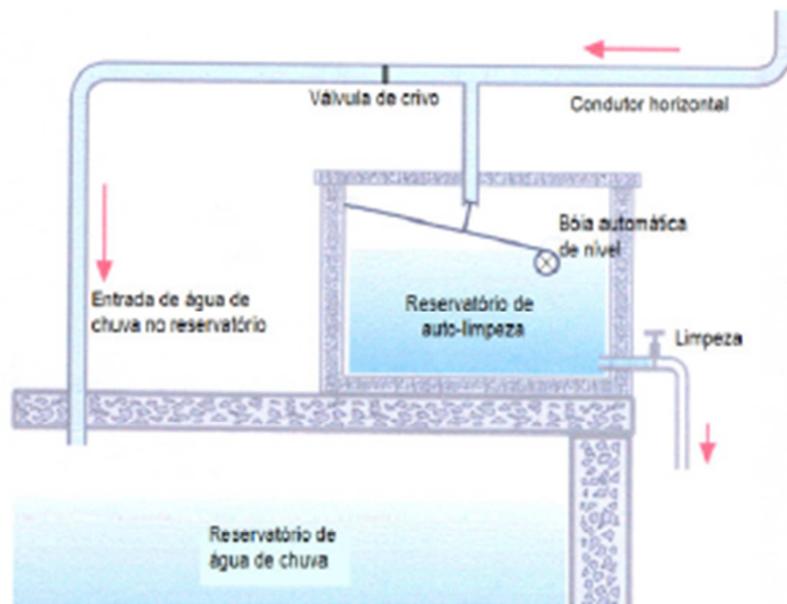


Figura 3.10 – Reservatório de autolimpeza

Fonte: May (2008).

A água da chuva é armazenada em um reservatório de acumulação que pode ser de concreto armado, alvenaria, aço, plástico, etc. E pode estar enterrado, elevado ou sobre laje. Esse reservatório deve ficar completamente vedado não permitindo a entrada de luz para que seja minimizada a proliferação de microrganismos e que tenha no seu extravasor grade para não permitir entrada de animais.

O tratamento que vai ser dado a essa água vai depender da qualidade da água coletada e para que finalidade essa água será usada. Normalmente além dos cuidados citados anteriormente o único tratamento é a filtração.

Segundo a empresa ACQUASAVE, o reservatório pode ser dimensionado segundo a tabela 3.2.

1) Capacidade de captação (m³/ano)

O resultado da tabela é em metros cúbicos por ano.
Para se ter o volume médio mensal, dividir por 12.

Índice pluviométrico (mm) anual	Área do telhado (m ²)							
	100	200	300	400	500	1000	1500	2000
800	72	144	216	288	360	720	1080	1440
900	81	162	243	324	405	810	1215	1620
1000	90	180	270	360	450	900	1350	1800
1100	99	198	297	396	495	990	1485	1980
1200	108	216	324	432	540	1080	1620	2160
1300	117	234	351	468	585	1170	1755	2340
1400	126	252	378	504	630	1260	1890	2520
1500	135	270	405	540	675	1350	2025	2700
1600	144	288	432	576	720	1458	2400	2880

Tabela 3.2 – Índice pluviométrico x área de telhado

Fonte: Acquase

Índices pluviométricos de algumas capitais

média de 1997 a 2000	Porto Alegre	1453	Belo Horizonte	1417
	Florianópolis	1783	Brasília	1405
	Curitiba	1771	Salvador	2021
	São Paulo	1515		

Consulte outras capitais: www.inmet.gov.br

2) Volumes de uso de água

Vaso sanitário	1.200 litros/mês/pessoa
Máquina lavar roupa	600 litros/mês/pessoa
Jardim (irrigação)	30 litros/m ² /mês
Lavação de carro	200 litros/lavagem

3) Dimensionamento da cisterna (considerando período de estiagem de 15 dias)

1º passo Somar os volumes de uso de água (mensal)

2º passo Dividir por 2 (equivalente a 15 dias), daí tem-se o volume ideal da cisterna

3º passo Checar se o volume de captação é suficiente para este uso. A capacidade de captação mensal deverá ser o dobro do volume achado para a cisterna.

Ex. Residência com 4 pessoas em Florianópolis (1.300 mm/ano), com área de captação de 200m², jardim de 200m² e 3 lavações mensais de carro:

1º passo	vaso sanitário	4.800 litros
	máquina de lavar roupa	2.400 litros
	jardim	6.000 litros
	lavações de carro	600 litros
	Total	13.800 litros = 13,8m³

2º passo Dimensionamento da cisterna: $13,8/2 = 6,9\text{m}^3$

3º passo Checagem: índice pluviométrico de Florianópolis= 1.300mm/ano
área do telhado= 200m²; captação anual (tabela) = 234m³ ou 19,5m³/mês/mensal, que é mais que o dobro da cisterna.

Segundo a empresa ACQUASAVE, se a capacidade de captação mensal da água de chuva não for o dobro do volume projetado para a cisterna o sistema se torna ineficiente.

A desvantagem do sistema de captação de água da chuva é que as chuvas, com raras exceções, são sazonais o que não permite ter um volume constante de água coletada.

3.4.2 Reuso de água cinza

Águas cinzas são águas servidas provenientes de lavatório, chuveiros, pias de cozinha, máquinas de lavar roupas e tanques. Quando as águas do vaso sanitário estão presentes no esgoto se chama de águas negras.

Henze & Ledin(2001) traz outra subdivisão das águas servidas conforme a tabela 2.3

Tipo	Contaminante
Preto (<i>blackwater</i>)	Todos os efluentes domésticos misturados
Cinza escuro	Banho, cozinha e lavatório
Cinza claro (<i>Greywater</i>)	Banho, lavatório e máquina de lavar roupas
Amarelo	Somente urina (mictório)
Marrom	Somente fezes (sem urina)

Tabela 2.3 – Classificação de águas residuais
Fonte: May(2009)

Quando as águas cinza recebem tratamento, elas podem ser usadas nas edificações para uso que não exigem potabilidade como em descargas de vasos sanitários, rega de plantas, lavagens de pátios e automóveis, espelho d'água chafarizes, fontes.

A vantagem do uso de águas cinzas em relação a captação de água das chuvas é que sua captação é praticamente constante. A grande desvantagem é o custo de implantação do sistema que exige quase uma duplicação dos sistemas hidráulicos.

Na Figura 3.11 mostra um esquema de instalação do sistema de reuso de águas cinzas.

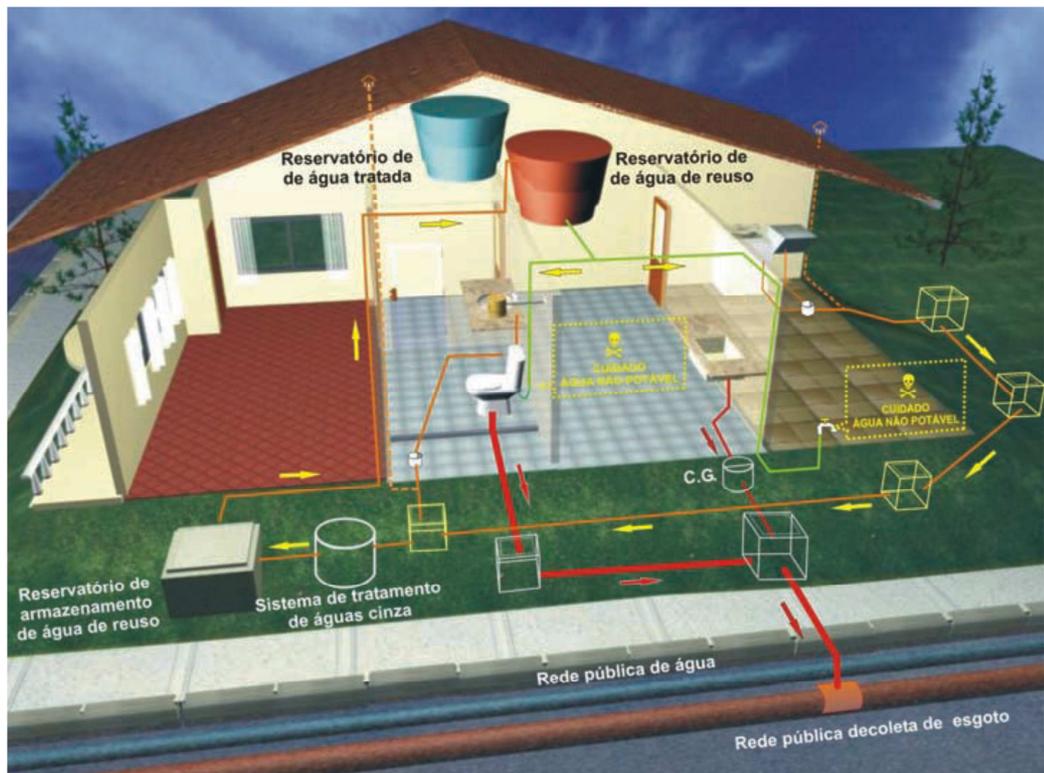


Figura 3.11 – esquema de instalação de água cinza
Fonte: Habitação mais sustentável. Levantamento do estado da Arte: Água

- **Sistema de Coleta**

O sistema de coleta é composto por condutores horizontais e verticais que levam as águas cinzas para serem armazenadas. Esse sistema é separado do sistema de recolhimento das bacias sanitárias que transportam as águas negras. No caso de utilização somente das águas cinzas claras (Henze & Ledin) esse sistema também é separado do sistema que transporta as águas da pia da cozinha e máquina de lavar louças.

Separando as águas negras e cinza escuras (Henze & Ledin) tem se uma água com menos poluente o que vai tornar o sistema de purificação mais simples tornando seu custo de operação mais baixo.

- **Sistema de Tratamento**

O uso de águas residuais podem oferecer riscos de contaminação, sendo assim, devem receber tratamento para estarem adequadas para o reúso sem oferecer nenhum risco à saúde dos usuários.

No mercado são encontrados diversos sistemas de tratamento de água residuais dos mais simples aos mais complexos. A escolha do tipo de tratamento deve ser de acordo com o fim que água vai ter e qualidade que a água vai entrar no sistema de tratamento.

Um sistema simples de tratamento pode ser composto de reservatório de água cinza, filtro anaeróbio, filtro aeróbio e reservatório de água cinza tratada.

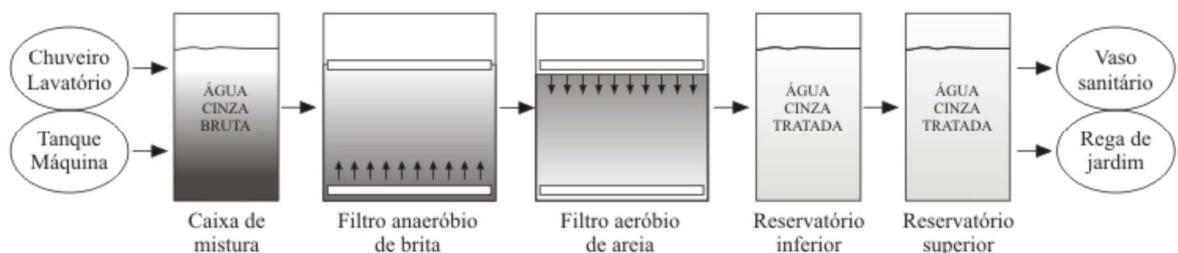


Figura 3.12 – esquema de tratamento de água cinza

O principal responsável pela decomposição de matéria orgânica é a bactéria, estes organismos unicelulares que podem se reproduzir em grande velocidade, a partir da matéria orgânica disponível. A capacidade de sobreviver dentro de uma variedade de condições ambientais é uma característica da bactéria. Um grupo delas, as chamadas Anaeróbicas, não necessita, por sua vez, de oxigênio livre e morrem quando estão em ambiente com oxigênio.

Em condições anaeróbicas, (filtro anaeróbico) ocorre o seguinte processo: a matéria orgânica sedimentável se acumula no fundo do tanque, formando uma camada de lodo, que sofre um processo de digestão anaeróbica, as bactérias produzem substâncias solúveis, utilizadas como alimento dentro do ecossistema e que podem ser convertidas em gases como o dióxido de carbono, metano, gás sulfídrico e amônia.

O ambiente filtrantes (filtro aeróbico com brita, areia, pedriscos e terra) é responsável pela remoção de grande parte da matéria orgânica como as gorduras e sabão.” IPEMA.

Se o sistema de reuso de água cinza contiver águas vindas da pia da cozinha, é necessário um sistema mais completo de tratamento como mostra a figura 2.14.

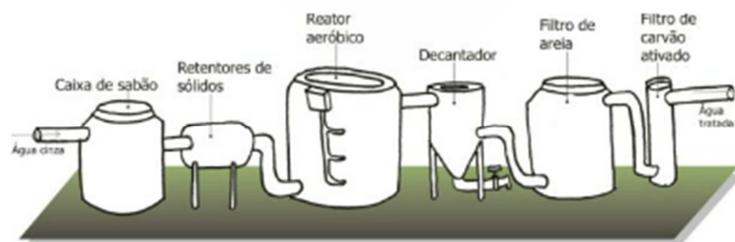


Figura 3.13 – esquema mais completo de tratamento de água cinza

Fonte: <http://www.ipemabrasil.org.br/institutoweb13.htm>

Segundo COHIM e KIPESTOK(2006) na Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico-AQRM foi detectado a presença de microorganismo após tratamento das águas cinza, sendo assim, necessário realizar algum tipo de desinfecção antes do uso da água. A desinfecção pode ser realizada por radiação ultravioleta ou por cloração que pode ser o gotejamento de hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio em pastilhas.

Segundo a NBR13.969 (1997) o tempo de detecção hidráulica para contato deve ser de, no mínimo, 30min e na água tratada deve permanecer no mínimo 0,5ml/L de cloro residual livre.

- **Sistema de Armazenamento**

Após o tratamento e desinfecção, a água deve ser encaminhada para um reservatório exclusivo de água de reúso. Esse reservatório deve ser dimensionado em projeto levando em consideração o volume de água residual gerado e a demanda de água não potável.

Não é recomendado que o reservatório fique com a mesma água por mais de 48 horas devido aos odores desagradáveis gerados pela presença de nutrientes, como fósforo e nitrogênio.

- **Sistema de Distribuição**

A partir do reservatório a água tratada pode ser bombeada para um reservatório superior onde abastecerá os ramais que levam ao ponto de utilização da água.

O sistema de distribuição de água de reúso não deve em hipótese alguma entrar em contato com o sistema de água potável. Recomenda-se que a tubulação de reúso seja de cor diferente.

4. CONSUMO DE ENERGIA

4.1 Energia

Assim como necessitamos de água para a sobrevivência, a energia também é indispensável para o ser humano para realizar diversas atividades na sociedade. Todo e qualquer os equipamento residencial, comercial ou industrial utiliza energia para o seu funcionamento. A energia pode estar sob a forma térmica, mecânica, elétrica, nuclear, química ou radiante.

4.2 Fontes

4.2.1 Fontes renováveis de energia:

- Hídrica: energia elétrica gerada a partir de cursos de água que pode ser gerada por queda d'água ou desnível.
- Eólica: energia elétrica gerada através de acionamento de turbinas pelo movimento do vento.
- Solar: gerada pela luz solar que pode ser transformada em energia elétrica ou térmica.
- Marés e ondas: energia elétrica gerada pelo movimento das água do mar.
- Biomassa: energia gerada pelo aproveitamento energético de lenha e derivados de madeira, derivados da cana-de-açúcar, e resíduos da agropecuária, como casca de arroz. Com a biomassa se produz biodiesel e biogás.

4.2.2 Fontes não renováveis de energia:

- Carvão mineral: extraído por mineração, libera energia através de sua queima.
- Petróleo: é uma mistura de componentes orgânicos que separados geram fontes de energia como diesel, gasolina e gás.
- Gás natural: menos poluentes que os anteriores, é encontrado na natureza e é utilizado como combustível em casas e indústrias.
- Urânio: É um elemento químico encontrado na natureza que, quando trabalhado, produz grande quantidade de calor usado para gerar energia elétrica.

Na figura 4.1 pode-se ver qual o tipo de energia com sua trajetória e o percurso que a energia faz até seu destino final.

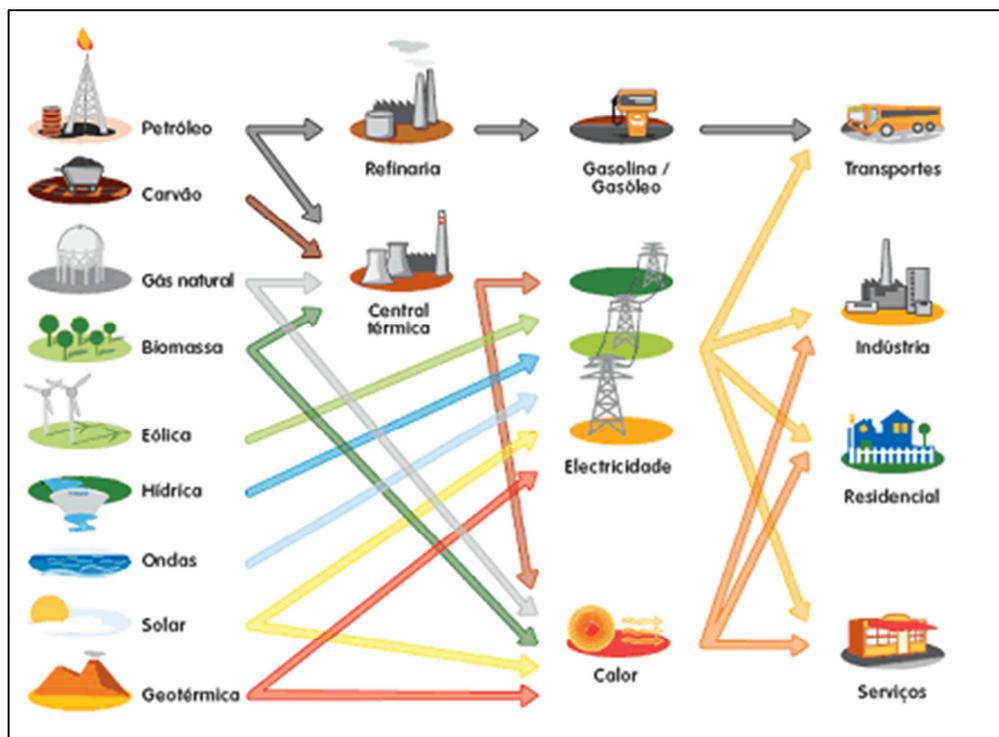


Figura 4.1 – fontes de energia e percurso até o usuário final
Fonte: Guia prático de eficiência energética-EDP

A energia gerada no mundo é em sua maior parte vinda de combustíveis fósseis (80%), responsável pela boa parte das emissões de poluentes como gases de efeito estufa com seus efeitos climáticos em nível global.

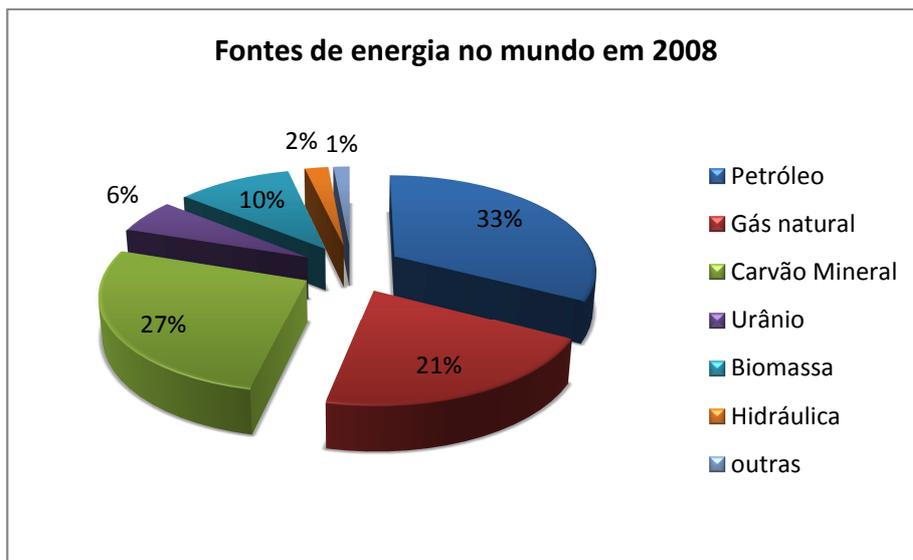


Figura 4.2 – fontes de energia no mundo
Estrutura da OIE por fonte de geração no Brasil em 2010. Fonte: BEN- 2011

Mesmo a geração de energia vindas de fontes renováveis, causa impactos ambientais decorrentes de sua implantação, como no caso de usinas hidrelétricas que, com sua grande área inundada, causa impactos sociais e até mesmo ambientais com a perda de fauna e flora e grande quantidade de matéria orgânica submersa que irá entrar em decomposição.

O Brasil apresenta uma matriz energética mais baseada em fontes de energia menos poluentes em comparação ao mundo, 45% da energia produzida no Brasil vêm de fontes renováveis.

Com seus recursos hídricos abundantes, a energia hidráulica apresenta uma grande contribuição de energia limpa seguida pela energia provinda da biomassa.

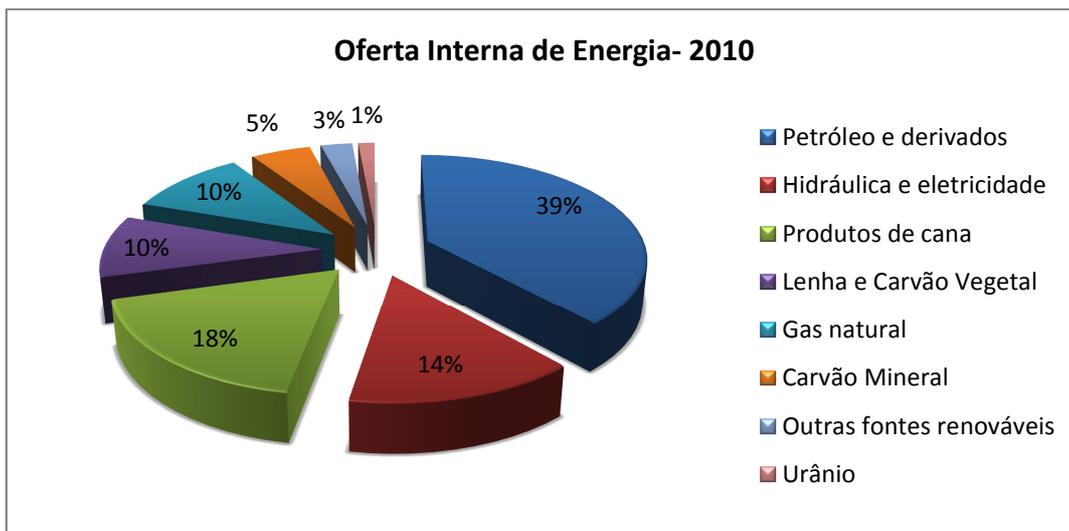


Figura 4.3 – Estrutura da OIE por fonte de geração no Brasil em 2010.

Fonte: BEN- 2011

4.3 Consumo de Energia Elétrica no Brasil

No Brasil, o maior setor consumidor de energia elétrica é o setor industrial seguido pelo setor residencial e de comércio como mostra a figura 2.18.

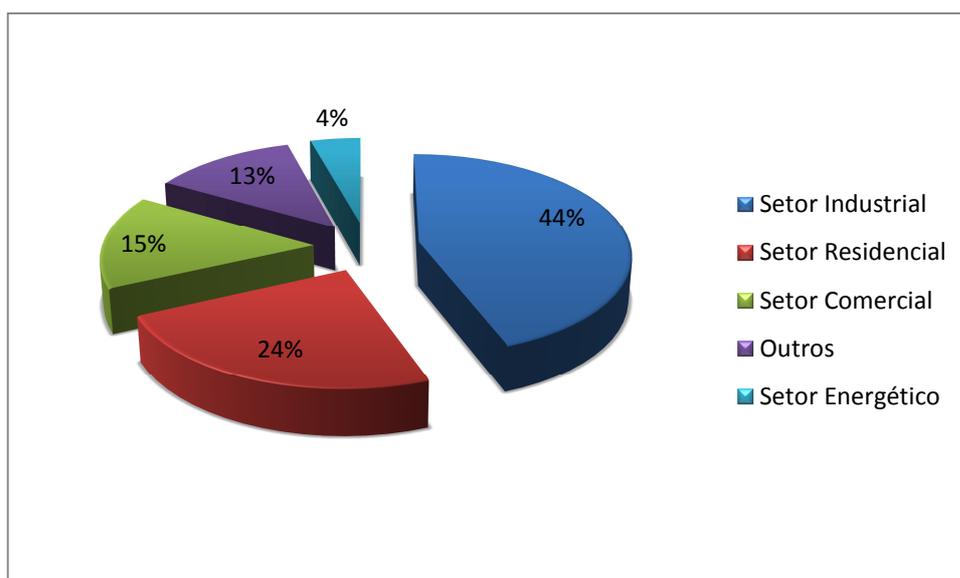


Figura 4.4 – Consumo de energia elétrica por setor

Fonte: BEN- 2011

Com o desenvolvimento econômico, há uma elevação no padrão de vida da população, o que gera um maior consumo e, conseqüentemente, maior produtividade. Sendo assim, concluímos que, o setor residencial e comercial apesar de apresentarem consumo baixo em relação ao setor industrial, tende a terem um maior crescimento.

Apesar de o Brasil ter um grande potencial para expansão de usina hidrelétrica para atender o crescimento da demanda, a construção de novas unidades geradoras é bem demorada e exige grandes recursos. Dessa forma, é preciso conduzir o crescimento do Brasil com sustentabilidade, buscando a eficiência energética reduzindo o desperdício e usando fontes de energias alternativas e não poluidoras.

4.4 Consumo de Energia Elétrica Residencial

O consumo de energia elétrica nas residências tem aumentado a cada ano devido ao crescimento econômico do país que traz um aumento do poder aquisitivo para a população.

Os eletrodomésticos facilitam muito a vida moderna e com os custos mais baixos é muito fácil adquiri-los. Acrescenta-se a isso também, os novos hábitos de consumo que, faz com que muitas vezes, as pessoas comprem aparelhos elétricos pelo simples fato de poder comprar, e não pela real necessidade de uso.

As atividades de cozinhar, aquecimento de água, resfriar, preparar e armazenar alimentos, e entretenimento são as atividades domésticas que usam aparelhos elétricos.

Conforme dados do PROCEL, (figura 4.5), os grandes consumidores da residência brasileira são o chuveiro, o ar-condicionado e a geladeira. O que

poderá alterar conforme as regiões do Brasil. Por exemplo, no Norte do país, quase não se aquece água no chuveiro, mas o consumo de ar-condicionado é elevado devido ao calor.

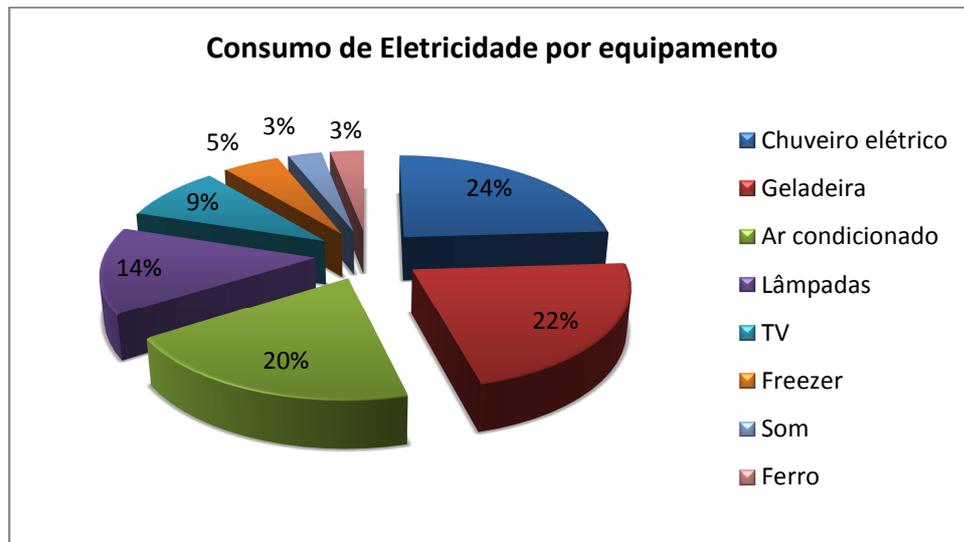


Figura 4.5 – Participação dos eletrodomésticos no consumo das residências brasileiras
Fonte: (ELETROBRAS; PROCEL, 2007).

4.5 Conservação de Energia Elétrica

Conservação de energia elétrica não é deixar de usar energia, e sim reduzir o desperdício e usá-la de forma eficiente sem, contudo, diminuir o conforto ou reduzir a produção.

Goldemberg afirma que, num país em desenvolvimento como o Brasil,

“é indispensável que o consumo de energia cresça para promover o desenvolvimento. No entanto, nada impede que o uso de tecnologias modernas e eficientes seja introduzido logo no início do processo de desenvolvimento, acelerando como isso o uso de tecnologias eficientes. (...)” E que, “a conservação de eletricidade reduz o consumo e posterga a necessidade de investimento em expansão da

capacidade instalada, sem comprometer a qualidade dos serviços prestados aos usuários finais. A eficiência energética é, sem dúvida, a maneira mais efetiva de ao mesmo tempo reduzir custos e os impactos ambientais locais e globais". (GOLDEMBERG, 2007).

O papel de conservar energia envolve toda a sociedade. O governo no Brasil, através do programa PROCEL, vem desenvolvendo trabalhos de orientação a população e incentivo às indústrias a produzirem equipamentos mais econômicos.

Por lei, as concessionárias de energia, têm que destinar 0,25% do faturamento à programas de ações que também contribuam para eficiência energética.

4.6 Uso eficiente de Energia Elétrica

O Governo tem seu papel de educar e criar leis de incentivo ao consumo eficiente, a indústria de contribui com desenvolvimento de tecnologia que consuma menos energia e a indústria da construção civil tem o papel mais importante, que é fazer edificações eficientes energeticamente.

O conforto climático da edificação influencia na quantidade de energia necessária para tornar o edifício sustentavelmente habitável gastando o mínimo de energia para sua operação.

O projeto arquitetônico é o ponto de partida do caminho sustentável que uma edificação seguirá. É na fase de projetos que todo o conceito de edificação sustentável precisa ser tecido com seu projeto arquitetônico, definição dos sistemas construtivos e de instalações, busca de conforto térmico e acústico que levará a diferentes níveis de eficiência energética, custo de operação e impactos ambientais.

Um bom projeto de edificação, no que diz respeito a conforto ambiental, parte de sua implantação no terreno aproveitamento de melhor forma possível o clima local

com sua umidade, direção dos ventos, temperatura, radiação solar, iluminação natural e vegetação. Uma edificação bem arejada e iluminada vai precisar pouco ou nenhuma climatização artificial.

As Cartas bioclimáticas auxiliam quanto a: diretrizes construtivas; aberturas para ventilação e sombreamento; tipos de vedações externas; e estratégias de condicionamento térmico passivo para verão e inverno. No caso de países em desenvolvimento adotou-se a carta de Givoni(1998).

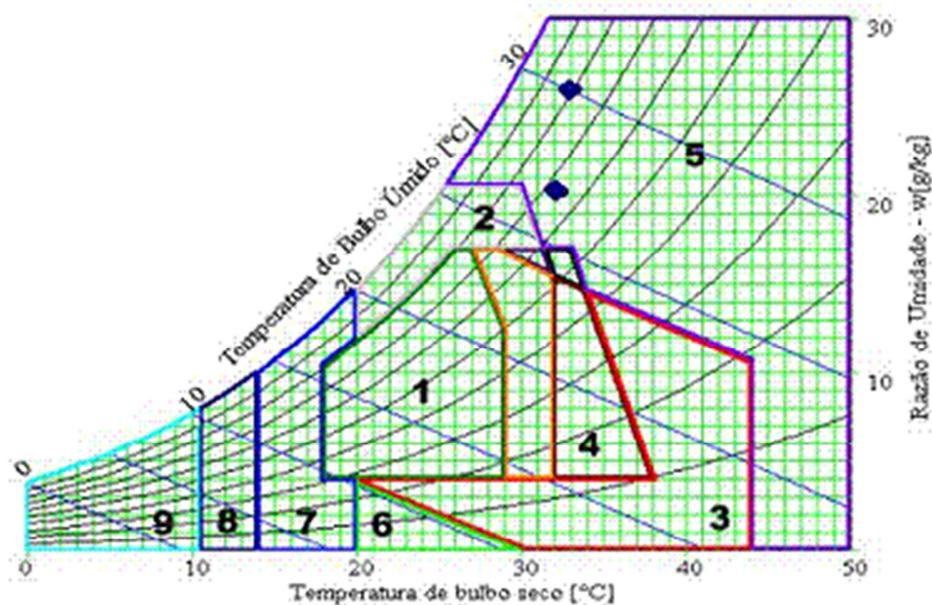


Figura 4.7 – Carta Bioclimática de Givoni
Fonte: Boas práticas para construção sustentável

Legenda:

- 1 – Zona de Conforto
- 2 – Zona de Ventilação
- 3 – Zona de Resfriamento Evaporativo
- 4 – Zona de Massa Térmica para Resfriamento
- 5 – Zona de Ar Condicionado
- 6 – Zona de Umidificação
- 7 – Zona de Massa Térmica e Aquecimento Solar Passivo
- 8 – Zona de Aquecimento Solar Passivo
- 9 – Zona de Aquecimento artificial

Com o estudo das cartas bioclimáticas, podemos propor soluções para passivos (naturais) ou ativos (artificiais) para obter conforto térmico.

Exemplo de soluções passivas de conforto térmico:

Ventilação cruzada é um artifício onde janelas são colocadas de lados opostos na edificação o que permite que os ventos entrem promovendo renovação do ar.

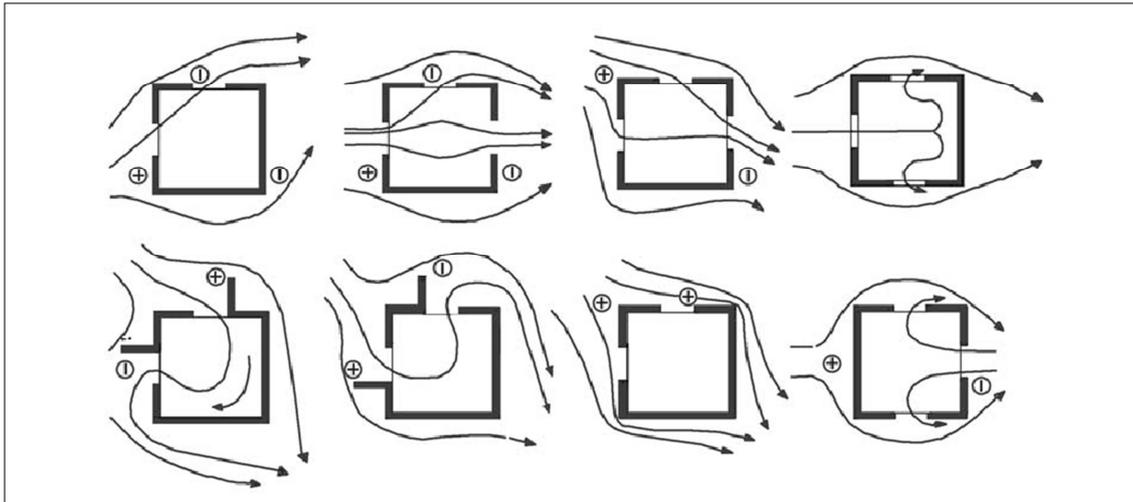


Figura 4.8 – Ventilação cruzada
Fonte: Boas práticas para construção sustentável

Ventilação vertical é conseguida com colocação de abertura em alturas diferentes na edificação que promovem diferença de pressão forçando o ar quente, que sobe, a sair.

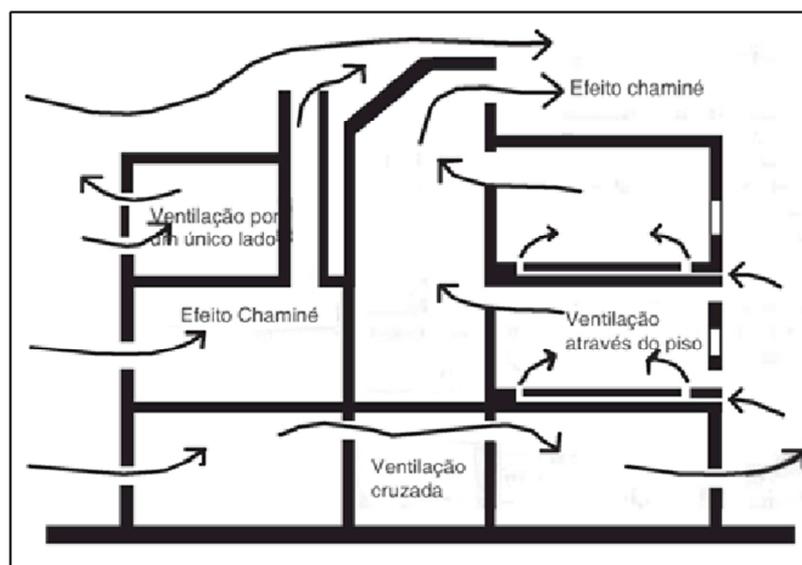


Figura 4.9 – Ventilação vertical Fonte: Boas práticas para construção sustentável
Fonte: Boas práticas para construção sustentável

4.7 Fontes alternativas para energia em residência: Energia solar

O Brasil é um país que está bem próximo da linha do Equador o que faz com os níveis de radiação solar no Brasil não altere muito durante o ano.

A energia solar tem grandes vantagens em sua utilização por ser uma energia renovável, infinita, não poluente e poder ser usada no local onde é captada não gerando gastos com transporte.

- **Aquecimento solar**

O uso de energia solar para aquecimento de água é extremamente recomendável em quase todo o nosso território.

Um sistema de aquecimento solar é composto por um coletor solar, onde a energia solar é convertida em energia térmica através do aquecimento da água, um reservatório de água quente e as tubulações que fazem conexões entre os reservatórios e distribuição de água quente.

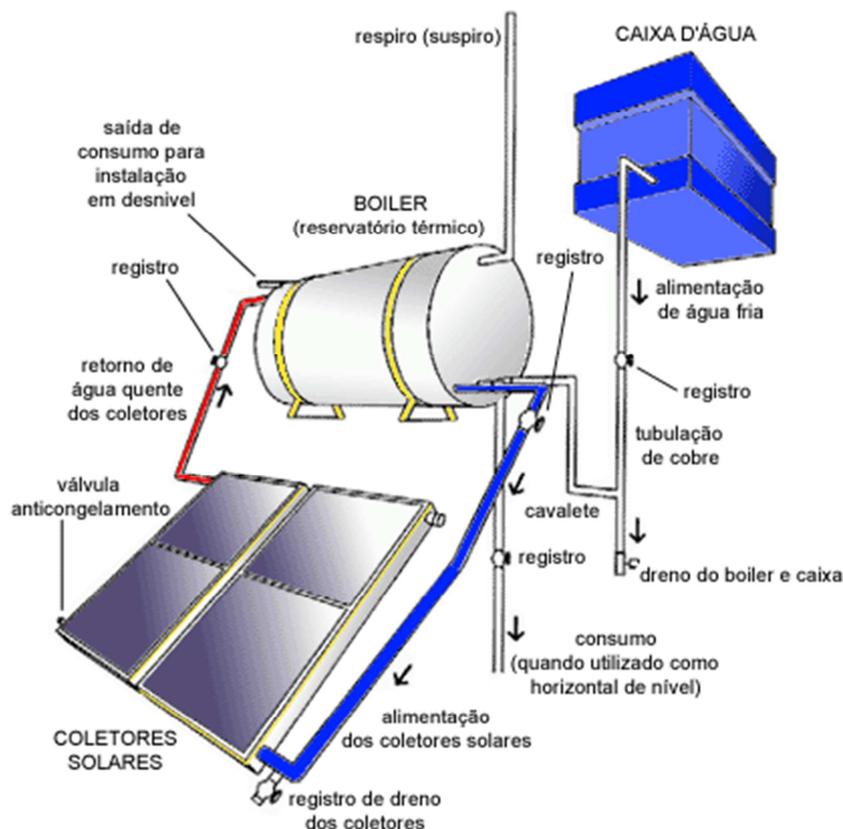


Figura 4.10 – Esquema de funcionamento de aquecimento solar
Fonte: <http://www.soletrol.com.br/educacional/comofunciona.php>

Segundo o PROCEL (figura 2.5) 24% de energia elétrica consumida numa residência provem do chuveiro elétrico. Com o aquecimento de água através da energia solar, os consumidores teriam uma economia significativa de consumo de energia e as concessionárias teriam o benefício de não haver sobrecarga no sistema de geração e distribuição no horário de pico da demanda conforme pode ser visto na figura 2.24.

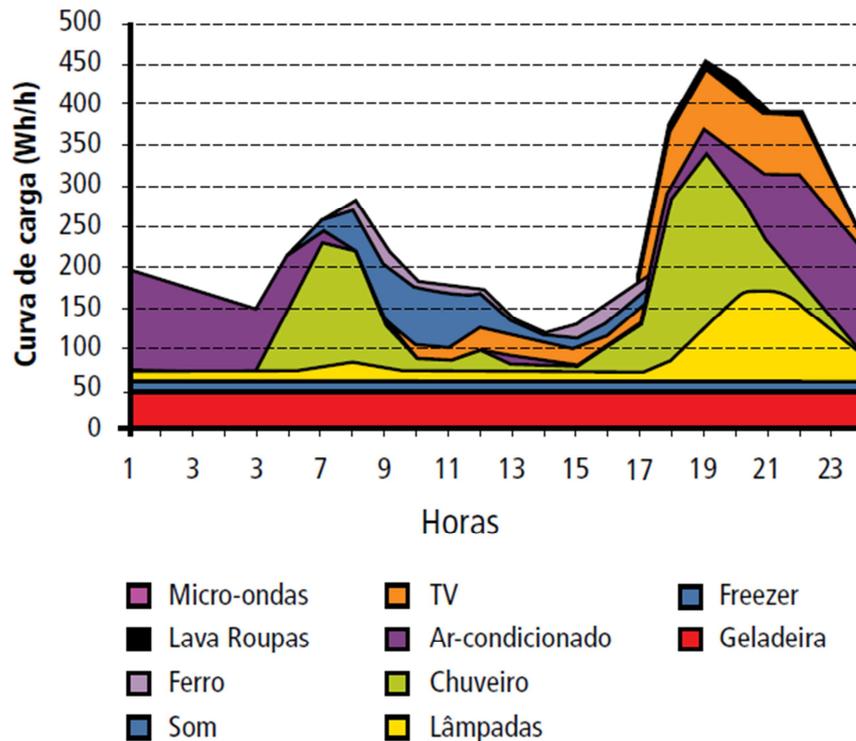


Figura 2.24 – consumo de energia equipamento x horas
fontes: <http://www.soletrol.com.br/educacional/comofunciona.php>

- **Energia solar fotovoltaica**

É a energia gerada utilizando células solares que são revestidas por material semicondutores que, quando absorvem a luz produzem corrente elétrica de corrente contínua. Essa corrente contínua passar por um inversor eletrônico que converte essa corrente em alternada compatível com a que usamos nas edificações.

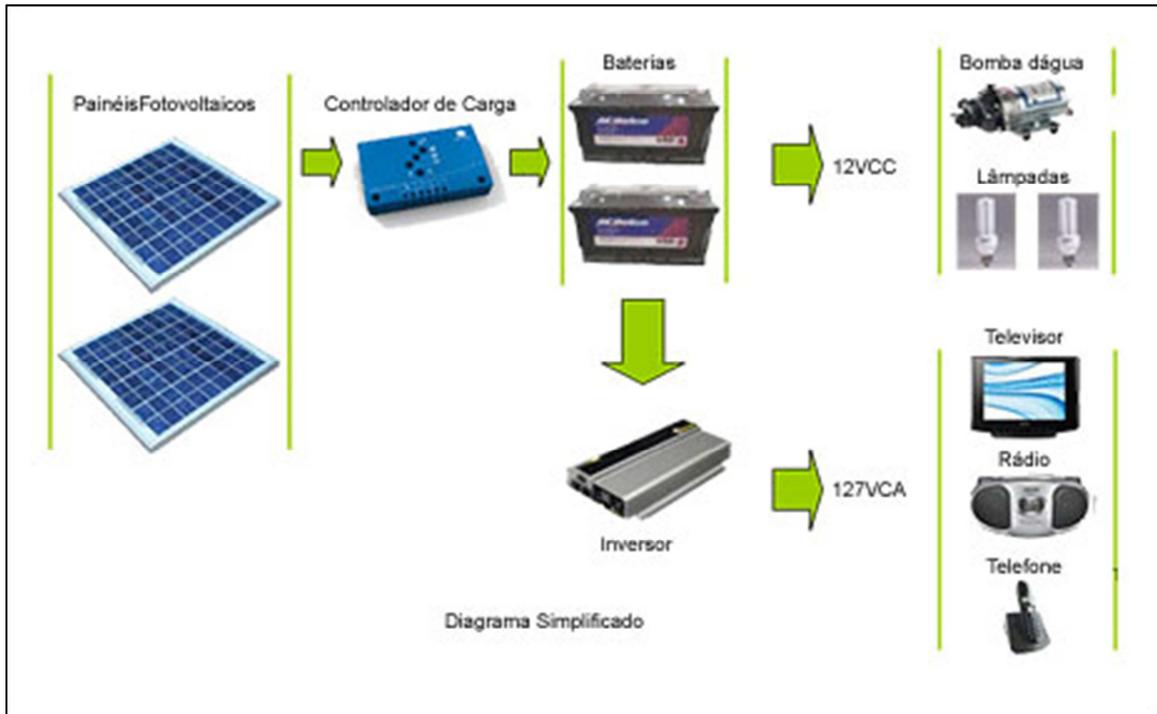


Figura 2.25 – Geração de energia fotovoltaica

<http://www.minhacasasolar.com.br/saiba-fotovoltaico.php>

5. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONOMICA

A Política Nacional dos Recursos Hídricos, concretizada pela Lei nº 9433/97, vem incentivar a economia na utilização de água pelos usuários, conseqüentemente, incentiva o desenvolvimento de alternativas para reuso do recurso, que é uma opção correta do ponto de vista ambiental.

Neste trabalho, apresenta-se como alternativas para uma melhor gestão do recurso água a implantação de equipamentos economizadores de água, bem como o tratamento para reuso deste recurso. Para tanto, deve-se analisar não apenas a eficiência do sistema proposto, mas também a análise de custo-benefício, pensando em quanto tempo se paga o sistema proposto tendo em vista a economia gerada com o atual sistema de tarifação.

Considerando uma residência com 4 pessoas, vamos verificar a viabilidade financeira de instalação de dispositivos economizadores de água e reuso de água cinza. Os cálculos referentes ao custo da água potável foram baseados na tabela da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG tabela 5.1.

Anexo - Resolução Normativa ARSAE 004/2011

(a que se refere o art. 1º, *caput*)

Considerar apenas as colunas correspondentes ao serviço prestado:

- Só Água (A): sem serviço de esgoto - coluna 1
- Água e EDC: esgoto dinâmico com coleta - colunas 2 e 3
- Água e EDT: esgoto dinâmico com coleta e tratamento - colunas 4 e 5

Classe de Consumo	Código Tarifário	Intervalo de Consumo m³	Tarifas de Aplicação					
			abr/11 a mar/12					
			Só Água	Água e EDC		Água e EDT		
			1	2	3	4	5	
			Água	Esgoto	Água	Esgoto		
Residencial Tarifa Social até 10 m³	ResTS até 10 m³	0 - 6	6,63	6,56	2,95	7,20	5,40	R\$/mês
		> 6 - 10	0,567	0,560	0,252	0,615	0,461	R\$/m³
Residencial Tarifa Social maior que 10 m³	ResTS > 10m³	0 - 6	7,37	7,29	3,28	8,00	6,00	R\$/mês
		> 6 - 10	0,630	0,622	0,280	0,684	0,513	R\$/m³
		> 10 - 15	1,925	1,902	0,856	2,090	1,567	R\$/m³
		> 15 - 20	3,859	3,813	1,716	4,189	3,142	R\$/m³
		> 20 - 30	3,877	3,832	1,724	4,210	3,157	R\$/m³
Residencial até 10 m³	Res até 10 m³	0 - 6	14,01	13,84	6,23	15,21	11,40	R\$/mês
		> 6 - 10	1,196	1,182	0,532	1,299	0,974	R\$/m³
Residencial maior que 10 m³	Res > 10m³	0 - 6	14,74	14,57	6,56	16,01	12,00	R\$/mês
		> 6 - 10	1,259	1,244	0,560	1,367	1,025	R\$/m³
		> 10 - 15	3,849	3,804	1,712	4,179	3,135	R\$/m³
		> 15 - 20	3,859	3,813	1,716	4,189	3,142	R\$/m³
		> 20 - 40	3,877	3,832	1,724	4,210	3,157	R\$/m³
		> 40	7,113	7,030	3,163	7,723	5,792	R\$/m³

Tabela 5.1 Custo da água tratada

Fonte: www.copasa.com.br

Foi considerado que, nessa residência, o consumo de água vai ser de 150 litros per capita e o consumo mensal vai ficar entre 15 e 20m³ , por isso vamos considerar que o valor do m³ de água custa R\$ 4,189 e R\$3,142 o m³ da coleta de esgoto, então para cada m³ de água economizados teremos um desconto de R\$7,33 na conta.

Redução do consumo de água devido ao uso de bacia sanitária com acionamento do tipo “dual flush” que permite ao usuário acionamentos de 3 e 6 litros.

Descrição	Tipo de Bacia Sanitária	
	Comum	Dual flusf
Volume por descarga	6L	6L ou 3L
Uso per capita diário(L)	24	15
Valor estimado R\$	329,92	491,29

Tabela 5.2 comparativo de consumo de água em bacias sanitárias
Fonte: autora

Economia Mensal		
	Comum	Dual flusf
Volume por descarga (L)	6	6 ou 3
Uso per capita diário(L)	24	15
Consumo mensal (L)	2.880	1.800
Gasto conta de água	R\$ 21,11	R\$ 13,19
Economia mensal		R\$ 7,91

Tabela 5.3 economia com bacias sanitárias
Fonte: autora

O investimento inicial com a descarga de duplo acionamento vai ser R\$161,37. Com a economia de R\$7,91 por mês em 20 meses o investimento é recuperado.

Os redutores de vazão são dispositivos que, além de reduzir a vazão economizando água, mantêm a vazão constante, a uma faixa de pressão de 10 a 40 mca.

Dados	Ducha Comum	Ducha com redutor de vazão
Dados Vazão (L/min)	20	8
Tempo de acionamento (min/pessoa dia)	10	10
Consumo diário per capita (L)	200	80
Valor estimado (R\$)	296,14	349,9

Tabela 5.4 comparativo de consumo de água em chuveiros
Fonte: autora

Economia Mensal		
	Ducha comum	Com redutor de vazão
Vazão (L/min)	20	8
Uso per capita diário(L)	200	80
Consumo mensal (L) 4 pessoas	6.000,00	2.400,00
Gasto conta de água	R\$ 47,46	R\$ 18,98
Economia mensal		R\$ 28,78

Tabela 5.5 economia de água com chuveiro
Fonte: autora

O investimento inicial com a ducha com redutor de vazão é de R\$53,76 e a economia mensal com a conta é de R\$28,78 indicando que, em 2 meses o investimento é recuperado.

O arejador é um componente instalado na extremidade da bica de uma torneira que reduz a seção de passagem da água através de peças perfuradas ou telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento de água.

Para o cálculo da redução do consumo de água em torneiras, foram considerados 4 acionamentos por usuário durante o dia, com tempo de funcionamento de 30s e

2 acionamentos destas torneiras por utilização (um para molhar as mãos e outro para enxaguar o sabonete).

Dados	Torneiras	
	Convencional	Arejador
Vazão por acionamento (L/min)	12	6
Tempo de acionamento (min/pessoa dia)	8	8
Uso diário per Capta (L)	96	48
Valor estimado (R\$)	79,87	95,75

Tabela 5.6 comparativo de consumo de água em torneiras
Fonte: autora

Economia Mensal		
	Convencional	Com arejador
Vazão (L/min)	12	6
Uso per capita diário(L)	96	48
Consumo mensal (L) 4 pessoas	2.880	1.440
Gasto conta de água	R\$ 22,78	R\$ 11,39
Economia mensal		R\$ 11,39

Tabela 5.7 economia de água com torneiras
Fonte: autora

A torneira com arejador custa R\$ 15,88 a mais do que a torneira sem arejador, isto significa que, com uma economia de R\$11,39 por mês, em 2 meses o investimento com a torneira com arejador vai ser recuperado.

Os dispositivos economizadores são viáveis financeiramente pois o valor gasto com sua instalação é recuperada em pouco tempo.

A água cinza tratada pode ser utilizada em descargas sanitárias, rega de jardins e lavagens que não necessitam de água potável.

Considerando que o consumo da descarga sanitária numa residência gira em torno de 30% e fazendo o simples cálculo, chega-se a conclusão que o valor da conta de água vai reduzir no mínimo 30%. Sem contar com a redução na tarifa de coleta de esgoto.

A ONU recomenda o uso de 110L diário de água por pessoa, mas no Brasil o consumo pode chegar até 200L. Nesse estudo vamos considerar o gasto de 150L por pessoa. Uma edificação com 4 pessoas e uso per capita de 150 litros vai consumir por dia 600 litros de água.

Como pode ser visto na tabela abaixo, dos 600 l de água consumidos por dia, 180l são consumidos pela bacia sanitária, 168l pelo chuveiro, 36l pelo lavatório e 216l pelo restante dos aparelhos.

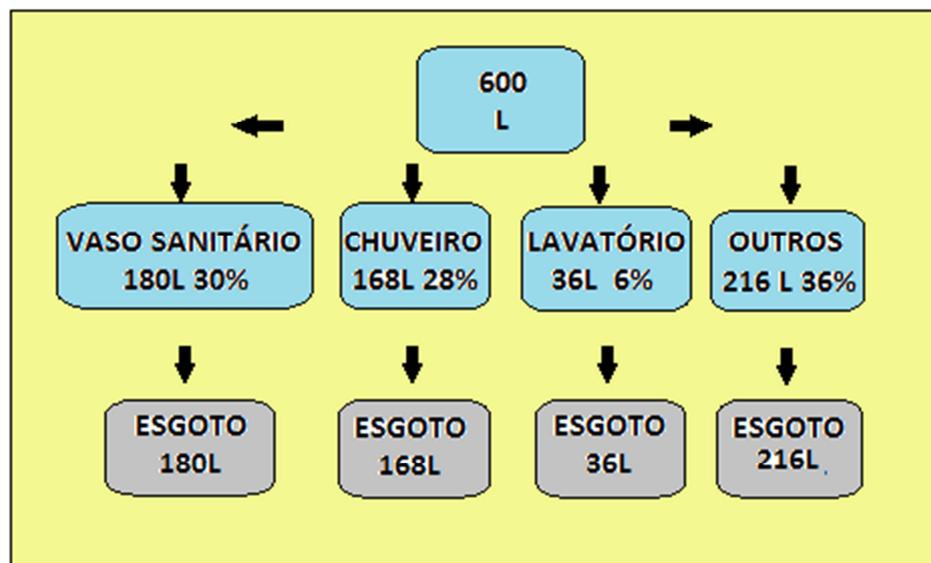


Figura 5.1 distribuição de gasto de água sem reuso
Fonte: autora

Se reaproveitarmos a água proveniente do chuveiro e do lavatório, teremos um total de 204 litros de água para serem aproveitados. Se utilizarmos essa água somente no abastecimento da descarga do vaso sanitário, reutilizaríamos 180 litros e descartaríamos 24 litros que podem ser utilizados em regas de jardim ou outro uso que dispensa água potável.

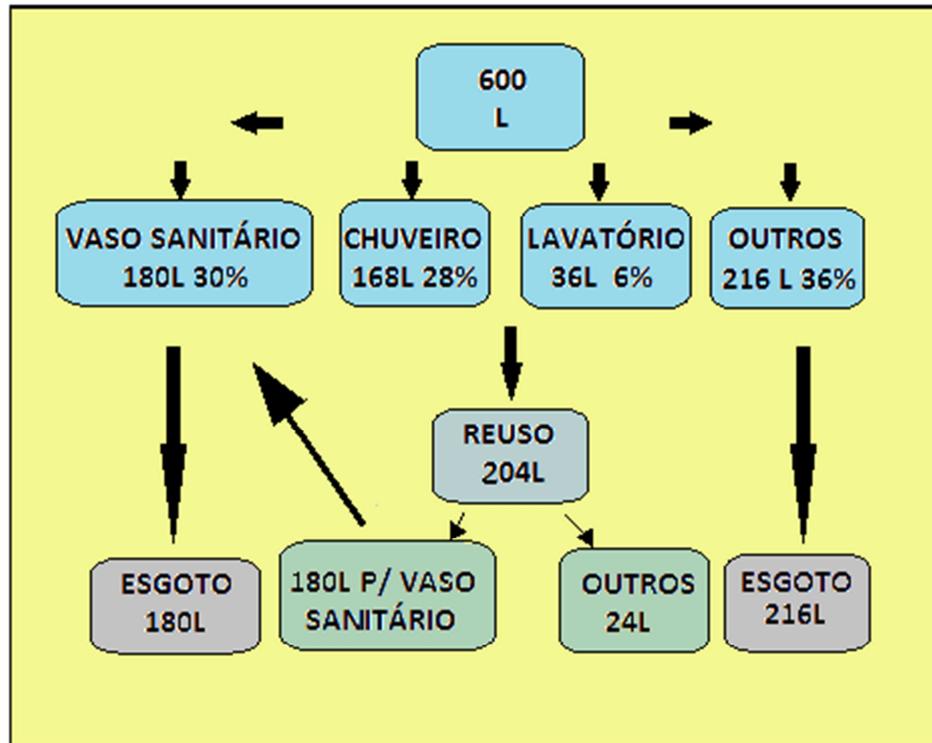


Figura 5.2 distribuição de gasto de água com reuso
Fonte: autora

204 litros são deixados de consumidos por dia o que representa 6.120 litros ou 6,12m³ de água por mês. Olhando na tabela de tarifas da COPASA, podemos verificar uma economia de R\$44,82 por mês.

Tipo de sistema	Consumo em m ³	Consumo em R\$
Sem reuso de água	18.000	96,18
Com reuso de água	11,88	51,36
Economia	6,12	44,82

Tabela 5.8 gasto mensal com água
Fonte: autora

Segundo SELLA, o custo de implantação do sistema de reuso de água cinza é de 13.496,68. Considerando uma economia de R\$44,82 ao mês e de R\$537,84 ao ano, a implantação do sistema demoraria 25 anos para se pagar o que o torna financeiramente pouco atrativo. Se considerarmos o valor de R\$13.496,68 somados ao valor da manutenção nos 25 anos podemos afirmar que o tratamento para o reuso da água cinza mostra-se um recurso inviável financeiramente em residências pequenas, tendo em vista o alto custo na implantação e manutenção.

A tabela 2.4 mostra a economia gerada com o reuso de água cinza e chega-se a conclusão que, até 15m³ consumo mensal, não há nenhuma economia tornando sistema inviável economicamente.

CONSUMO DE AGUA	CUSTO DA AGUA E ESGOTO	CONSUMO DE AGUA COM REUSO	CUSTO DA AGUA E ESGOTO COM REUSO	ECONOMIA MENSAL	ECONOMIA MENSAL
m³	R\$			R\$	%
10	16,52	7,1	16,52	0	0%
13	16,52	9,23	16,52	0	0%
15	16,52	10,65	16,52	0	0%
17	21,36	12,07	16,52	4,84	23%
20	28,63	14,2	16,52	12,11	42%
23	35,9	16,33	19,74	16,16	45%
25	40,75	17,75	23,18	17,57	43%
27	45,59	19,17	26,62	18,97	42%
30	52,86	21,3	31,78	21,08	40%
33	62,77	23,43	36,94	25,83	41%
35	69,38	24,85	40,38	29	42%
37	75,99	26,27	43,82	32,16	42%
40	85,9	28,4	48,98	36,91	43%
43	95,81	30,53	54,61	41,2	43%
45	102,42	31,95	59,3	43,11	42%
47	115,63	33,37	64	51,64	45%
50	135,46	35,5	71,03	64,42	48%
53	155,28	37,63	78,07	77,21	50%
55	168,5	39,05	82,76	85,73	51%
57	181,71	40,47	87,45	94,26	52%
60	201,53	42,6	94,49	107,04	53%
63	261	44,73	101,53	159,48	61%
65	278,62	46,15	110,02	168,61	61%
67	296,24	47,57	119,4	176,84	60%
70	322,67	49,7	133,47	189,2	59%
73	349,1	51,83	147,55	201,56	58%
75	366,72	53,25	156,93	209,79	57%
77	384,35	54,67	166,31	218,03	57%
80	410,78	56,8	180,39	230,39	56%
83	437,21	58,93	194,46	242,74	56%
85	454,83	60,35	237,66	217,17	48%
87	472,45	61,77	250,17	222,28	47%
90	498,88	63,9	268,93	229,95	46%

Tabela 5.9 – economia com reuso de água cinza
Fonte: Rapoport

Rapoport (2004) fez os cálculos considerando todos os valores que iriam reduzir na conta de água baseado no custo da água na região metropolitana do Rio de Janeiro. Percebe-se também que a partir de 70m³ de consumo de água a economia obtida com o sistema de reuso começa a reduzir.

Já em grandes consumidores, como edifícios residenciais, o sistema de reuso de água cinza é perfeitamente viável, pois o volume de água economizada faz com que o sistema tenha retorno financeiro mais rapidamente.

Nas cidades de Niterói, São Paulo, Londrina e Vila Velha existem fabricantes de sistemas compactos de tratamento e reuso de água cinza que são facilmente instalados em edifícios.

Sistema de reuso de água cinza do Edifício Mario Viana, em Niterói-RJ:



Figura 5.3 Filtros de água cinza em condomínio
Fonte: SRA Engenharia

Ponto de Consumo da Água de Reuso em parte comum devidamente identificado.

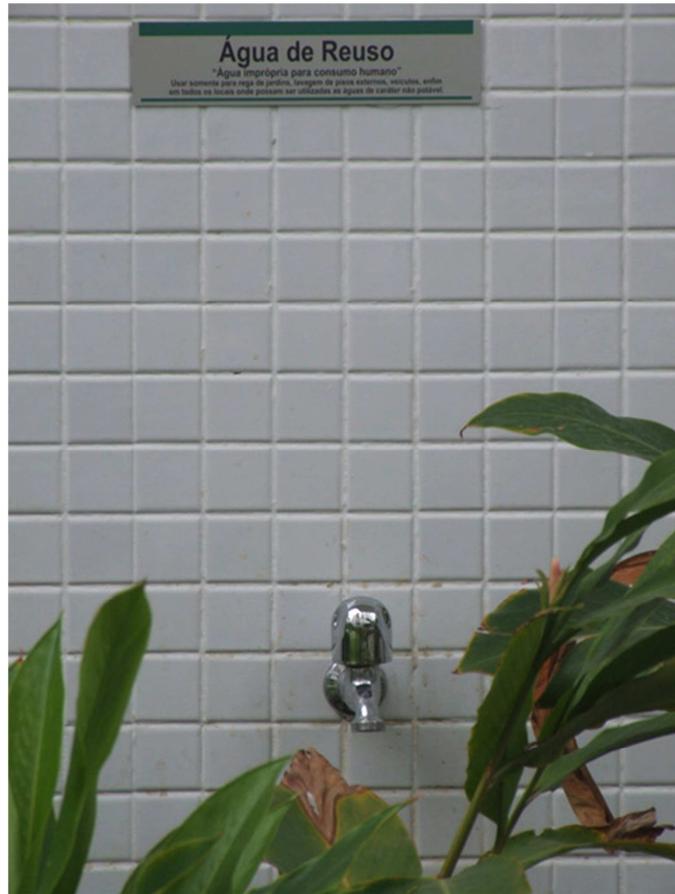


Figura 5.4 torneira com água de reuso
Fonte: SRA Engenharia

Sistema de reuso de água cinza em Edifício residencial na Vila Nova Conceição em SP:



Figura 5.5 Filtros de tratamento de água cinza
Fonte: Acqua Brasilis



Figura 5.6 Estação de tratamento de água cinza ETAC 1000
Fonte: Ecoraciona I- Londrina- PR



Figura 5.7 ETAC- Estação de tratamento de água cinza
Ed. Royal Blue – Vitória ES
Fonte: Fluir

6. CONCLUSÃO

Considerando a situação atual, nota-se que o uso indiscriminado dos recursos naturais, a poluição da terra, da água e do ar, assim como ocupações desordenadas de matas e florestas ao longo de anos, comprometeu diversos ecossistemas, afetando a qualidade de vida e comprometendo, assim, o futuro do planeta.

Essa situação continua a aumentar com o crescimento da população e sua aglomeração em centros urbanos, onde cada vez é mais escasso os recursos para suprir água e energia.

Em países em desenvolvimento, há grande desigualdade social, e a falta de moradias é um dos principais problemas. No Brasil, segundo os dados da Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios (Pnad, 2008), há um déficit de 5,5 milhões de moradias. O governo brasileiro tem uma meta de construir 3 milhões unidade até 2014. E, se a meta for cumprida, serão mais 3 milhões de domicílios, que em sua maioria se localizaçõem centros urbanos, que receberão água e energia até o ano de 2014.

Neste contexto surge a necessidade de implantação de programas e políticas que visem a conservação da água e de energia. Fazem parte destas medidas a promoção de práticas conservacionistas, como o desenvolvimento de fontes alternativas de abastecimento.

Conforme foi visto, são alternativas de economia os equipamentos e dispositivos economizadores de água, (que são vantajosos não só pelo aspecto ambiental, mas também, pelo aspecto econômico, como as bacia com duplo acionamento, redutores de vazão, torneira com arejador, etc.), a captação da água de chuva e o reuso de águas residuárias

Assim como necessitamos de água para a sobrevivência, a energia também é indispensável para o ser humano realizar diversas atividades na sociedade. Todo e qualquer os equipamento residencial, comercial ou industrial utiliza energia para o seu funcionamento. A energia pode estar sob a forma térmica, mecânica,

elétrica, nuclear, química ou radiante. E com o desenvolvimento econômico, há uma elevação no padrão de vida da população, o que gera um maior consumo e, conseqüentemente necessita de maior produtividade.

Desta forma, torna-se indispensável a conservação de energia elétrica, que não significa deixar de usar energia, e sim reduzir o desperdício e usá-la de forma eficiente sem, contudo, diminuir o conforto.

Diante de todo esse contexto, em que a sustentabilidade deve ditar as regras para que a sobrevivência possa ser garantida às gerações futuras, faz-se necessário estabelecer uma nova relação entre o homem e os recursos indispensáveis para tanto, a saber água e energia, onde devem ser incentivadas ações que minorem os desperdícios e primem pelo uso racional, valorizando o respeito e a preocupação com estes recursos tão importantes.

Para isso, é essencial para se vencer o problema da escassez de água e conservação da energia, trabalhar com a conscientização da sociedade, visando uma educação ambiental de qualidade. É por estas vias que se poderá obter um reequilíbrio hídrico e energético e se chegar a um desenvolvimento sustentável no aspecto de consumo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Conservação e Reúso da Água em Edificações**. Prol Editora Gráfica: São Paulo, 2005.

ASANO, T. et al. **Water reuse, issues, technologies, and applications**. New York: Metcalf & Eddy/AECOM, eds., McGraw Hill, 2007.

BALAÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN . **Ministério de Minas e Energia**, Brasília – DF, 2011.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia da Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008.

CARDOSO, Manuelle Prado. **Viabilidade do aproveitamento de água de chuva em zonas urbanas: Estudo de caso no município de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

CASAGRANDE JR, Eloy Fassi. **Princípios e Parâmetros para a Construção Sustentável**. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE. Curitiba: CEFET-PR, 2011.

FERNANDES, André Luiz Genelhú. **Sustentabilidade das Construções**. Dissertação (Especialização em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2009.

FOURNIER, Anna Carolina Pires. **Energia elétrica no setor residencial à luz do consumo consciente: município de Santo André, um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Energia). Santo André: universidade Federal do ABC, 2009.

FURLANETTO, César. **O Uso da Energia Elétrica no Ambiente Residencial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

HESPANHOL, Ivanildo. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**. São Paulo: Universidade de São Paulo, v. 22, n. 63, p.131-158, 2008.

JOHN, V. M.; Sato, N. M. N.; Agopyan, V. ; Sjöström. Durabilidade e sustentabilidade: Desafios para a construção civil brasileira. **II Workshop sobre Durabilidade das Construções**. São José dos Campos. Dez/2001.

JOHN, V. M., PRADO, R. T. A. (Coord.). **Boas práticas para habitação mais sustentável**. - São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. **Levantamento do estado da arte: Energia** – Documento 2.2 - Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável – Projeto FINEP 2386/04 – São Paulo, 2007.

LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F.O.R.. **Eficiência energética na agricultura**, 2ª ed., revisada, São Paulo, ProLivros, 2004.

MAGRI, M. E. ; FENELON, F. R. ; RABELO, L. ; ROSSETO, T. S. ; PHILIPPI, L. S. . Reúso de águas cinzas tratadas em descarga de vaso sanitário e rega de jardim. In: **Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Belém: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2008.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

MOTTA, Silvio F. R. ; AGUILAR, Maria Teresa P. . Sustentabilidade de Projetos e Processos de Projetos de Edificações. **Gestão & tecnologia de projetos**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, v. 4, n. 1, p. 84-119, Maio/2009.

NBR 15527 - **Água de Chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis** - Requisitos. ABNT, 2007.

OLIVEIRA, L. H.; ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M.; YWASHIMA, L.; REIS, R. P. A.. **Levantamento do estado da arte: Água** – Documento 2.1 - Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável – Projeto FINEP 2386/04 – São Paulo, 2007.

RAPOPORT, Beatriz. **Águas cinzas: caracterização, economia e tratamento para reuso domiciliar e condominial**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2004.

SANTOS, Maria Berenice. **Estratégias de Implantação de Sustentabilidade no Uso e Manutenção de Edificações Residenciais Existentes**. Dissertação (Especialização em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia UFMG, 2009.

SEDREZ, Michele de Moraes. **Sustentabilidade do Ambiente Construído: Contribuições para a avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004 .

SELLA, Marcelino Blacene. **Reúso de águas cinzas: avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências**. Trabalho de conclusão (Curso de

Engenharia Civil). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Julho/2011.

http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso_Racional_Agua_Generico&db=&docid=DAE20C6250A162698325711B00508A40. **Acesso em 28/01/2012.**

http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso_Racional_Agua_Generico&db=&docid=58704763E5380E548325711B0050C88B-. **Acesso em 28/01/2012.**

http://www.acquabrasilis.com.br/case_sistemas_efluentes_acquaciclus.asp
(Estudo de caso). Acesso em 22/02/2012.