

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Departamento de Materiais de Construção
Curso de Especialização em Construção Civil

“SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES”

Construções para um futuro melhor – Reaproveitamento da água

Autor: André Luiz Genelú Fernandes

Orientador: Prof. José Cláudio Nogueira Vieira

Belo Horizonte, Junho de 2009.

André Luiz Genelhú Fernandes

“SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES”

Construções para um futuro melhor – Reaproveitamento da água

Monografia apresentada ao curso de Especialização de Construção Civil da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Especialização em Construção Civil.

Ênfase: Gestão e Avaliação nas Construções

Orientador: José Cláudio Nogueira Vieira

Belo Horizonte, Junho de 2009.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 OBJETIVO	09
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1 Construções Sustentáveis.....	10
3.1.1 A obra sustentável	11
3.1.2 Escolha dos materiais	12
3.1.3 Tipos de Construções Sustentáveis.....	13
3.1.4 Diretrizes Projetuais	13
3.2. Sustentabilidade nas cidades	18
3.3 Recurso Natural da água.....	20
3.4 Uso da água	24
3.4.1 Preliminar	24
3.4.2 Usos e padrões	26
3.4.2.1 Classificação de corpos de água doce.....	27
3.4.2.2 Classificação de corpos de água doce	28
3.5 O reuso da água de chuva.....	29
3.5.1 Vantagens	30
3.5.2 Aplicações	31
3.5.3 Características Técnicas	32
3.6 Estudo de Caso	34
3.6.1 Análise.....	40
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERENCIAS	45

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Média anual do potencial solar brasileiro.....	18
FIGURA 2: Distribuição da água no planeta Terra.....	20
FIGURA 3: Ciclo hidrológico	22
FIGURA 4: Reaproveitamento da água.....	31
FIGURA 5: Instalação para reaproveitamento da água.....	32
FIGURA 6: Captação da água.....	33
FIGURA 7: Instalação do ralo como filtro	34
FIGURA 8: Tubulação na laje.....	34
FIGURA 9: Acesso ao reservatório.....	35
FIGURA 10: Alçapão para inspeção do reservatório	35
FIGURA 11: Bomba do sistema de irrigação.....	36
FIGURA 12: Painel de controle do sistema de irrigação	36
FIGURA 13: Reservatórios superiores.....	37
FIGURA 14: Posicionamento da tubulação nos reservatórios	37
FIGURA 15: Reservatórios	38
FIGURA 16: Posicionamento da tubulação	38
FIGURA 17: Reservatório para uso dos coletores solares	39
FIGURA 18: Irrigação do jardim	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Distribuição da disponibilidade hídrica mundial.....	22
TABELA 2: Disponibilidade hídrica brasileira.....	24
TABELA 3: Consumo de água <i>per capita</i>	25
TABELA 4: Principais parâmetros de qualidade da água.....	26

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LUX = Unidade de iluminância

NBR = Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);

ONU = Organização das Nações Unidas

PVC = Policloreto de vinil

RESUMO

O presente trabalho tem como foco a sustentabilidade nas construções. O tema despertou interesse por parte do autor, uma vez que o mesmo pretende adotar esses procedimentos em seus empreendimentos. Foi apresentada uma breve história da sustentabilidade e também as diretrizes a serem consideradas para uma construção. A Construção Sustentável faz uso de materiais e de soluções tecnológicas visando o bom aproveitamento, conforto e a economia de recursos finitos (água e energia elétrica), a redução da poluição e a melhoria da qualidade do ar no ambiente interno de seus moradores e usuários. Esse tipo de interação, o uso de materiais com baixo impacto ambiental e bom aproveitamento das construções gera o que podemos chamar de uma construção sustentável. Mesmo quando emprega produtos ou processos artesanais, o faz conscientemente, buscando o sucesso ambiental integral da obra. Para exemplificar melhor foi apresentado um estudo de caso da reutilização de água na construção civil, abordando a utilização de projetos que visam construções com menos consumo de água e seu reaproveitamento.

Palavras-chaves: Sustentabilidade das construções; reaproveitamento de água; Preservação.

1 INTRODUÇÃO

O homem vem explorando o planeta há anos e nunca se preocupou com preservação do meio ambiente. Usa os recursos disponíveis no planeta e não se preocupou em preservar o local onde ele vive para as gerações futuras. Essa visão, totalmente ultrapassada, começou a mudar na década de 80 e foi criado um novo conceito de desenvolvimento sustentável, mudando a visão da Arquitetura moderna. Passou então a haver uma interação do homem com o Meio Ambiente. O mundo está à beira de um colapso ambiental, vários exemplos, de fato, já podem ser observados em diversos locais do planeta. Uma resposta para essa questão seria uma uniformidade na forma de pensar os problemas mundiais.

A construção civil tem grande participação na sustentabilidade. Grande parte da energia produzida no planeta está diretamente relacionada com o processo construtivo. Uma obra sustentável leva em conta o processo na qual o projeto é concebido, quem vai usar os ambientes, quanto tempo terá sua vida útil e se, depois desse tempo todo, ela poderá servir para outros propósitos ou não. Tudo o que diz respeito aos materiais empregados nela devem levar em conta a necessidade, o desperdício, a energia gasta no processo até ser implantado na construção e, depois, se esses materiais podem ser reaproveitados. A auto-suficiência da edificação deve ser levada em consideração. Muitas vezes, alguma parcela da energia pode ser gerada no próprio lugar e a água pode ser reaproveitada, fazendo com que no longo prazo se obtenha uma grande economia de energia e água. Em um contexto mais amplo, proporcionar a sua própria energia faz com que o edifício colabore com a sustentabilidade.

A água faz parte do nosso planeta. Ela é essencial para a vida de todo ser vegetal, animal ou humano e sem ela não poderia conceber a atmosfera, o clima, a vegetação ou a agricultura. Porém os meios naturais de transformação da água potável são muito limitados e lentos. Por isso a utilização e manipulação da água devem ser feito com racionalidade. Com isso surgiu então a captação da água de chuva como ferramenta de gestão da água. O reuso da água faz parte da Estratégia global para a Administração da Qualidade da água, proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2005).

O reuso da água tem principal finalidade evitar que as indústrias ou grandes condomínios residenciais e comerciais continuem consumindo água limpa em atividades que

seu uso é dispensável, preservando assim água potável para a utilização mais nobre e com isso com menos impacto na natureza.

A utilização de água tratada, principalmente em regiões com grande concentração populacional, afeta diretamente os mananciais existentes. O crescimento das atividades econômicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população dependem da conscientização de como usaremos nossos recursos hídricos de maneira racional. Portanto, são necessários investimentos em desenvolvimento tecnológico e na busca de soluções alternativas para a ampliação de oferta de água, e também são necessárias ações para a eficiente gestão da demanda, reduzindo os índices de perdas e desperdícios.

2 OBJETIVO

O conceito de Construção Sustentável vem ganhando grande importância em todo o mundo em função dos enormes benefícios que ele oferece. Uma Construção Sustentável é aquela que é ambientalmente responsável, lucrativa e um lugar saudável para viver e trabalhar. A indústria da construção civil enfrenta hoje o desafio de incorporar aos seus produtos as técnicas descritas como ecológicas e de preservação do clima na Terra. Existem inúmeras opções construtivas as quais podem variar desde o emprego de fontes de energias alternativas até a seleção de materiais fabricados com resíduos urbanos, todas incorporando os ditames da bioarquitetura, isto é, voltadas para a preservação da qualidade de vida no nosso planeta. A questão central nesta discussão permanece. Como avaliar se no final os efeitos globais almejados foi obtido quando são selecionadas estas alternativas de projeto?

O objetivo desse trabalho consiste em fazer uma abordagem sobre o tema da Sustentabilidade das Construções e o que pode ser feito para melhorar o impacto da construção civil. Execução de projetos de construção que visam mais economia na sua utilização e conservação.

Para melhor entendimento, no decorrer desse trabalho, será apresentado um estudo da reutilização de água na construção civil, abordando a utilização de projetos que visam construções com menos consumo de água e seu reaproveitamento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Construções Sustentáveis

Construção Sustentável é um sistema construtivo que promove intervenções sobre o meio ambiente, adaptando-o para suas necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras.

A Construção Sustentável faz uso de materiais e de soluções tecnológicas visando o bom aproveitamento, conforto e a economia de recursos finitos (água e energia elétrica), a redução da poluição e a melhoria da qualidade do ar no ambiente interno de seus moradores e usuários. Esse tipo de interação, o uso de materiais com baixo impacto ambiental e bom aproveitamento das construções gera o que podemos chamar de uma construção sustentável. Mesmo quando emprega produtos ou processos artesanais, o faz conscientemente, buscando o sucesso ambiental integral da obra.

3.1.1 A obra sustentável

A sustentabilidade de uma obra é avaliada pela sua capacidade de responder aos desafios ambientais de sua sociedade, sendo ela mesma um modelo de solução. Um bom modelo de Casa Sustentável deve usar: a) recursos naturais passivos e de design para promover conforto e integração na habitação; b) materiais que não comprometam o meio ambiente e a saúde de seus ocupantes e que contribuam para tornar seu estilo de vida cotidiano mais sustentável (por exemplo, o usuário de embalagens descartáveis deveria usar produtos reciclados a partir dos materiais que, em algum momento, ele mesmo usou); c) resolver ou atenuar os problemas e necessidades gerados pela sua implantação (consumo de água e energia); d) prover saúde e bem-estar aos seus ocupantes e moradores e preservar ou melhorar o meio ambiente.

3.1.2 Escolha dos materiais

Os materiais usados na Construção Sustentável deveriam, em princípio, obedecer a critérios de preservação, recuperação e responsabilidade ambiental. Isso significa que, ao se iniciar uma construção, é importante considerar os tipos de materiais que estão de acordo com o local (como sua geografia, ecossistema, história, etc.) e que podem contribuir para conservar e melhorar o meio ambiente onde será inserida. Materiais que guardam relação direta com o estilo de vida do local e do usuário devem ser avaliados. Por exemplo, se o morador reside e trabalha em uma área urbana, possivelmente comprará alimentos envolvidos por embalagens plásticas descartáveis; é muito provável também que utilize um automóvel para se deslocar da casa para o escritório e vice-versa.

Deve-se lembrar que toda Construção Sustentável é saudável. Esse tipo de obra caracteriza-se pelo uso de materiais e tecnologias biocompatíveis, que melhoram a condição de vida do morador ou, no mínimo, não agridem o meio ambiente em seu processo de obtenção e fabricação, nem durante a aplicação e em sua vida útil. É importante evitar também materiais que reconhecidamente estão envolvidos com graves problemas ambientais, e sobre os quais hoje há consenso entre todas as entidades sérias que trabalham com Construção Sustentável e Bioconstrução no mundo, caso do PVC (policloreto de vinil) e o alumínio. Outros produtos, considerados aceitáveis na ausência de outras opções, devem ser usados de maneira bastante criteriosa principalmente no interior de casa, como compensados e OSBs (colados com cola à base de formaldeído). O mesmo vale para madeiras de reflorestamento tratadas por autoclave (sistema CCA, CCB ou CCC), as quais são imunizadas com um veneno à base de arsênico e cromo - este tipo de madeira, segundo a EPA norte-americana e os próprios fabricantes daquele país, já não pode mais ser usada em áreas públicas desde 30 de dezembro de 2003.

As empresas, os governos e as ONGs não são as únicas responsáveis pelos materiais de construção e pelo estado atual do meio ambiente. O consumidor, ao optar por um produto A, B ou C, é também co-responsável por todo o processo, já que é para ele que se destinam todos os produtos e, por extensão, as construções. Ele é o "target" do mercado e, com uma nova consciência, pode ajudar a alterar as regras do mercado.

3.1.3 Tipos de Construções Sustentáveis

Os principais tipos de Construção Sustentável resumem-se, praticamente, a dois modelos: construções coordenadas por profissionais da área e com o uso de ecomateriais e tecnologias sustentáveis modernos, fabricados em escala, dentro das normas e padrões vigentes para o mercado; e sistemas de autoconstrução (que incluem diversas linhas e diretrizes), que podem ou não ser coordenados por profissionais (e por isso são chamados de autoconstrução). Inclui grande dose de criatividade, vontade pessoal do proprietário e responsável pela obra e o uso de soluções ecológicas pontuais.

3.1.4 Diretrizes Projetuais

O projeto arquitetônico deve levar em considerações diversas variáveis para sua proposição, tais como: as condições climáticas do local, buscando o aproveitamento dos condicionantes naturais e assim melhor eficiência energética, materiais e mão-de-obra locais, e o conhecimento do lote e seu entorno.

Implantação

- Deve-se incentivar o aumento da taxa de permeabilidade, tornando o ambiente de implantação com maior área de absorção.
- A implantação deve priorizar manter o desnível original do lote, para que não se despenda energia e gastos com a movimentação de terra.
- A implantação deve ser coerente com o entorno, devendo fazê-lo de forma integradora.
- Para climas quentes, deve-se utilizar brises móveis ou fixos, ou até mesmo vegetação como forma de proteção à radiação solar. Os brises móveis, localizados externamente, são mais eficientes do que os fixos ao se tratar do controle da radiação solar, contudo, apresentam custos iniciais e de manutenção mais elevados.

Orientação e Insolação

- Deve-se levar em consideração a latitude e longitude do local, quanta sombra resulta de obstáculos que existem entre a edificação e o local, bem como o clima do local. Pode-se perceber a influencia da localização no projeto quando analisamos, por exemplo, o fato da fachada norte recebe sol o ano todo no hemisfério sul, já no hemisfério norte, a fachada sul é que recebe insolação.
- Deve-se analisar a intensidade do sol no local, a posição relativa do sol, quanto do calor do sol a edificação necessitará ou não, bem como qual a capacidade de armazenagem que a edificação deve ter em relação ao ganho solar disponível no local para suprir suas necessidades, tudo em relação a diferentes épocas do ano.

Fachadas

- Deve-se analisar a melhor relação entre ganho de calor e área envidraçada, o que está diretamente relacionado com o clima local.
- As cores das fachadas e das coberturas influenciam diretamente o conforto térmico. Considere que as cores claras não absorvem tanto calor como as mais escuras, uma fachada branca absorve só 25% do calor do sol, enquanto que a mesma fachada na cor preta pode absorver até 90% de calor.

Paredes

- Utilizar materiais locais, além de se analisar a melhor solução para o clima. Para climas quentes e secos, há a necessidade de paredes grossa, ou com capacidade de reter calor. Já em climas frios, vê-se a importância da entrada do calor, porem devendo manter dentro na residência.

Cobertura

- Deve-se levar em consideração a relação entre a durabilidade do material e sua resistência à água, ou mesmo a umidade.
- Utilizar materiais alternativos como o teto jardim, além dos materiais reciclados como telhas feitas a partir de caixas TetraPak®, feitas a partir de tubo de pasta de dentes triturados, ambos os casos tem comprovada garantia e eficiência, além de custo baixo. Deve-se observar o material mais próximo ao local de implantação, evitando o gasto de energia no transporte.
- Deve ter uma água da cobertura direcionada para a face norte, no caso do hemisfério sul, se possível, para que possam ser instalados coletores solares térmicos e/ou painéis solares fotovoltaicos. Isto inclui que o cálculo da estrutura da cobertura deve prever a possibilidade de peso extra com a instalação de coletores de chuva, se o sistema for utilizado.

Abertura

- A altura das janelas deverá considerar os limites de alcance visual, exceto em locais onde deva prevalecer a segurança e a privacidade.
- As aberturas devem estar adequadas ao sentido dos ventos locais e iluminação natural.
- Devem-se utilizar vidros adequados ao clima.
- As janelas deveram ficar na altura das mesas e devem ser altas, para atingir pontos mais profundos.

Iluminação

- O projeto deve levar em conta a idade dos usuários, sendo diferente para cada ambiente.
- Para adequação do projeto deve-se analisar a NBR 5413.

- Como no caso de uma pessoa com 25 anos a cozinha deve fornecer cerca de 100 lux no modo geral, já no caso do local, são necessários 200 lux. Isto demonstra a necessidade de se supera. Esses valores alteram de acordo principalmente por causa da idade.
- Para o caso da iluminação lateral, dever-se-á evitar que as aberturas localizem-se por toda extensão do ambiente e que objetos que necessitem de atenção, como a televisão, encontre - se até o canto da parede.
- As condições climáticas agem sobre a iluminação natural de interiores.
- A geometria dos ambientes deverá ter pouca profundidade para ser mais bem iluminada. Dever-se-á verificar o ângulo de incidência da luz. Aberturas simétricas e localizadas em paredes opostas, para que assim, ocorra uma melhor distribuição de iluminância.
- Natureza dos vidros por onde penetra a luz deverá estar adequado às condições de conforto térmico e luminosidade interna.
- Superfícies claras são excelentes refletoras e não direcionam o calor para dentro do ambiente. A cor utilizada no forro é considerada o elemento mais responsável pelos níveis de iluminância de um ambiente, se comparado às cores das paredes e do piso.
- Dever-se-á optar por lâmpadas de baixo consumo e procurar usar iluminação localizada, colocando luz só onde seja de fato necessário. Priorizar lâmpadas fluorescentes compactas, pois elas têm o mesmo potencial de iluminação de lâmpadas incandescentes e das lâmpadas fluorescentes, mas consomem menos energia.

Conforto Térmico

- Dever-se-á manter uma temperatura constante no interior do edifício, de forma a evitar perdas de calor no Inverno e ganhos de calor no Verão, no caso dos projetos para a área sul-americana.

Ventilação

- Dever-se-á levar em consideração alguns fatores como a velocidade e direção além das variações diárias sazonais do vento.
- Proporcionar a ventilação cruzada, aproveitando os ventos para resfriamento e renovação do ar interno através de aberturas laterais opostas, porque o ar quase nunca está à mesma temperatura nestas. Os caixilhos devem ter dispositivos que permitam ventilação ou então deve existir um sistema de renovação mecânica de ar.
- Promover ventilação vertical, que é a retirada do ar quente localizado nas partes mais elevadas do interior da edificação, gerando um fluxo de ar ascendente por diferenças de pressão. Dispositivos como lanternins, aberturas no telhado, exaustores eólicos ou aberturas zenitais são utilizados para tal fim. Pode-se combinar o fator “iluminação natural” ao fazer uso de aberturas zenitais, uma vez que podem ser localizadas em pontos estratégicos que ofereçam ventilação e iluminação simultaneamente.
- O projeto deve posicionar a edificação de modo a aproveitar as brisas de verão, além de empregar recursos aplicáveis à forma do edifício. Tal estudo da forma e da orientação da obra também explora a iluminação natural e favorecem ganhos ou perdas de calor.

Ruídos

- O som pode ser ouvido de diferentes formas, com a área estritamente residencial urbana, a área mista, predominantemente residencial, e sem corredores de trânsito.
- Para realizar o projeto deve-se analisar a ABNT - NBR 10151- 1987

Eficiência Energética

- **Coletores solares térmicos:** Captam a energia do Sol e a transformam em calor, poupando até 70% da energia necessária para o aquecimento de água.
- **Painéis solares fotovoltaicos:** Por meio do efeito fotovoltaico a energia do Sol é convertida em energia elétrica. Podem ser utilizados inclusive em locais isolados, com

ou sem rede elétrica ou como sistemas ligados à rede. Devem-se observar quais aparelhos eletrodomésticos serão utilizados para melhor escolha dos painéis solares fotovoltaicos. Para poder quantificar o sistema é preciso estimar a média de consumo, como também analisar as características locais de insolação e climas em que o sol é predominante, como exemplificado na figura abaixo:

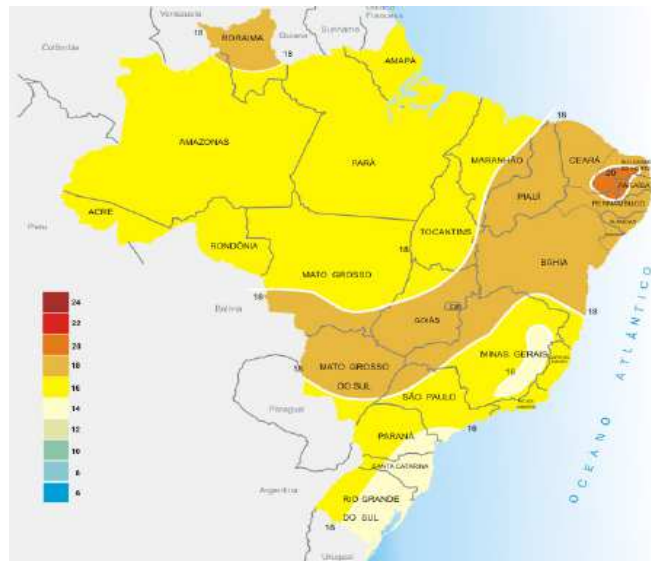


FIGURA 1 - Média anual do potencial solar brasileiro (em MJ/m²/dia)
 FONTE: CRESEB/CEPEL

No que diz respeito ao consumo de energia, usar-se-á os aparelhos mais eficientes disponíveis no mercado.

A flexibilidade dos painéis possibilita seu uso em muitos produtos de edificações, tais como telhas solares, cortinas de vidro e painéis decorativos.

3.2 Sustentabilidade nas cidades

A sustentabilidade nas cidades brasileiras significa enfrentar várias questões desafiadoras, como a concentração de renda e a enorme desigualdade econômica e social, o saneamento ambiental, o déficit habitacional e a situação de risco de grandes assentamentos, além da degradação dos meios construído e natural e dos acentuados problemas de mobilidade e acessibilidade.

Os grandes problemas enfrentados nas cidades estão relacionados aos seguintes itens:

- Desenvolvimento econômico, que inclui habitação acessível, segurança pública, proteção do meio ambiente e mobilidade;
- Inclusão social, reconciliando interesses para identificar e alcançar valores e objetivos comuns;
- Previsão de objetivos em longo prazo (preservação para as gerações futuras);
- Qualidade pela preservação da diversidade e não a quantidade.

Agenda 21 é o mais importante compromisso sócio-ambiental em favor da sustentabilidade firmado na RIO-92. A Agenda 21 estabeleceu o desafio do milênio seguinte como uma ferramenta de planejamento estratégico que visa implementar um novo modelo de desenvolvimento sócio-econômico e ambiental, construído, orientado a melhorar e resguardar a qualidade de vida das gerações futuras. Um grande avanço da Agenda 21 é sua elaboração como processo amplamente participativo para construção de consensos e cenários de futuro. Propõe padrões mínimos aceitos pelos seus signatários para harmonizar as questões sócio-econômicas e ambientais, com a assinatura de compromissos em regime de co-responsabilidade entre os diversos atores sociais, concretizados em um Plano de Desenvolvimento Sustentável ou similar.

O capítulo 28 da Agenda 21, que pede maior atenção com as cidades, já que estas são fundamentais para a implementação das políticas propostas no documento. Muitos dos problemas e das soluções listados na Agenda 21 têm raízes em atividades locais, assim, as autoridades locais e seus planos de governo são um fator-chave para fazer o desenvolvimento sustentável acontecer. O envolvimento dos moradores e outros setores da sociedade organizada junto ao governo local é condição indispensável para lidar com os desafios básicos do desenvolvimento, tais como moradia, desemprego, lixo, água e poluição do ar, para citar apenas alguns e pode mobilizar novos recursos para a solução destes problemas e criar uma cultura participativa, transparente, responsável e comprometida com processos permanentes de sensibilização e capacitação.

O objetivo maior da Agenda 21 Local é servir de subsídio à elaboração e implementação de políticas públicas, orientadas para o desenvolvimento sustentável. Os processos em andamento mostram que a Agenda 21, além de ser um instrumento de promoção

do desenvolvimento sustentável, é também um poderoso instrumento de gestão democrática das cidades e validação social das propostas do Estatuto da Cidade e seus Planos Diretores.

3.3 Recurso Natural da água

- **Disponibilidade no Planeta:**

A água é um dos recursos natural mais abundante no planeta, com um volume total estimado em 1.386 milhões km³. Esse gigantesco volume está distribuído da seguinte forma: 97,5% de toda água na Terra estão nos mares e oceanos, 1,7% nas geleiras e calotas polares, 0,7% está nos aquíferos subterrâneos, menos que 0,01% formam os rios, lagos e reservatórios e, ainda, uma porcentagem ínfima da água está distribuída em forma de vapor na atmosfera (SHIKLOMANOV, 1999).

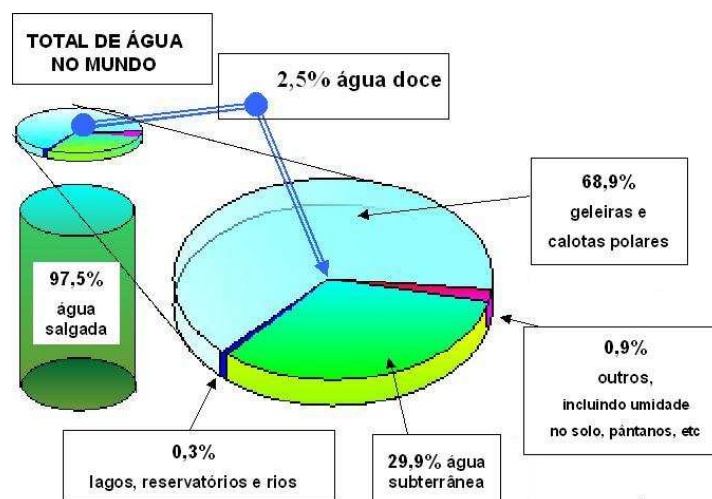


FIGURA 2 – Distribuição da água no planeta Terra

Mas, infelizmente, essa abundância de água no nosso planeta não corresponde à igual, nem sequer próxima abundância de água para consumo humano. Enquanto processos de dessalinização da água do mar ainda forem extremamente dispendiosos, a água doce permanecerá como a única parcela de real possibilidade de uso e consumo. Representando apenas 2,5% da totalidade de água no mundo, a água doce está dividida, segundo SHIKLOMANOV (1999), em: 68,9% nas calotas polares e geleiras, 29,9% em água subterrânea, 0,3% em água superficial e 0,9% em outras formas.

Apesar da possibilidade física de uso, ainda existe mais uma limitação: a totalidade de água doce no mundo não é economicamente viável a exploração. Na prática, somente as águas superficiais e uma parcela das águas subterrâneas são utilizadas como mananciais, o que reduz, ainda mais, a disponibilidade de recursos hídricos no planeta. Assim, apenas 0,006% da água doce do mundo, cerca de 21.200 km³, são de fácil acesso, escoando em corpos de água. Ainda, deve-se lembrar que os valores e porcentagens apresentados anteriormente demonstram apenas uma distribuição estatística, uma vez que a água não é um elemento estático na natureza; ela está sempre em transformações e movimento.

O processo de circulação da água no planeta chama-se ciclo hidrológico e pode ser resumidamente explicado da seguinte forma: o calor da radiação solar faz com que a água dos rios, lagos e oceanos evaporem e nas plantas, ocorra à transpiração. A água, em forma de vapor, acumula-se na atmosfera até que precipita sobre a superfície terrestre e os oceanos. Então a água de chuva que cai sobre a terra infiltra abastecendo os lençóis freáticos ou escorre formando os rios, que, eventualmente, acabam por desaguar em lagos ou nos oceanos, voltando a evaporar. Todo o processo está esquematizado na Figura 3.

O ciclo hidrológico proporciona a reposição e a renovação do fluxo da água nos rios, lagos e aquíferos subterrâneos, fontes essenciais para abastecimento de água doce no mundo. Mas o processo é influenciado por fatores climáticos, geológicos e outros relativos ao uso do solo, tornando a distribuição das chuvas desigual pelo globo terrestre e, também, irregular ao longo do ano. Como é o caso da Índia, onde 90% das precipitações são concentradas na estação das monções, que ocorre de junho a setembro, restando pouquíssima chuva para os outros oito meses do ano.

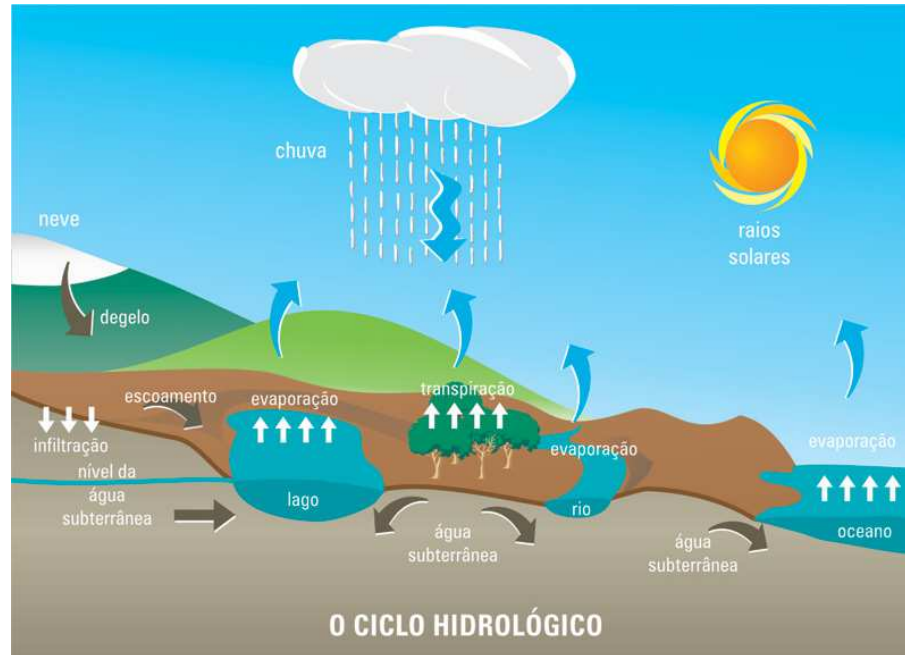


FIGURA 3 – Ciclo hidrológico

A distribuição da água mostra-se ainda mais injusta quando analisada em comparação com a distribuição populacional do mundo, uma vez que a população também está distribuída de forma bastante heterogênea pelos continentes e, não necessariamente, de acordo com a disponibilidade hídrica. A última coluna da Tabela 1 representa a disponibilidade hídrica *per capita*, ou seja, a quantidade de água disponível para cada habitante da região considerada. Pode ser verificada uma variação de 700%, por exemplo, entre a disponibilidade hídrica de um norte americano e um habitante de uma ilha no Caribe, apesar da proximidade espacial dessas duas regiões.

Disponibilidade hídrica			
Continentes / Região	Volume anual (Km ³)	% da disponibilidade hídrica mundial	por habitante no ano de 2003 (m ³)
Mundo	43659	100,00%	6900
África	3939	9,02%	4600
Ásia	11594	26,56%	3000
América Latina	13477	30,87%	26700
Caribe	93	0,21%	2400
América do Norte	6253	14,32%	19300
Oceania	1703	3,90%	54800
Europa	6603	15,12%	9100

TABELA 1 – Distribuição da disponibilidade hídrica mundial

Disponibilidade no Brasil:

O Brasil é o país que apresenta maior disponibilidade de água, sendo a vazão média anual dos rios em território nacional estimada em 180 mil metros cúbicos por segundo, representando 12% dos recursos hídricos mundiais.

Se forem consideradas as vazões oriundas dos países vizinhos, que ingressam no Brasil transportado por rios como Amazonas, Uruguai e Paraguai, essa vazão média totalizam 18% da disponibilidade hídrica mundial. A vantagem quantitativa não representa uma segurança de abastecimento à população, uma vez que a distribuição dos mananciais é bastante heterogênea.

A grande extensão territorial do país permite que ocorram diferentes regimes climatológicos e hidrológicos, o que pode ser exemplificado com a abundância do rio Amazonas, o maior em descarga fluvial no mundo, em contrapartida tem-se o semi-árido nordestino, com sérios problemas de secas e estiagens.

Há uma grande diversidade de situações no Brasil. As regiões norte e centro-oeste possuem abundância de água, com 89% da potencialidade das águas superficiais do país, mas nestas regiões vivem apenas 14,5% dos brasileiros, que possuem uma demanda hídrica de 9,2% do total nacional. Enquanto isso, os restantes 11% do potencial hídrico estão espalhados nas regiões nordeste, sul e sudeste, onde estão localizados 85,5% da população e 90,8% da demanda de água do país (IBAMA, 2002). Além das águas superficiais, deve ser comentada a questão das águas subterrâneas, que também possuem enormes volumes e grande potencial de utilização no Brasil. As reservas permanentes de água subterrânea são de 112.000 km³ (IBAMA, 2002) e estudos da UNESCO estimam a existência em território nacional de cerca de 10% dos 250 milhões de poços em operação no mundo (REBOUÇAS, 2004).

Segundo REBOUÇAS (2004), a contribuição dos fluxos subterrâneos ao escoamento básico dos rios do Brasil é de 3.144 km³/ano, o que representa 60% da vazão dos rios. Se fossem utilizados apenas 25% dessa taxa de recarga, a oferta de água seria superior a 4.000 m³/ano *per capita* (considerando a população brasileira de 170 milhões de habitantes - IBGE, 2000). Tal oferta é superior à faixa de 1000 a 2000 m³/ano *per capita* recomendada pelas Nações Unidas para garantir o conforto moderno e o desenvolvimento sustentável.

Bacia Hidrográfica	Descarga média (m ³ /s)
Amazonas	209.000
Paraná (inclusive Iguazu)	11.000
Paraguai	1.290
Uruguai	4.150
São Francisco	2.850
Paraíba do Sul/Guandu	900

TABELA 2 – Disponibilidade hídrica brasileira

3.4 Uso da água

3.4.1 Preliminar

No corpo humano a água constitui mais da metade do peso. Mas o homem também utiliza a água em diversas atividades, de várias formas, atendendo a inúmeras necessidades. A água é essencial em todos os setores da sociedade, na vida doméstica, no lazer e no bem-estar do ser humano.

Entre os muitos usos da água podem ser citados os usos consultivos: abastecimento doméstico e industrial, irrigação e dessedentação de animais; e os não consultivos: preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, pescam, harmonia paisagística, geração de energia elétrica, navegação e diluição de despejos (MOTA, 1997). Essas várias formas de aproveitamento da água apresentam características bem distintas, com diferentes padrões de qualidade.

Considerando as principais utilizações da água doce no mundo, os usos da água podem ser resumidos em três preponderantes: para a agricultura, no cultivo das plantas e produção de alimentos; para a indústria, como insumo na produção; e para o abastecimento doméstico, que inclui as necessidades do homem no consumo próprio e higiene.

A quantidade total de água utilizada em um país dividida pela sua população é chamado consumo *per capita*. Esse valor, assim como a distribuição pelos seus diferentes usos, varia significativamente em função do clima, cultura e costumes da região, grau de desenvolvimento do país, políticas econômicas e sociais, informação e conscientização da

população, classe social e renda familiar, forma e preço do faturamento e, obviamente, da disponibilidade hídrica. Regiões com grande disponibilidade não temem a falta de água para o abastecimento e, assim, costumam possuir consumos *per capita* maiores que regiões que já possuem seus suprimentos limitados. Na Tabela abaixo, é possível visualizar os consumos *per capita* dos diferentes continentes.

Região/Continente	Consumo de água (m ³ /per capita/ano)
Mundo	633
Europa	581
América do Norte	1.663
América Central e Caribe	603
América do Sul	474
Ásia (excluindo Oriente Médio)	631
Oriente Médio e Norte da África	807
África Subsaariana	173
Oceania	900

TABELA 3 – Consumo de água *per capita*

A renda, o índice de urbanização e o desenvolvimento apresentam uma relação direta com o aumento do consumo *per capita*. Os países ricos industrializados costumam consumir mais porque agregam em seus produtos agrícolas ou industrializados a água utilizada nos processamentos, mas, também, possuem o consumo doméstico maior que o de países de renda média e baixa (RIBEIRO, 2006). A utilização das reservas em diversos países mostra como o uso de água entre os países é desigual. Por exemplo, os Estados Unidos possuem um consumo anual *per capita* de 1647 m³, enquanto o consumo de um brasileiro é de apenas 336 m³ ou de um sul-africano de 348 m³.

As previsões alertam para um aumento significativo no uso e consumo da água nas próximas décadas. Além do aumento da população mundial, espera-se um aumento de consumo de água *per capita* graças à urbanização e à industrialização de países ainda em desenvolvimento. E o receio é que se mantido o alto padrão de consumo de água observado no estilo de vida moderno nos países desenvolvidos, em várias regiões do mundo a sustentabilidade da água será impossível.

3.4.2 Usos e padrões

A água para ser utilizada no meio antrópico precisa ter certa qualidade e essa qualidade é determinada por parâmetros físicos, químicos e biológicos apresentados na tabela 4. Além de garantir a qualidade requerida, esses parâmetros também servem para evitar que águas de melhor qualidade sejam utilizadas em usos menos nobres. Ou seja, que se use água com qualidade superior à necessária, desperdiçando, assim, a água de boa qualidade. Esse conceito foi formulado em 1958 pelo Conselho Econômico e Social das Nações Unidas: "a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior".

Físicos	cor, turbidez, sabor, odor e temperatura
Químicos	pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, micropoluentes inorgânicos e micropoluentes orgânicos
Biológicos	organismos indicadores (coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais), algas e bactérias

TABELA 4 - Principais parâmetros de qualidade da água

3.4.2.1 Classificação de corpos de água doce

- **Classe Especial**, águas destinadas: Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- **Classe 1**, águas destinadas: Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

- **Classe 2**, águas destinadas: Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esportes e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.
- **Classe 3**, águas destinadas: Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais.
- **Classe 4**, águas destinadas: À navegação; e à harmonia paisagística. Igualmente, a água de reúso também pode ser classificada segundo padrões de qualidade e usos preponderantes. Um exemplo de classificação é a sugestão não regulamentada da ANA que divide as águas de reúso em 4 classes referentes ao uso previsto, nível de contato com o usuário e, conseqüentemente, qualidade requerida. Cada classe apresenta uma lista de parâmetros a serem observados para garantir a qualidade e a segurança na utilização da água de reúso.

3.4.2.2 Classificação de água de reuso em edificações

- **Água de Reuso Classe 1:** Descarga de bacias sanitárias; fontes ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.); lavagem de pisos, roupas e veículos
- **Água de Reuso Classe 2:** Usos na construção: lavagem de agregado; preparação de concreto; compactação de solo e controle de poeira
- **Água de Reuso Classe 3 :** Irrigação de áreas verdes e rega de jardins
Água de Reuso Classe 4 resfriamento de equipamentos de ar condicionado

Ainda no âmbito legal, o Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Toda água de abastecimento destinado ao consumo humano precisa ser potável, ou seja, obedecer ao padrão de potabilidade apresentado no documento supracitado através de Tabelas com os valores máximos permitidos para diversos

parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos, de tal forma a não oferecer risco à saúde humana.

3.5 O reuso da água de chuva

O relatório anual das Nações Unidas faz terríveis projeções para o futuro da humanidade. A ONU prevê que em 2050 mais de 45% da população mundial não poderá contar com a porção mínima individual de água para necessidades básicas. Segundo dados estatísticos existem hoje 1,1 bilhões de pessoas praticamente sem acesso à água doce. Estas mesmas estatísticas projetam o caos em pouco mais de 40 anos, quando a população atingir a cifra de 10 bilhões de indivíduos. A partir destes dados projeta-se que a próxima guerra mundial será pela água e não pelo petróleo.

Os dados que são utilizados pela mídia mundial são: De toda a água disponível na terra 97,6% está concentrada nos oceanos. A água fresca corresponde aos 2,4% restantes. Destes 2,4% somente 0,31% não estão concentrados nos pólos na forma de gelo. Resumindo: de toda a água na superfície da terra menos de 0,02% está disponível em rios e lagos na forma de água fresca pronta para consumo.

Esses dados mostram a importância do reuso da água de chuva e o tanto que poderemos economizar reutilizando a água da chuva. Hoje já temos muitos projetos visando o reaproveitamento da água de chuva nas construções.

O reaproveitamento da água de chuva para abastecer certas áreas da residência gera economia e contribui para a preservação do recurso já tão escasso em boa parte do mundo. É uma ação de responsabilidade social, já adotada por boa parte das construtoras e por cidadãos comuns na Europa, mas que, infelizmente, ainda é rara no Brasil.

O reuso da água é uma tendência internacional irreversível no mercado da construção civil e que chegará ao país. Não sabemos ainda em quanto tempo, já que isso depende da conscientização da sociedade e também do desenvolvimento de sistemas mais eficientes. Em São Paulo já existem empresas especializadas na concepção e execução de sistemas de reuso de água e que a idéia já alcança alguns grandes empreendedores.

Entre as medidas que podem disseminar o reuso da água de chuva, podemos citar as leis municipais já implementadas em São Paulo e Curitiba. As duas prevêm o uso obrigatório

dos sistemas de reaproveitamento de água de chuva nos imóveis novos, mas têm motivos diferentes. Em São Paulo, a lei tem a finalidade de diminuir os danos com as enchentes, retirando do ambiente boa parte da água acumulada com as chuvas. Já em

Curitiba, a idéia é incentivar o uso racional dos recursos naturais.

A água captada em reservatórios nos períodos de chuva, depois de passar por um tratamento primário, pode ser usada para irrigação de jardins, lavações de piso e nas descargas de banheiros.

Para a instalação de um sistema eficiente de reaproveitamento de água de chuva vários fatores são importantes. Primeiro, é preciso fazer um estudo do clima da região onde o imóvel está localizado, para a identificação do volume pluviométrico registrado no local, o que vai influir no dimensionamento do sistema. Depois, é preciso ter cuidado com os materiais e manutenção da rede hidráulica do sistema, que sempre deverá ter uma comunicação com a rede de água tratada da concessionária local, para que o abastecimento da casa não seja afetado nos tempos de seca.

3.5.1 Vantagens:

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagem de pisos;
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de 2 anos e meio;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância no nosso telhado;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios (algo atualmente exigido na cidade de São Paulo pela lei das "piscininhas, para construções com"área impermeabilizada superior a 500m²);
- Encoraja a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade;

- A instalação do sistema, que é modular, pode ser realizada tanto em obras em andamento como em construções finalizadas.

3.5.2 Aplicações:

A água de chuva pode ser utilizada em vasos sanitários, lavagem de pisos, irrigação de jardins e áreas verdes, lavagem de veículos e ferramentas, máquinas de lavar roupa, abastecimento de piscinas e diversos processos industriais.

Residência:

O sistema pode ser aplicado tanto em residências em construção - pode ser feito um sistema paralelo ao da água da rua - e incluir o uso em descarga de banheiros, lavagem de roupa e torneiras externas, como em casas já construídas. Onde não se quer ou não for possível mexer nas instalações existentes, é possível aproveitar a água de chuva para jardins, piscina, limpeza de calçadas, lavar carros, entre outros usos.

Indústria, instalações comerciais e rurais, clubes.

Em áreas de maior porte, aproveitar a água de chuva é unir os benefícios ecológicos aos econômicos. A água pode ser usada para resfriar equipamentos e máquinas, em serviços de limpeza, para descarga de banheiros, no reservatório contra incêndio, irrigação de áreas verdes. Nos dias de chuva intensa, as cisternas podem funcionar como "buffers" (áreas de contenção), diminuindo ou até evitando alagamentos e a sobrecarga da rede pluvial.

Condomínios

Em condomínios, a água de chuva armazenada significa uma economia expressiva no gasto de água nas áreas comuns. Ela pode ser utilizada lavagem das calçadas, do playground, de carros, na irrigação dos canteiros e jardins, no abastecimento da piscina, na reserva para caso de incêndio e até mesmo em banheiros das áreas comuns ou casa do vigia.

3.5.3 Características técnicas

Para cada necessidade é feito um estudo e dimensionamento correto para a melhor solução. Devem ser considerados os seguintes pontos: local de instalação do sistema, área de projeção do telhado, número de descidas, capacidade de armazenamento de água de chuva e consumo previsto para esta água.

A água é coletada no telhado. Resultado: ela vem cheia de poluentes para os reservatórios. No verão, o aproveitamento é bem mais fácil porque há chuvas intensas e elas provocam uma lavagem desses poluentes. “A água da chuva pode apresentar coliformes fecais e totais, que são fezes de animais, ferrugem e outros poluentes.” Seria adequado ter um dispositivo para remoção de material grosseiro: folhas, detritos, para não entupir as tubulações. Depois, remover as partículas mais finas.

O sistema prevê a utilização do telhado e calhas como captadores da água de chuva, que é dirigida para um filtro autolimpante e levada para uma cisterna ou tanque subterrâneo. Para essa finalidade, lançamos um modelo exclusivo de cisterna que forma com o filtro um conjunto eficiente e simples de instalar, mesmo sob a terra. Para evitar que a sedimentação do fundo da cisterna se misture com a água, esta é canalizada até o fundo, onde por meio de um "freio d'água" ela brota sem causar ondulações. Estocada ao abrigo da luz e do calor, a água se mantém livre de bactérias e algas. Outra parte do sistema cuida de sugar a água armazenada de pontos logo abaixo da superfície, para não movimentar eventuais resíduos.

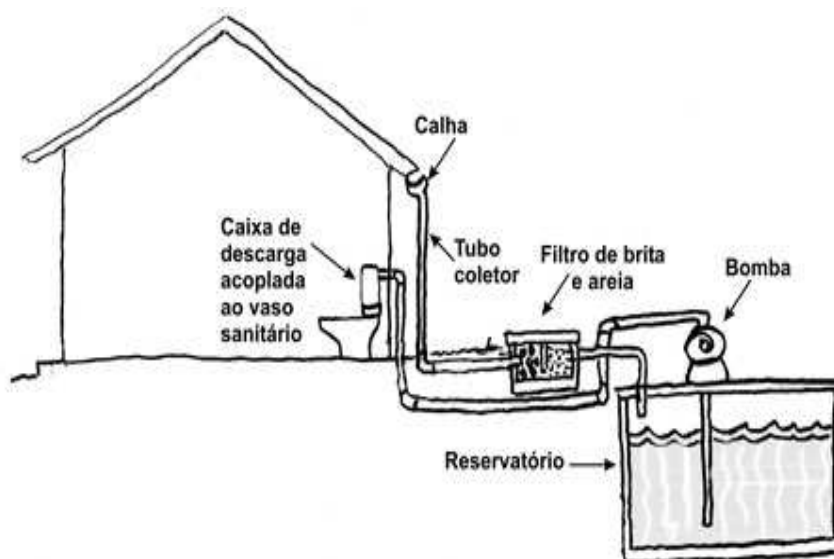


FIGURA 4: Reaproveitamento da água



FIGURA 5: Instalação para reaproveitamento da água

3.6 Estudo de caso

Para exemplificar os princípios apresentados nesta pesquisa foi realizado um estudo de caso de uma residência construída no ano de 2007, localizada no Condomínio Vale dos Cristais, com 600m² e capacidade para 6 (seis) habitantes.

A coleta da água da chuva foi um dos requisitos impostos pelos proprietários durante a concepção do projeto, o que permitiu que o sistema fosse integrado à edificação e calculado de acordo com as suas necessidades reais, as quais abrangem o jardim de aproximadamente 1.000m² e 6 (seis) instalações sanitárias.

Para tanto, foi construído um reservatório inferior com capacidade para 50.000 litros, que aproveitou parte da estrutura inferior da casa permitindo grande economia na estruturação do sistema. Além deste, também foi instalado um reservatório superior com capacidade para 2.000 litros, para atendimento exclusivo dos vasos sanitários.

O sistema é muito simples e se resume à coleta da água da chuva através das calhas e rufos do telhado, que se encaminham diretamente para o reservatório superior, de onde segue para os vasos sanitários. Existem ainda os ralos instalados nas lajes impermeabilizadas que, ao coletarem a água, já servem como filtro para as impurezas maiores como as folhas. Esta água fica armazenada no reservatório inferior, podendo atender tanto o sistema de irrigação quanto reabastecendo o reservatório superior através de uma bomba de recalque. Convém lembrar ainda que ambos os reservatórios possuam alimentação da rede pública para complementar o abastecimento da água da chuva em épocas de baixa pluviosidade.

A tubulação utilizada foi à mesma que se utiliza normalmente para a coleta pluvial e o abastecimento de água, variando de 75 a 100 mm na captação de 50 a 40 mm na distribuição. Foi implantado ainda um sistema de irrigação inteligente, dotado de sensores externos que detectam o percentual de água no ar, evitando assim que a rega do jardim ocorra durante os dias chuvosos. O sistema encontra-se programado para realizar duas regas ao dia, abrangendo os 04 setores do jardim e consumindo cerca de 2.400 litros de água por ciclo.



FIGURA 6: Captação da água
FONTE: Silveira (2007)



FIGURA 7: Instalação de ralos como filtro
FONTE: Silveira (2007)



FIGURA 8: Tubulação na laje
FONTE: Silveira (2007)

**SENSOR DE UMIDADE: EVITA
QUE O SISTEMA DE
IRRIGAÇÃO FUNCIONE
DURANTE OS PERÍODOS DE**

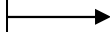


FIGURA 9: Acesso ao reservatório inferior
FONTE: Silveira,2007



FIGURA 10: Alçapão para inspeção do reservatório
FONTE: Silveira,2007



FIGURA 11: Bomba do sistema de irrigação
FONTE: Silveira, 2007



FIGURA 12: Pannel de controle do sistema de irrigação
FONTE: Silveira, 2007

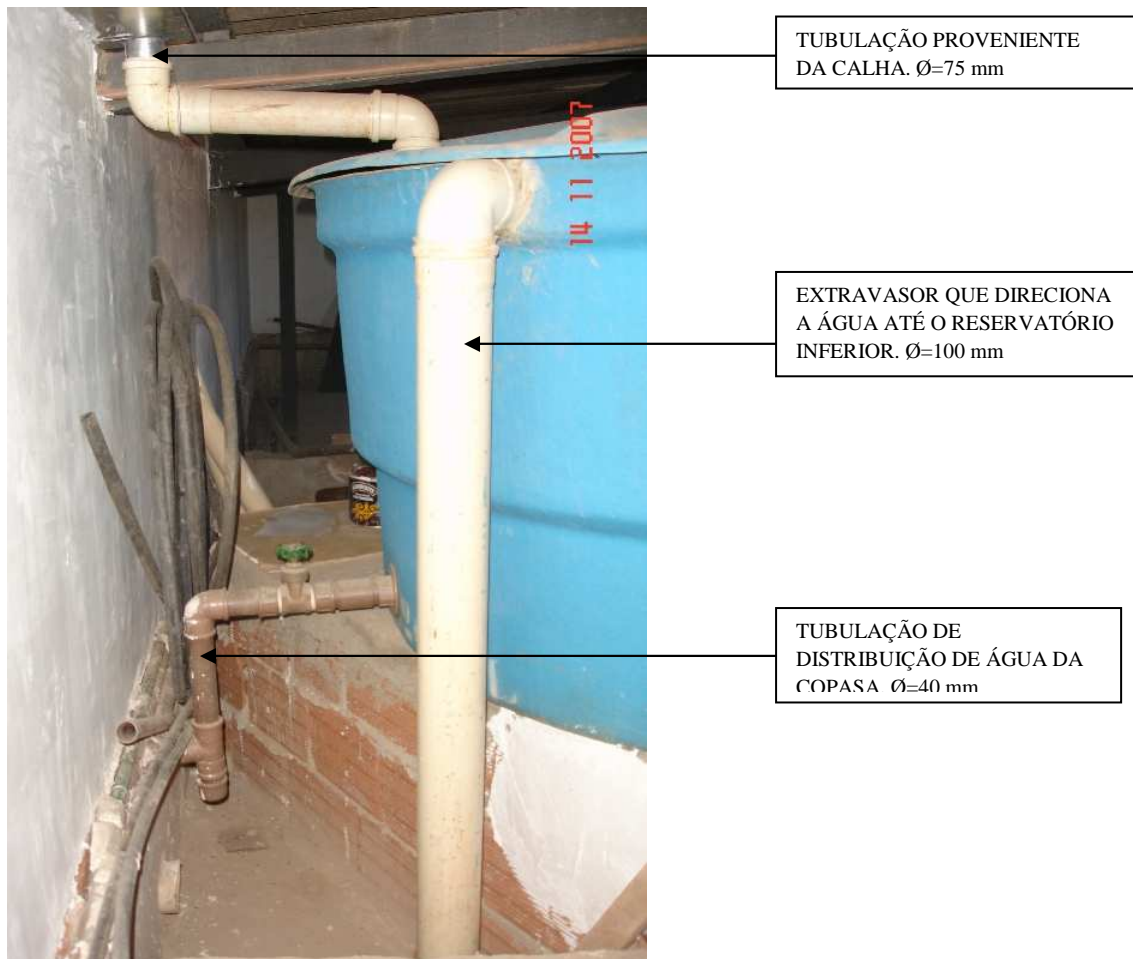




FIGURA 15: Reservatórios
 FONTE: Silveira, 2007



ENTRADA DE ÁGUA DA COPASA PARA TORNEIRA LOCALIZADA NA PARTE EXTERNA DA CASA.

LADRÃO DA CAIXA DE ÁGUA FRIA QUE ALIMENTA OS COLETORES SOLARES.

REGISTRO DE ÁGUA DA COPASA NA CAIXA DE COLETA DE ÁGUA PLUVIAL.

FIGURA 16: Posicionamento da tubulação
 FONTE: Silveira, 2007



FIGURA 17 Reservatório para uso dos coletores solares
FONTE: Silveira, 2007



FIGURA 18: Irrigação do jardim
FONTE: Silveira, 2007

3.6.1 Análise

O reaproveitamento da água da chuva em residências, além de ser ecologicamente correto, pode ainda ser muito interessante economicamente.

Em casos como o apresentado, onde há uma área significativa de irrigação, o investimento se torna financeiramente viável em um menor tempo, uma vez que este uso não demanda nenhum tipo de tratamento à água coletada, evitando maiores despesas.

Os investimentos feitos no âmbito estrutural foram irrisórios, visto que o sistema aproveitou a própria estrutura da residência para ser implantado.

Quanto à esfera hidráulica, os custos também não foram significativos já que independentemente da instalação de um sistema deste tipo, a residência deve encaminhar a água pluvial à rede pública coletora, demandando a utilização de grande quantidade de tubulações. O custo adicional veio da instalação do reservatório superior, no valor aproximado de R\$12.000,00 (doze mil reais), e a bomba de recalque, que envia a água do reservatório inferior para o superior em caso de necessidade.

Para se avaliar, então, o custo benefício do sistema, é necessário considerar a pluviometria anual, a área de captação e a demanda do recurso.

O ano de 2007 e início do ano de 2008 apresentaram índices pluviométricos muito baixos em relação à média dos anos anteriores. Desta forma foram coletados apenas 50m³ de água no período de chuvas.

Isto significa que o sistema não atuou em seu estado pleno, ficando os reservatórios, na maior parte do tempo, com pouca água, levando a um consumo de água da COPASA muito alto e à geração de custos extras que poderiam ser evitados.

Apenas durante duas semanas, quando ocorreram chuvas prolongadas, o reservatório superior conseguiu se manter em seu estado pleno, garantindo uma economia de cerca de 8.000 litros.

Estima-se que a economia gerada ao final de 1 (um) ano de funcionamento do sistema seja de R\$ 1.000,00 (hum mil reais), o que fará com que o retorno do investimento ocorra somente em aproximadamente 15 anos.

Passa-se então ao questionamento da eficiência do sistema e à busca de alternativas para potencializá-lo. A partir do momento em que ele se torna eficiente somente com a incidência de chuvas alternadas, quando a água captada em um período é utilizada no outro, conclui-se que ele não será útil em áreas de baixa pluviosidade ou regiões com períodos de chuvas curtos. Além disto, deve-se considerar que mesmo em períodos de chuvas prolongadas, uma vez cheio o reservatório, todo o restante da chuva não será coletado, restringindo a capacidade de coleta ao tamanho do reservatório.

Uma sugestão para solucionar esta deficiência é conjugação com o sistema de poço artesiano que apesar de apresentar alto custo inicial – aproximadamente R\$20.000,00 – garante fornecimento de água durante todo o ano.

O estudo de caso apresentado neste trabalho ilustra o reaproveitamento da água da chuva em uma residência, demonstrando que além de ser ecologicamente correto, o sistema pode ainda ser muito interessante economicamente. Em casos como o ilustrado, onde há uma área significativa de irrigação, o investimento se torna financeiramente viável em um menor prazo, uma vez que este uso não demanda nenhum tipo de tratamento à água coletada, evitando maiores despesas.

A captação da água da chuva é uma prática muito difundida em países como na Austrália e a Alemanha, aonde novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante eficiente em termos de custo-benefício. A utilização de água de chuva traz várias vantagens:

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc;
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de (2,5) dois anos e meio;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância em todos os telhados;

- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios;
- Encoraja a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Algumas cidades brasileiras já transformaram em lei a captação da água pluvial. A lei municipal de Curitiba-Paraná n°. 10785 de 18 de setembro de 2003 diz que¹:

"Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE."

Art. 1º. O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

Art. 7º. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como:

rega de jardins e hortas,

lavagem de roupa;

lavagem de veículos;

lavagem de vidros, calçadas e pisos.

Art. 8º. As Águas Servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos.

“Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais”.

Artigo 1º - É obrigatório a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m² (quinhentos metros quadrados)...

Existe ainda a norma NBR-15.527, “Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis” – Requisitos, instituída em setembro de 2007 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que prevê, entre outras coisas, os requisitos para o aproveitamento da água pluvial coletada em coberturas de áreas urbanas e aplica-se a usos não potáveis em que as águas podem ser utilizadas após o tratamento adequado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do trabalho é possível avaliar que o reaproveitamento de água e o uso de água de chuva podem ser uma boa alternativa para minimizar um grande problema que a população pode vir a ter de passar, que é a falta de água para as suas necessidades.

O Brasil é um país com grandes reservas de água, o problema está na utilização de água tratada. Essa água está cada vez mais escassa, tem ainda o problema de falta de água em algumas cidades muito populosa em época de seca. Podemos concluir que o reaproveitamento da água, não somente a pluvial, mas também das 'águas servidas', representa uma alternativa eficiente e econômica no combate ao desperdício.

Como o aumento da demanda pela água segue seu curso, é natural que alternativas para seu uso sejam previstas. Nossa contribuição, no âmbito da presente proposta, foi projetar a ampliação do uso da água reciclada, expectativa de que, com a comprovação das vantagens de seu aproveitamento, tal recurso torne-se uma prática mais comum, a ponto de as novas construções já serem projetadas com a previsão do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna Construção Sustentável**. Artigo publicado em 11/02/2005.

ENGENHARIA. Disponível em < <http://www.sitengenharia.com.br/>>. Acesso em março 2009.

FERNANDES, André Luiz. **Reaproveitamento da água de chuva**. Trabalho acadêmico. Belo Horizonte, 2008

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em Fev/Maio 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Disponível em < <http://www.ibama.gov.br/patrimonio/>> . Acesso em Abril 2009.

MANETTI, Penélope Duse. **Casa Sustentável: Uma alternativa possível**.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em < <http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em Fev/Março/Abril 2009.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Disponível em < <http://www.onu-brasil.org.br/>>. Acesso em Abril/Maio 2009.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. Escrituras ed., São Paulo 1999.

REVISTA TÉCNICA. Disponível em < <http://www.revistatechne.com.br/index.asp>>. Acesso em 25 de Maio de 2009.

SHIKLOMANOV, I. A. 1999. **International Hydrological Programme – IHP – IV/UNESCO, 1998**. In: **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. Escrituras ed., Rebouças, A. C. et al., 1999