

Sistemas de reaproveitamento de águas pluviais: sustentabilidade ambiental na construção civil¹

Israel Amorim Branco²

Prof. Me. Vinicius Farias de Albuquerque³

RESUMO: O presente artigo busca analisar a viabilidade ambiental e benefícios que são adquiridos ao implementar um sistema de reaproveitamento de águas pluviais em residências ou edificações, uma vez que o uso de água potável em atividades corriqueiras ainda se faz presente nas locações. Para um melhor uso dos recursos hídricos disponíveis, serão demonstrados neste artigo os componentes do sistema e as variáveis que podem determinar a viabilidade ou não do sistema de reaproveitamento de águas pluviais em uma determinada localidade.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade ambiental; Recursos hídricos; Águas pluviais.

INTRODUÇÃO

O constante uso de água potável para fins não potáveis gera desperdício acentuado aos cidadãos em diversas cidades no mundo, uma vez que há o desvio da finalidade que a água tratada possui que é consumo para sobrevivência humana. Sabendo-se disso, o reaproveitamento de águas pluviais é uma das alternativas que se pode programar para tanto evitar o desperdício de água potável, mas também como fonte de água não potável para ser utilizada em atividades corriqueiras como: lavagem de carros, pisos, paredes entre outras.

Visando os diversos problemas que podem ser ocasionados devido ao uso da água potável em atividades que não necessitem serem tratadas, como: em lavagem de veículos, em pisos cerâmicos e desobstrução de rede de esgotos, por exemplo. Para amenizar tal desperdício de água potável, haverá análises dos benefícios e a viabilidade da implantação de um sistema de águas

¹ Artigo previamente apresentado no X CBPE.

² Graduando em Engenharia Civil na Unidade de Ensino Superior Dom Bosco.

³ Professor Me, Orientador – UNDB (Unidade de Ensino Superior Dom Bosco).

pluviais como uma fonte de água para usos corriqueiros.

No dia a dia os cidadãos utilizam-se da água tratada em várias atividades como explicitado acima e esquecem a real função que essa água tratada possui que é a sobrevivência humana ao consumir a água potável, e não existindo controle desse importante, haverá maior desperdício. Dado o mau uso dos recursos hídricos potáveis, o sistema de reaproveitamento de águas da chuva vem para economizar tal recurso hídrico, utilizando apenas os não potáveis em tarefas citadas acima.

Tendo-se um grande desperdício de água potável, cresce o incentivo ao desenvolvimento sustentável em construções civis, cujo fundamento é:

“Desenvolvimento sustentável: é o crescimento econômico considerando o meio ambiente no seu processo produtivo, assegurando os recursos naturais em qualidade e quantidade suficientes às futuras gerações, para que o crescimento econômico torna-se um processo sustentável assegurando o equilíbrio ecológico e a igualdade social” (LEFF, 2001).

Mostrado o fundamento do termo “desenvolvimento sustentável” neste artigo trabalhará o implemento de um sistema de reaproveitamento de águas pluviais como uma alternativa sustentável de se obter uma fonte extra de recursos hídricos para a sua utilização em residências, edificações ou indústrias.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Critérios de qualidade da água pluvial

Os padrões de qualificação para o reaproveitamento de água são baseados em procedimentos de usos específicos, ambientais e na proteção da saúde pública. Esses critérios variam a cada região do país na qual se realizará o estudo, dependendo-se da utilização, os critérios para a qualidade da água incluem os seguintes aspectos: (RAMOS, 2008).

- Proteção à saúde pública: A água para ser reaproveitada deverá ser encaminhada para o objetivo requerido, com os princípios de qualidade desta água voltada à proteção da saúde pública e muitos são direcionados para preocupações com a segurança microbiológica do material reutilizado.

- Requisitos de uso: requisitos físico-químicos de qualidade que estão atrelados à saúde da população. As capacidades da água podem vir a reter o uso desta para a reutilização em industriais ou residências.

- Aspectos estéticos: Destinada a fins não potáveis como: a irrigação de jardins, limpeza de pisos ou para a descarga de dejetos.

Vale ressaltar que os critérios de qualidade de águas pluviais possam variar de acordo com o que será exigido ao ser utilizado, por exemplo, o reuso da água pluvial para irrigação de jardins não necessitam de requisitos físico-químicos ou aspectos estéticos que liberem ou atenuem o seu uso. Porém, o reaproveitamento seja destinado ao consumo humano, esta água passaria por critérios físico-químicos da qualidade da água, aspectos estéticos e aspectos relacionados à proteção à saúde pública.

A Lei nº 9.433/97 (SETTI, 2000) – A Lei das Águas institui a Política de Recursos Hídricos cujos fundamentos são:

- A água é um bem de domínio público de uso do povo: O Estado concede o direito de uso da água.

- Uso da água: O recurso ampara a função social e a situações de escassez. A outorga pode ser parcial ou totalmente suspensa, para atender ao consumo. A água deve ser utilizada considerando se projetos de usos múltiplos, tais como: consumo humano, desobstrução de rede de esgotos, transporte, lazer, paisagística entre outros.

- A água como bem econômico: A água sendo um recurso natural limitado e dotado de valor, aplicando-se o princípio de poluidor-pagador, que viabiliza a conscientização do usuário.

- A gestão dissociada e comunicativa: A bacia hidrográfica é a unidade de atuação para programação dos planos, estando organizada em Comitês de Bacia, podendo-se discutir acerca dos 15 processos de gestão de água, na qual o número de representantes do poder público em todos os âmbitos está limitado entorno de 50%.

1.2 Instalações prediais de águas da chuva

2.1 Componentes

A NBR 108444, 1989 descreve os componentes que formam um sistema de reaproveitamento de águas pluviais, entre eles estão: bordo livre, calhas de platibanda, calhas de beiral, calhas de água furtada, condutores horizontais, condutores verticais, ralos, caixa de areia (se necessário) e funil de saída, considerando ainda aspectos como: altura pluviométrica, área de contribuição, duração da precipitação na região de estudo, intensidade pluviométrica, perímetro molhado, período de retorno, seção molhada, tempo de concentração e a vazão do projeto.

As calhas são responsáveis por receber a água advinda dos ralos (caixa constituída por uma grelha com a função de receber a água pluvial) e encaminhar para os condutores. A NBR 10844, 1989 determina três tipos de calhas, a calha furtada que é instalada na linha de água-furtada do telhado, sendo a calha de beiral e platibanda seguindo a mesma lógica da calha anterior.

As calhas de beiral e platibanda são retidas sob a extremidade da cobertura e o mais próximo desta. O ângulo de curvatura das calhas de beiral e platibanda deve ser semelhante, em torno de 0,5%, como menor valor a ser adotado e em casos de saída estiver a menos de 4 metros de uma mudança de direção, esta vazão deve ser multiplicada pelos coeficientes multiplicativos da vazão de projeto. (NBR 10844, 1989)

Já as calhas de água-furtada possuem inclinação conforme a projeção da cobertura, no instante em que a saída não fique em uma das extremidades, a vazão de projeto tendo em vista o dimensionamento de calhas de beiral ou platibanda deve coincidir com a maior das áreas de colaboração. Utiliza-se extravasores em situações que não possa haver transbordamento ao longo da calha, são materiais que contribuem com a segurança do sistema, uma vez que estes descarregam o extravasamento em locais adequados. (NBR 10844, 1989)

O bordo livre é uma extensão vertical da calha que tem a finalidade de prevenir o transbordamento, já os condutores verticais e horizontais

possuem o objetivo de dar seguimento à água advinda das calhas, utilizando-se nos condutores horizontais, a caixa de areia com função de recolher os restos na saída. (NBR 10844, 1989)

Tratando-se dos condutores verticais, estes devem ser executados em sua maioria numa única prumada e caso seja inevitável ter-se um desvio, faz-se uso de curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45°, prevendo-se peças de inspeção. Estes são aptos a ser colocados externa e internamente à edificação, conforme de considerações de projeto, da utilização, da ocupação do edifício e do material dos condutores. (NBR 10844, 1989)

Os condutores horizontais são idealizados com declividade uniforme, assumindo como menor valor, 0,5%. Quando a seção for circular, o dimensionamento é feito em escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno da tubulação. (NBR 10844, 1989)

Em tubulações aparentes, é obrigado se fazer revisões quando houver vínculos com outra tubulação, houver inclinação, mudança de caminho ou a cada faixa de 20m nos percursos retilíneos. (NBR 10844, 1989)

O uso da Pré-filtragem se dá pela retirada da água pluvial pelas calhas, fazendo-se a instalação de um filtro de descida, este tem como objetivo captar os materiais grosseiros situados no telhado e conseqüentemente nas calhas, para que esta não seja armazenada no reservatório. (TOMAZ, 2003)

Os filtros são geralmente colocados diretamente na tubulação de queda das calhas ou através do uso de uma caixa coletora, a água recolhida da chuva transcorre pela tubulação das calhas e é recebida na caixa coletora, na caixa se encontra uma tela fina ou de qualquer outro material filtrante capaz de reter os materiais grosseiros, como folhas, por exemplo. É importante a eliminação da primeira água da chuva, porque a presença de poeira sobre a cobertura contamine a água da chuva, assim, essa sujeira é transportada pela primeira água da chuva, que fará a limpeza deste. (TOMAZ, 2003)

De acordo com Tomaz (2003) a eliminação da primeira água da chuva é denominada "First Flush", sendo um processo não obrigatório de acordo com a norma brasileira de recursos pluviais, porém é de suma importância para que se obtenha um controle eficiente da qualidade da água da chuva utilizada. Essa eliminação se trata dos primeiros 2 mm de chuva, esse volume representa em torno dos primeiros 5 a 10 minutos de precipitação, que

quando eliminada, esta é encaminhada diretamente para a rede pluvial pública.

Expostos os materiais que compõem um sistema de reaproveitamento de água pluvial, os aspectos ditos anteriormente são fundamentais para o dimensionamento do sistema, assim como a altura pluviométrica que expõe o volume de água precipitada por unidade de área horizontal, a área de contribuição da cobertura, a intensidade pluviométrica da região de estudo, a seção molhada, tempo de concentração, a vazão do projeto, o período de retorno, são fundamentais para ter-se consentimento da viabilidade ou não do sistema em determinado local. (NBR 10844, 1989)

Segundo a NBR 10844, 1989 as instalações prediais de águas pluviais devem ser projetadas de acordo com certas exigências, entre elas são:

- Dimensionar a vazão de projeto aos locais definidos pelos mecanismos legais;
- Ser fechado;
- Proporcionar a limpeza no interior do sistema;
- Suportar as deformações geradas pelas mudanças térmicas a qual serão submetidas;
- Serem compostas de materiais resistentes a choques mecânicos, caso exigido;
- Utilizar materiais rijos às intempéries em partes expostas;
- Utilizar materiais compatíveis;
- Não causar ruídos exagerados;
- Suportar às tensões a que podem estar sujeitas;
- Serem colocadas de forma a garantir resistência e durabilidade;

1.2.2 Aspectos especiais

Entre os aspectos de grande relevância quanto à viabilidade do sistema, tem-se o dimensionamento do sistema de águas pluviais, a definição da intensidade pluviométrica (I), que para projeções fixam-se valores adequados para a duração de precipitação e o período de retorno, recorrendo-se a dados pluviométricos locais. A NBR 10844, 1989 estabelece que o período de retorno seque as características da área a ser drenada, seguindo as

proposições:

T = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;

T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;

T = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

A duração de precipitação deve ser fixada em $t = 5$ min.

Tendo-se valores de tempo de concentração e os dados de intensidade pluviométrica, nas quais serão utilizados, sendo permitido o uso de outros valores de período de retorno para obras especiais, segundo a NBR10844, 1989. Esta norma ressalta que em construções de até 100m² de área de projeção horizontal, adota-se: Intensidade pluviométrica de 150mm/h, exceto em casos especiais.

A ação dos ventos é outro aspecto importante tratando-se de aproveitamento de águas pluviais, pois se dimensiona o sistema na direção que tiver uma maior quantidade de chuva interceptada através da adoção do ângulo de inclinação da chuva em relação à horizontal igual à $\arctg^2 \theta$, para a delimitação da quantidade de chuva a ser recebida pela cobertura.

A área de contribuição é orçada considerando os acréscimos convenientes à inclinação da cobertura e às paredes que retém a água de chuva, auxiliada pelo escoamento da cobertura. A vazão de projeto deve ser calculada segundo a norma, pela fórmula:

Equação 01 – vazão do projeto:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

I = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição, em m².

1.2.3 Métodos para dimensionamento de reservatório para água de chuva

O tanque que deverá armazenar a água pluvial deve ser

dimensionado de forma avaliativa, sendo o gasto podendo chegar a 80% do valor total de um sistema de recepção desta. Logo, a preferência por um determinado tanque influi consideravelmente na efetividade financeira do sistema a ser adotado (TOMAZ, 2003).

Assim, seu tamanho dependerá de alguns elementos entre eles, citados por Tomaz (2003), são:

- Comando pluviométrico da região: a conferência anual de carga d'água e a variante ano após ano é relevante na avaliação do reservatório.

Portanto, altos índices de carga d'água e organização freqüente das cargas d'água ao durante do ano concede a aplicação de menores capacidades a serem acumulados.

- Área de absorção: O volume a ser armazenado é relacionado á área desocupada, sendo este um dos padrões precisos para calculo da cisterna.

- Cuidados: A fração e o perfil de solicitação são fundamentais para precisar o tamanho do tanque, devendo-se levar em consideração alguns fatores, como: aos habitantes, costumes de usos e tipos de consumação aos quais será provida.

- Grau de ameaça: A forma de consumo, industrial ou residencial, a qual será destinada a carga d'água e a aparência de outros fatores para provisão deste.

Nos procedimentos de medição de água da chuva para armazenamento em tanques, prevalece à captação de água durante o inverno, para ser utilizada durante a seca, construindo grandes reservatórios objetivando normalizar a vazão.

Assim, em pequenas propriedades urbanas o uso de água pluvial deve funcionar como uma fonte complementar á já presente, que será utilizada no período de chuvas. Portanto, ao identificarem-se os tipos de dispositivos para calcular reservatórios, na qual os modelos calculam o meio termo entre a carga de água pluvial receptada e a demanda para esta água, utilizando como parâmetros a precipitação local, a área de captação e consumo.

Segundo a NBR 10844, 1989, as calhas devem ser dimensionadas de acordo com o comprimento da cobertura, quanto maior for o comprimento do telhado, maior deverá ser a largura da calha e que os condutores

horizontais, são canalizações horizontais para a captação e encaminhamento da água. Já os condutores verticais, são canais verticais que conduzem a água captada nas calhas até a parte inferior, onde a água será armazenada (ABNT NBR 10844, 1989).

Assim, a NBR 15527 e a NBR 10844, que expõe as imposições para servir água de chuva em áreas urbanas e em instalações prediais para fins não servíveis, enquadrando alguns métodos para estimativa de reservatório para água pluvial, sendo a técnica de Azevedo Neto umas das opções para essa estimativa.

1.2.4 Método Azevedo Neto

No método prático de Azevedo Neto, não há influência da busca, creditando apenas o volume captado de água pluvial e a falta de água fluvial de forma mensal.

Assim, o volume do reservatório que irá captar a água pluvial é calculado por: (NBR15527, 2007).

Equação 02 – Volume do reservatório

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

P = precipitação média anual, em mm;

T = número de meses de pouca chuva ou seca;

A = área de captação, em m²;

V = volume do reservatório, em litros.

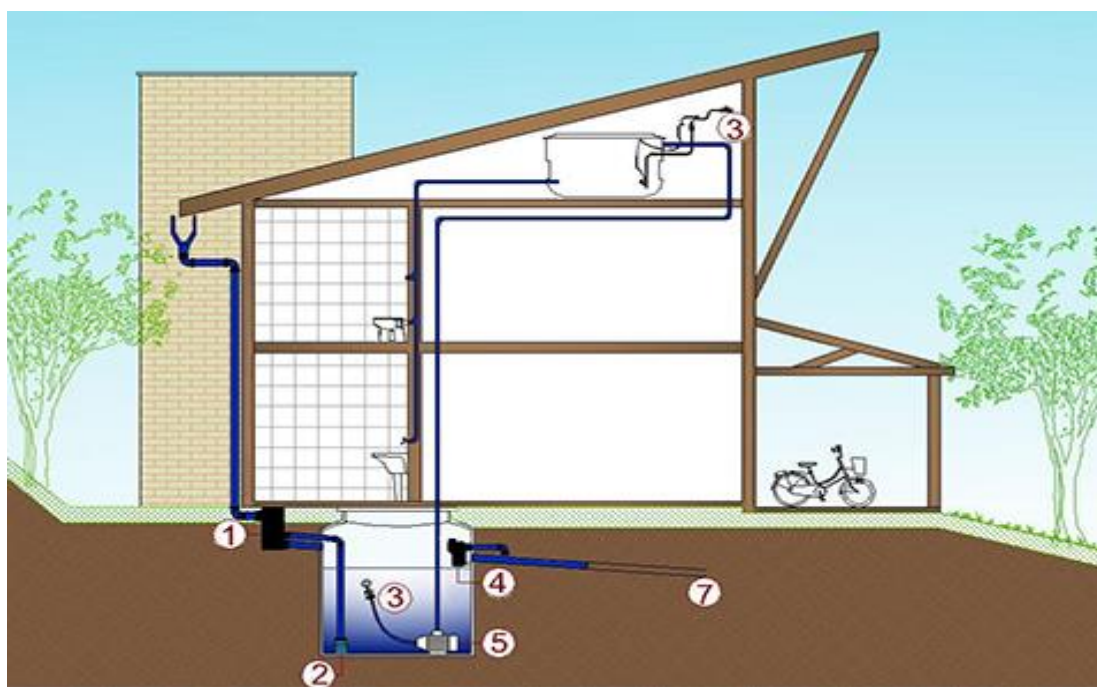
1.3 Sistema de reaproveitamento de águas pluviais

Os sistemas de reaproveitamento de águas pluviais oferecem soluções simplificadas e com um dos menores custos no mercado, voltadas principalmente a atividades externas em residências, sendo sua implantação acessível e de menor recurso financeiro, sendo viável em obras acabadas, pois

há inexistência em modificações nas instalações já instaladas.

Sendo um sistema para o qual o uso externo é simples e com o consumo menor, o reservatório também poderá ser menor, podendo ser colocado diretamente sobre o chão, sendo possível ainda alimentar os pontos de consumo por gravidade diretamente do reservatório, pois se trata um reservatório elevatório. (AQUASTOCK, 2008).

Figura 01 - Esquema de instalação de reaproveitamento de águas pluviais



Fonte: Aquastock, 2008

A ilustração acima é um dos muitos sistemas hoje empregados no mercado, de reaproveitamento de águas pluviais, com finalidades ambientais e financeiras, sendo constituído por: reservatório, filtros e bomba.

2 Pluviometria

A intensidade pluviométrica da região em estudo deve ser examinada com análises de dados obtidos pelo sítio eletrônico da Agência Nacional das Águas na estação pluviométrica no posto do local a qual será implantado o sistema, que hoje é controlada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Com esses dados tem-se a media da precipitação do local além da intensidade pluviométrica no local que será aplicado.

A seguir um exemplo da intensidade pluviométrica da cidade de São Luís do Maranhão do ano 2017 até a data deste presente artigo.

Gráfico 01 - Precipitação media mensal de São Luís do Maranhão.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 2017.

De acordo com o gráfico acima se tem noção do índice de precipitação na cidade de São Luís do Maranhão e posteriormente se determina a intensidade pluviométrica da região neste período de tempo, sendo um critério fundamental para viabilizar o sistema sustentável de reaproveitamento de águas pluviais.

CONCLUSÃO

Dado ao exposto neste artigo demonstra-se que um sistema de reaproveitamento de água da chuva é uma alternativa de fonte de água não potável que possa ser utilizadas em atividades corriqueiras como lavagem de veículos, irrigação de jardins, lavagem de pisos e paredes, desobstrução de rede de esgotos entre outras, evitando assim o desperdício de água potável.

Neste presente artigos demonstraram-se os componentes e suas funções em um sistema de reaproveitamento de águas pluviais, além de explicitar alguns aspectos que podem ou não viabilizar a implantação deste

sistema, entre eles estão: intensidade pluviométrica, área de cobertura, vazão do projeto, área molhada entre outros aspectos.

Conclui-se que sistemas de reaproveitamento de águas da chuva é um sistema que visa a sustentabilidade, na medida em que preserva o meio ambiente, faz-se o reuso dos recursos hídricos que em sua maioria são desperdiçados, além de ser uma fonte benéfica do ponto de vista financeiro a médio-longo prazo ao cidadão que faz uso deste sistema.

REFERÊNCIAS

AQUASTOCK – *Água da Chuva. Sistema de Reaproveitamento da Água da Chuva*, 2003. Disponível em: <<http://aquastock.com.br/port/~/residencias>>. Acesso em: 20/10/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - *NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de em coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos*. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - *NBR 10844: - Instalações prediais de águas pluviais*. Rio de Janeiro, 1989.

BRASIL. *Lei Federal nº 9.433*, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 20/10/2017.

INMET, 2006. Instituto Nacional de Meteorologia. *Previsão do Tempo*. Disponível em: < www.inmet.gov.br > Acesso em 22/10/2017.

LEFF, Enrique. *Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*/Enrique Leff. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Vozes, 2001.

RAMOS, Manoel Henrique. *Desenvolvimento de Alternativas para a Reutilização da Água no Serviço Público Municipal*. Disponível em: <http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_55.pdf> Acesso em 21/10/2017.

SETTI, A. A. Gestão de Recursos Hídricos; aspectos legais, econômicos e sociais. In: *Gestão de Recursos Hídricos*. Demétrius David da Silva, Fernando Falco Pruski.(Edit). Brasília, DF: Editora: UFV [et al.]. 2000.

TOMAZ, Plínio. *Aproveitamento de água de chuva*. São Paulo: Navegar Editora, 2003. P. 122-140.