

Análise da Viabilidade Econômica de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial  
em uma Edificação como meio de amenizar problemas de escassez, desperdício e  
alagamentos em Belém, Pa, Brasil

David Fidelis ([davidfidellis@hotmail.com](mailto:davidfidellis@hotmail.com))

Ramon Veloso ([veloso.matos.ramon@gmail.com](mailto:veloso.matos.ramon@gmail.com))

Luís Felipe Corrêa ([luis.felipe.correa@hotmail.com](mailto:luis.felipe.correa@hotmail.com))

Sildey Quaresma ([sildeyquaresma@yahoo.com.br](mailto:sildeyquaresma@yahoo.com.br))

Heriberto Wagner Amanajás Pena ([heripena@yahoo.com.br](mailto:heripena@yahoo.com.br))

Analysis of the Economic Feasibility of a System of Rainwater Harvesting in a building  
as a means to alleviate shortages, waste and flooding in Bethlehem, Pa, Brazil

Resumo

O presente artigo objetiva avaliar opções de análise de viabilidade econômica de investimentos em um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma edificação. Inicialmente, dimensiona-se o contexto de distribuição e captação de água existente. Depois, foram abordadas as ferramentas necessárias para a devida análise (VPL, TIR, VPLa, ILL, ROIA, PayBack e Análise Benefício-Custo) e, em seguida, elaboradas dois estudos de viabilidade econômica para dois reservatórios (2500 litros e 10000 litros), de forma a oferecer opções de escolha para o cliente de acordo com suas necessidades.

**Palavras-Chaves:** Viabilidade econômica, VPL, TIR, VPLa, ILL, ROIA, Payback e Análise Benefício-Custo.

Abstract

This article aims to evaluate options for analyzing the economic feasibility of investments in a system of use of rainwater in a building. Initially, the context-scales of distribution and collection of existing water. Then we have discussed the tools needed for proper analysis (NPV, IRR, ANPV, ILL, Roia, Payback and Benefit-Cost Analysis) and then developed two economic feasibility studies for two tanks (2500 liters and 10,000 liters) in order to provide choices for the customer according to their needs.  
**Key Words:** Economic viability, NPV, IRR, ANPV, ILL, Roia, Payback and Benefit-Cost Analysis.

## **Introdução**

Setenta por cento da superfície do planeta terra é coberta por água. A maior parte da água que existe na terra, cerca de 97,5% é água salgada presente nos oceanos, sendo imprópria para o consumo. Apenas 2,5% da água de nosso planeta é doce e a maior parte está em geleiras. Menos de 1% da água existente no planeta é própria para o consumo do homem e está em rios, lagos, lençóis subterrâneos ou em forma de chuva.

O homem tem usado a água não só para suprir suas atividades metabólicas, mas também para outros fins. Existem regiões do planeta com intensas demandas de água, tais como grandes centros urbanos, pólos industriais e zonas de irrigação. Esta demanda pode superar a oferta de água, seja em termos quantitativos, seja porque a qualidade da água local está prejudicada devido a poluição. (BRAGA et al, 2002)

O desperdício é o maior inimigo da água no Brasil. As perdas já começam com as redes de distribuição e piora nas residências. Muitos municípios brasileiros já vivem o racionamento de água. A demanda de água pelo homem vem aumentando, de 1950 para os dias atuais, o consumo triplicou.

De toda a água tratada pela Cosanpa (Companhia de Saneamento do Estado do Pará), metade é desperdiçada. Por mês, a Cosanpa distribui 12,5 bilhões de litros para o Estado. O desperdício é de 6,25 bilhões de litros mensais. Da produção total, 8,3 bilhões de litros por mês (66,4%) são distribuídos para a Região Metropolitana de Belém, com uma perda de 4,15 bilhões de litros. Não há como estimar financeiramente os prejuízos (LIBERAL, 2011).

De acordo com o Liberal (2011), face do desperdício são as diversas famílias obrigadas a perfurar poços inadequados (poços Amazonas ou escavados) para conseguir água, mesmo que contaminada. Em Belém há entre 12 mil e 30 mil desses poços. A água retirada deles é do lençol freático mais superficial, que recebe a maior quantidade de poluentes. Já a água tratada pela Cosanpa, distribuída na capital, sai dos lagos Bolonha e Água Preta, que recebem águas superficiais.

Devido aos grandes problemas de desperdício e escassez de água, surgem novas formas de captação de água. Entre elas está o sistema de aproveitamento de água da chuva que aliado a engenharia econômica busca atenuar os problemas de escassez, perdas e falta de água, beneficiando o consumidor e o governo, reduzindo os gastos, e ajudando a preservar o meio ambiente.

A água de chuva pode ser utilizada em várias atividades com fins não potáveis no setor residencial, industrial e agrícola. No setor residencial, pode-se utilizar água de chuva em descargas de vasos sanitários, sistemas de controle de incêndio, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e irrigação de jardins. Já no setor industrial, pode ser utilizada para resfriamento evaporativo, climatização interna, lavanderia industrial, lavagem de maquinários, abastecimento de caldeiras, lava jatos de veículos e limpeza industrial,

entre outros. Na agricultura, vem sendo empregada principalmente na irrigação de plantações (LIMA e MACHADO apud MAY & PRADO, 2004).

O uso deste sistema contribuirá para a redução das enchentes, retirando do sistema de drenagem um grande volume de água, já que grande parcela da precipitação está sendo captada e reservada nos lotes (LIMA e MACHADO apud O2 ENGENHARIA, 2008).

Com isso, é possível a solução parcial de problemas enfrentados nos grandes centros urbanos, proporcionando novo uso às águas de chuva que, hoje, proporcionam grandes catástrofes, sendo utilizadas para novos fins.

Nesse sentido o sistema de aproveitamento de água da chuva trata-se de um investimento, que se caracteriza por uma aplicação de capital em meios de produção, cujo objetivo é o aumento da capacidade produtiva (bens de capital), podendo ou não receber algum retorno futuro superior ou igual ao aplicado compensando inclusivamente a perda de uso desse recurso durante o período de aplicação (juros ou lucros). Sendo assim cabe-se uma análise prévia de investimento, onde envolve-se decisões de aplicação de recursos com prazos longos (maiores que um ano), com o objetivo de propiciar retorno adequado aos proprietários desse capital.

A análise previa de investimentos permite que se racionalize a utilização de recursos de capital. E para solução de um problema de análise de investimentos, dentro da complexidade do mundo atual, é necessário o conhecimento de técnicas especiais estudadas em uma disciplina normalmente conhecida como engenharia econômica. De acordo com as contingências ligadas aos investimentos, a avaliação envolverá critérios puramente monetários (situação mais simples) até critérios de mensuração mais complexa, como vantagens estratégicas ou impacto ambiental (FILHO e KOPITTIKE, 2000).

A decisão de investir é de natureza complexa, porque muitos fatores, inclusive de ordem pessoal, entram em cena. Entretanto, é necessário que se desenvolva um modelo teórico mínimo para explicar e prever as decisões. Deixa-se de lado, portanto, a pretensão de desenvolver um modelo completo para a decisão de investir (SOUZA e CLEMENTE, 2001).

## **1. Fundamentação teórica**

Os investidores dispõem de diversos métodos para a análise de um investimento. Cada um destes enfoca uma variável diferente. O *Pay Back*– PB é extremamente voltado para a variável tempo enquanto o Valor Presente Líquido - VPL volta-se para o valor dos fluxos de caixas obtidos a data base. A idéia da Taxa Interna de Retorno - TIR surgiu como mais um modelo de análise de investimento, dessa vez voltada para a variável taxa. A utilização da TIR tenta reunir em apenas um único número o poder de decisão sobre determinado projeto. Esse número não depende da taxa de juros de mercado vigente no mercado de capitais (Daí o nome taxa interna de retorno). A TIR é um

número intrínseco ao projeto e não depende de nenhum parâmetro que não os fluxos de caixa esperados desse projeto.

## 2.1 O Valor Presente Líquido – VPL

O valor presente líquido trata-se da fórmula matemático-financeira capaz de trazer para o tempo presente valores futuros descontados a uma taxa de juros, é obtida subtraindo-se o investimento inicial de um projeto do valor presente das entradas de caixa descontada a uma taxa igual ao custo de capital da empresa. Em outras palavras, seria o transporte para a data zero de um diagrama de fluxos de caixa, de todos os recebimentos e desembolsos esperados, descontados à taxa de juros considerada.

Considerando-se uma determinada taxa de desconto de fluxo de caixa, a regra para decisão utilizando o método do valor presente líquido será:

Se  $VPL \geq 0$ , significa que o valor presente das entradas de caixa são maiores ou igual ao valor presente das saídas de caixa, o que representa o investimento como viável.

Se  $VPL < 0$ , significa que o valor presente das entradas de caixa são menores que as saídas de caixas, portanto o investimento não é viável.

O método é uma excelente ferramenta para a tomada de decisão em um projeto de investimento. Segundo Marquezan e Brondani (2006) a fórmula para o cálculo deste indicador é:

$$VPL(i) = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

Onde:

- $i$  é a taxa de desconto;
- $j$  é o período genérico ( $j = 0$  a  $j = n$ ), percorrendo todo o fluxo de caixa;
- $FC_j$  é um fluxo genérico para  $t = [0... n]$  que pode ser positivo (ingressos) ou negativo (desembolsos);
- $VPL(i)$  é o valor presente líquido descontado a uma taxa  $i$ ; e
- $n$  é o número de períodos do fluxo.

A interpretação da primeira condição assegura ao investidor que o seu custo de oportunidade estará sendo coberto, ou seja, além de cobrir os investimentos iniciais e administrativos com uma determinada estrutura de custo, o projeto ofereceu uma remuneração acima da taxa de desconto utilizada ou de outro modo, se a Taxa Mínima

de Atratividade - TMA do empreendimento foi superada por rendimentos positivos ao final do projeto, a viabilidade é atestada (PENA e HOMMA, 2010).

## 2.2A Taxa Interna de Retorno (TIR)

Segundo Souza e Clemente (2001), a taxa interna de retorno (TIR), por definição, é a taxa que torna o valor presente líquido (VPL) de um fluxo de caixa igual a zero. Assim para um fluxo de caixa genérico, tal como o apresentado abaixo,

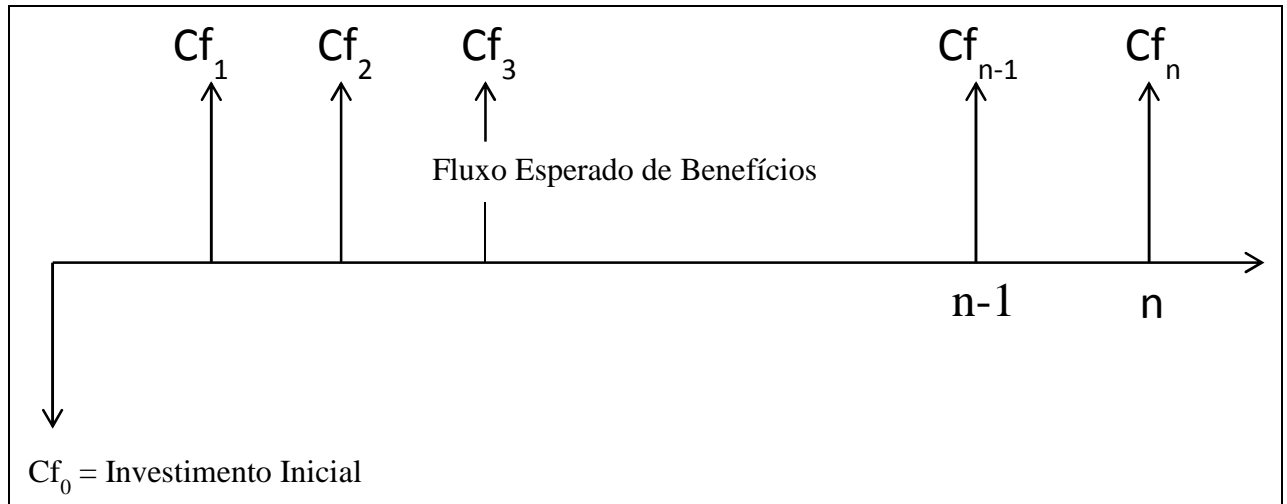


Figura 1: Fluxo de Caixa Genérico

Fonte: Souza e Clemente (2001)

A taxa interna de retorno seria a taxa “i”, q eu tornasse verdadeira a seguinte sentença:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{[Cf_j]}{(1+i)^j} = Zero$$

Para fluxos convencionais, quando o VPL acumulado sucessivamente do tempo “0” até o tempo “n” muda de sinal apenas uma vez, o Valor Presente Líquido apresenta-se como uma função monótona decrescente de taxa de juros. A figura ilustra a situação em que o VPL se igual a zero.

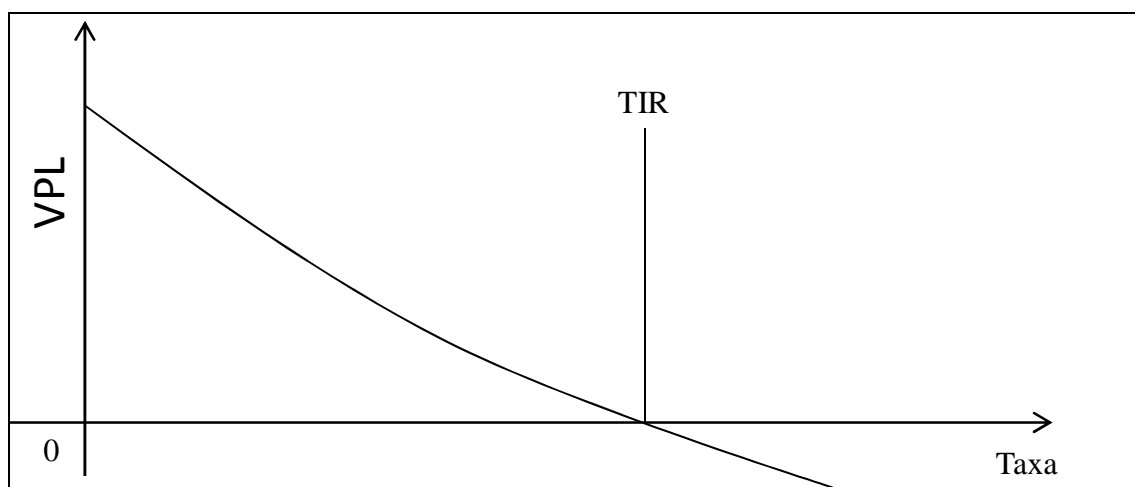


Figura 2: Ilustração gráfica da TIR

Fonte: Souza e Clemente (2001)

A TIR é a taxa de juros que torna o valor presente das entradas de caixa igual ao valor presente das saídas de caixa do investimento. Isso quer dizer que a TIR é a taxa que "zera" o seu investimento. É uma taxa tal que se utilizada fará com que o lucro do seu projeto seja nulo ou  $VPL = 0$ . Esse índice relativo tem como objetivo medir a rentabilidade por unidade de tempo e o seu resultado é auferido em percentual. (PENA e HOMMA apud MOTTA, 2002).

A taxa interna de retorno de um investimento pode ser maior que a taxa mínima de atratividade, o que significa que o investimento é economicamente atrativo; pode ser igual a taxa mínima de atratividade, o investimento está economicamente numa situação de indiferença; menor que a taxa mínima de atratividade, o investimento não é economicamente atrativo pois seu retorno é superado pelo retorno de um investimento com o mínimo de retorno.

### 2.3 Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa)

De acordo com Souza e Clemente (2001), o Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa), também conhecido como Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE), é uma variação do método do Valor Presente Líquido. Enquanto o VPL concentra todos os valores de caixa na data zero, no VPLa o fluxo de caixa representativo do projeto de investimento é transformado em uma série uniforme. O procedimento para essa transformação é apresentado a seguir.

$$VPLa = VPL * \frac{(1+i)^N - 1}{i * (1+i)^N}$$

O VPLa positivo permite constar neste momento, como foi visto no uso do VPL que o empreendimento no projeto apresenta maior ganho e merece continuar sendo analisado.

$VPLa > 0 \longrightarrow$  Indica que o projeto merece continuar sendo analisado

A referência acima não é suficiente para decidir se o projeto é atrativo ou não. Para saber se esse valor é suficiente para atrair o investidor é necessário recorrer a outros indicadores.

### 2.4 Índice de Lucratividade Líquida (ILL)

O índice de Lucratividade - ILL é uma variante do VPL, e é determinado por meio da divisão do valor presente dos benefícios líquidos de caixa pelo valor presente dos dispêndios (desembolso de capital). O método indica, em termos de valor presente, quanto o projeto oferece de retorno para cada unidade monetária investida (NETO, 2006). Em termos algébricos temos:

$$ILL = \frac{VP}{I_0}$$

- ILL = índice de lucratividade líquida

- PV = Valor Presente ou atualizado dos fluxos de caixa

-  $I_0$  = Investimento inicial do projeto

O índice de lucratividade líquida orienta o investidor qual será o retorno adicional oriundo do seu empreendimento para cada 1 unidade monetário empregada, esta medida oferece uma nova interpretação de retorno, precisamente esclarecendo em quantas vezes o investimento inicial será multiplicado (PENA e HOMMA, 2010).

## 2.5 Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA)

O ROIA é a melhor estimativa de rentabilidade para um projeto de investimento. Representa, em termos percentuais, a riqueza gerada pelo projeto. Assim o ROIA é análogo percentual do conceito de Valor Econômico Agregado (EVA). O retorno adicional só pode ser observado a partir do cálculo do ILL, e sua medida se apresenta em, percentual fazendo um paralelo com a TIR, uma vez que sua interpretação também é anual. A comparação direta com a TIR é importante porque traz uma resposta mais realista sobre o percentual de ganhos, no entanto relativizada pelo investimento inicial do empreendimento (PENA e HOMMA, 2010).

$$ROIA = \sqrt[n]{\frac{FV}{PV}} - 1$$

Onde,

<b>S</b>	Montante do investimento ( fim do projeto, capital mais rendimentos);
<b>i</b>	Taxa de desconto ou taxa de juros submetida a rendimento;
<b>n</b>	Prazo do Investimento (projeto);
<b>FV</b>	Fluxos previstos de entradas de caixa na vida do projeto (benefícios de caixa).
<b>PV</b>	Fluxos atualizados do projeto;
<b>ROIA</b>	Retorno Adicional sobre o Investimento Inicial em substituição ao cálculo da taxa

## 2.6 O Retorno do Investimento (PAYBACK)

O *Payback* é um indicador que determina o prazo de recuperação de um investimento, também chamado de *payout*. Este indicador é utilizado para avaliar a atratividade de um investimento, não devendo ser o único considerado como afirmam Marquezan e Brondani apud Motta & Callôba (2002, p. 97) considerando que “deve ser encarado com reservas, apenas como um indicador, não servindo de seleção entre alternativas de investimento”.

No entanto a análise combinada deste com outros indicadores poderão demonstrar informações valiosas como a relação entre valor e tempo de retorno dos investimentos.

A fórmula para cálculo deste é:

$$\text{Payback} = \$ \text{ Retorno por Período} / \$ \text{ Investimento}$$

No cálculo do *payback* pode ser utilizada uma taxa de desconto para os fluxos de caixa de cada período, assim como acontece do cálculo do VPL, onde encontra-se então o *Payback* Descontado (MARQUEZAN e BRONDANI, 2006).

## **2. Histórico do Aproveitamento de Água Pluvial no Mundo**

Registros históricos indicam que a água da chuva já é utilizada pela humanidade há milhares de anos. Existem inúmeras cisternas escavadas em rochas, utilizadas para aproveitamento de água pluvial, que são anteriores a 3.000 a.C. Em Israel, encontra-se um dos exemplos mais conhecidos, a famosa fortaleza de Masada, com dez reservatórios escavados na rocha, tendo como capacidade total 40 milhões de litros. No México, existem cisternas ainda em uso, que datam de antes da chegada de Cristóvão Colombo à América (LIMA e MACHADO apud TOMAZ, 2003).

Um dos países que mais utiliza sistemas de aproveitamento de água pluvial, além de promover estudos e pesquisas nessa área, é o Japão. Como exemplo, tem-se o caso de Tóquio, onde regulamentos do governo metropolitano obrigam que todos os prédios com área construída maior que 30.000 m<sup>2</sup> (metro quadrado) utilizem mais de 100 m<sup>3</sup> (metro cúbico) por dia de água para fins não potáveis, façam reciclagem da água de chuva e de água servida (água de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas).

Além disso, a fim de evitar enchentes, devem ser construídos reservatórios de retenção de água de chuva em áreas de terrenos maiores de 10.000 m<sup>2</sup> (metro quadrado) ou em edifícios que tenham mais que 3.000 m<sup>2</sup> (metro quadrado) de área construída (LIMA e MACHADO apud TOMAZ, 2003).

Em países industrializados, como a Alemanha, a população e as autoridades públicas estão apoiando ativamente o aproveitamento de água de chuva. Além disso, o governo alemão está participando com apoio financeiro, oferecendo financiamentos para a construção de sistemas de captação de água pluvial, incentivando assim a economia de água potável para suprir as futuras populações e novas indústrias, conservando as águas subterrâneas que são utilizadas como fontes de recurso hídrico em muitas cidades do país (LIMA e MACHADO apud GROUP RAINDROPS, 2002).

## **3. Histórico do Aproveitamento de Água Pluvial no Brasil**

O Nordeste brasileiro conta com programas governamentais para a construção de cisternas rurais, como é o caso do estado de Pernambuco. Trata-se do Programa Convivência com a Seca, prevendo entre diversas ações de infra-estrutura hídrica, a construção de 13.000 cisternas, localizadas nas Regiões do Sertão e Agreste do Estado (KOBIYAMA & CHECCHIA e SILVA apud LIBERAL e PORTO, 1999).



Ainda na região norte nordeste, mais especificamente na Ilha de Fernando de Noronha, desde 1943 funciona um sistema coletivo de coleta de águas de chuva (KOBİYAMA & CHECCHIA e SILVA apud AZEVEDO NETTO, 1991).

Em Florianópolis foi realizado um estudo por Kobiyama & Checchia e Silva (2005) em que foram identificadas, visitadas e entrevistadas os responsáveis por algumas propriedades (residências e uma empresa de Floricultura) que já utilizam a água da chuva. Em dezembro de 2002, foi realizada visita para o conhecimento do sistema em uma residência localizada no bairro Santo Antonio de Lisboa. Em resposta ao questionário elaborado, o proprietário afirmou que resolveu aproveitar a água da chuva, objetivando reduzir os gastos com água, na busca da auto-sustentabilidade, além de contribuir para preservação do meio ambiente. O sistema beneficia cinco pessoas, além de animais domésticos. A água da chuva que é coletada do telhado da casa é destinada para lavagem de carros e calçadas, irrigação de hortas e jardim, consumo e lavagem de animais e abastecimento de uma pequena lagoa. O abastecimento para partes internas da residência não foi viável pelo envolvimento de muita mão de obra e altos custos, já que a residência já era abastecida pela rede pública. O sistema funciona por bombeamento, através de um conjunto motobomba localizado na saída da cisterna que possui um volume de 10.000 litros. O sistema foi implantado em julho de 2001 e teve um custo para sua implantação de cerca de R\$6.000,00. O proprietário se mostrou muito satisfeito com o resultado obtido e aconselha sua utilização para novas construções. Este estima uma economia mensal média de 50% na taxa de água.

Já em Blumenau, cidade localizada no estado de Santa Catarina, foi instalado sistema de aproveitamento de água pluvial em um hotel com 569,50 m<sup>2</sup> (metro quadrado) de área de cobertura (área de captação). O volume da cisterna utilizada é 16.000 litros, estimando-se a economia anual de água potável em torno de 684.000 litros (LIMA e MACHADO apud BELLA CALHA, 2008).

#### **4. O Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial**

O Sistema de Aproveitamentos de Água Pluvial é composto de: calhas e condutores, reservatório, bombas, área de captação, filtro grosseiro e separador de primeiras águas.

##### **4.1 Calhas e condutores**

As calhas fazem com que as águas distribuídas pelo telhado sejam encaminhadas à cisterna. Para se ter uma boa eficácia em seu uso deve-se dimensioná-las levando em consideração a quantidade de água que virá do telhado e a sua inclinação até o condutor vertical. A declividade mínima para as calhas deve ser de 0,5% segundo a norma regulamentadora NBR 10844 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989) - Instalações prediais de águas pluviais.

## 4.2 Reservatórios

Um dos componentes mais importantes de um sistema de aproveitamento de água pluvial é o reservatório, o qual deve ser dimensionado, tendo principalmente como base, os seguintes critérios: custos totais de implantação, demanda de água, áreas de captação, regime pluviométrico e confiabilidade requerida para o sistema. Ressalta-se que, a distribuição temporal anual das chuvas é uma importante variável a ser considerada no dimensionamento do reservatório (LIMA e MACHADO apud CASA EFICIENTE, 2008).

## 4.3 Bombas

Quando necessário o bombeamento a um reservatório superior para o abastecimento, o mesmo deve atender a norma NBR 12214 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007 – Comissão de Estudo Especial Temporária de Aproveitamento de Água de Chuva).

Devem ser observadas as recomendações das tubulações de sucção e recalque, velocidades mínimas de sucção e seleção do conjunto motor-bomba. Quando necessário pode ser instalado junto à bomba centrífuga, dosador automático de cloro o qual convém ser enviado a um reservatório intermediário para que haja tempo de contato de no mínimo 30 minutos.

## 4.4 Área de Captação

As áreas de captação, na construção civil, geralmente são os telhados das casas. Podem ser telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas de zinco, telhas de ferro galvanizado, telhas de concreto armado, telhas de plásticos, telhado plano revestido com asfalto, etc. O telhado pode estar inclinado, pouco inclinado ou plano. Para um sistema de telhado onde há várias águas (sentido que as águas correm pelo telhado), cada uma dessas tem sua importância de contribuição que será levada em consideração para o cálculo dos condutores verticais.

## 4.5 Filtro Grosso

Um filtro pode ser colocado antes que a água possa chegar à cisterna, esse pode ser uma tela ou até mesmo filtros industrializados para reter galhos, folhas, e outras impurezas grosseiras.

## 4.6 Separador de Primeiras Águas

As primeiras chuvas levam a maior parte das impurezas que estão depositadas no telhado, lavando-o. São "arrastadas" impurezas finas que precisam ser separadas e descartadas. Com esse propósito é utilizado o dispositivo que desvia as primeiras águas de chuva, com um volume determinado, para um pequeno reservatório, e que quando está cheio faz com que a água passe para a cisterna.

## **5. Análise da Viabilidade Econômica do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial**

Para o embasamento do estudo da viabilidade econômica de instalação do sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva, a área de captação (telhado) foi de 100,00 m<sup>2</sup> (metros quadrados), tamanho estipulado, levando em conta uma residência de 97,00 m<sup>2</sup> (metros quadrados), desconsiderando o beiral do telhado e multiplicando 1,04 (4%) de inclinação (KOBİYAMA & CHECCHIA E SILVA, 2005).

Utilizando o parâmetro de Lima e Machado apud Andrade Neto (2003), o qual defende a retenção de um litro de água da chuva para cada metro quadrado, analisamos a viabilidade de implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, utilizando dois tamanhos diferentes de reservatório e seis faixas de consumo de água da cidade de Belém. Foram considerados de acordo com o INMET (Instituto de Meteorologia), a média de chuvas de Belém pela normal climática do período de 1961 a 1990, tendo como médias mensais 24,10m<sup>3</sup> de água pluvial para 100m<sup>2</sup> de telhado.

Levando-se em conta as limitações dos dados fornecidos pela Cosanpa, pois o consumo de muitas residências não são calculados pelos agentes da companhia, fazendo com que este consumo e seus custos sejam repassados para terceiros. Considerando o número médio de unidades residenciais consumidoras no município de Belém e quantidade total de água consumida por elas, pode-se estimar o consumo médio por habitantes, podendo-se estimar os custos da tarifa de água consumida em uma residência habitada por dois moradores que utilizam 31,62 m<sup>3</sup> de água, com custo mensal de R\$152,73.

### **5.1 A viabilidade econômica utilizando-se um reservatório de 2.500 litros**

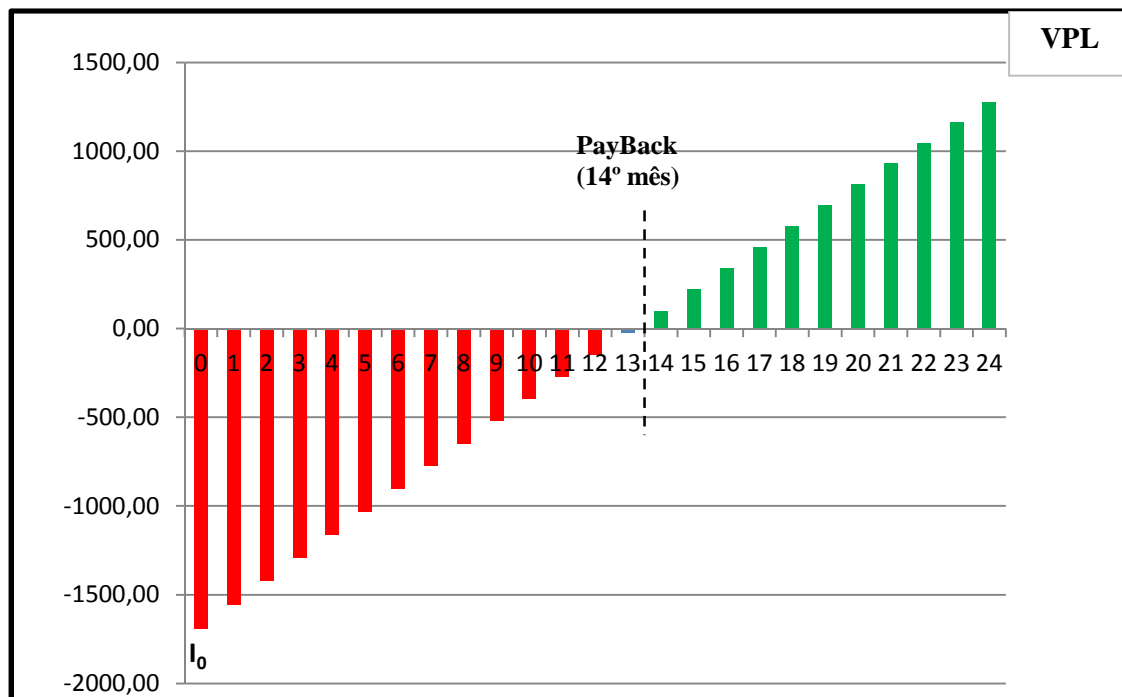
O sistema de reservatório com capacidade para 2.500 litros mostrou-se viável, pois apresentou VPL maior do que zero, já que os rendimentos futuros atualizados deduzidos do investimento inicial foram superiores a zero, indicando que o projeto gerou uma riqueza de R\$ 2.590,41 durante o projeto.

A TIR foi da ordem de 7,33% a.a e cobriu os custos de oportunidade, ou TMA de 6,16% a.a (referente à taxa da poupança), indicando certa margem de conforto para as inversões financeiras.

Com relação à atualização dos fluxos de caixa futuro e a sua relação com o investimento inicial, houve um acréscimo líquido de R\$ 0,53 para cada unidade monetária investida, ou seja, o ILL=1,53, também condizentes com o critério de viabilidade econômica do projeto, onde objetiva-se multiplicar o valor investido e a riqueza em determinado projeto.

O quarto indicador é o VPLa, representando os ganhos líquidos anualizados, para esta estrutura os rendimentos anuais durante o tempo de vida do projeto foi de R\$ 81,37 descontados a taxa vigente de 6,16% a.a. O retorno adicional sobre o investimento inicial ROIA foi de 2,54% a.a apresentando resultado positivo e condizente com a viabilidade do empreendimento, quanto maior o ILL, maior tende a ser este índice, o que reflete a taxa anual de valor adicionado.

O ultimo critério empregado diz respeito ao tempo que o projeto precisa para pagar ou



cobrir os custos iniciais e passar a produzir riqueza para o próprio negócio.

**Figura 5: Tempo de Retorno do Investimento – Pay-Back para o sistema de aproveitamento de água pluvial**  
**Fonte: Autores**

Para o projeto os fluxos produzidos se estendem por 36 meses para cobrir os custos iniciais. Apresentou um PayBack de 13 meses e 5 dias.

## 5.2 A VIABILIDADE ECONÔMICA UTILIZANDO-SE UM RESERVATÓRIO DE 10.000 LITROS

O sistema de reservatório com capacidade para 10000 litros mostrou-se viável, pois apresentou VPL maior do que zero, já que os rendimentos futuros atualizados deduzidos do investimento inicial foram superiores a zero, indicando que o projeto gerou uma riqueza de R\$ 1.285,00 durante o projeto.

A TIR foi da ordem de 2,86% a.a e cobriu os custos de oportunidade, ou TMA de 6,16% a.a (referente à taxa da poupança), indicando certa margem de conforto para as inversões financeiras.

Com relação à atualização dos fluxos de caixa futuro e a sua relação com o investimento inicial, houve um acréscimo líquido de R\$ 0,43 para cada unidade monetária investida, ou seja, o  $ILL = 1,43$ , também condizentes com o critério de viabilidade econômica do projeto, onde objetiva-se multiplicar o valor investido e a riqueza em determinado projeto.

O quarto indicador é o VPLa, representando os ganhos líquidos anualizados, para esta estrutura os rendimentos anuais durante o tempo de vida do projeto foi de R\$ R\$ 40,36 descontados a taxa vigente de 6,16% a.a. O retorno adicional sobre o investimento inicial ROIA foi de 1,78% a.a apresentando resultado positivo e condizente com a viabilidade do empreendimento, quanto maior o  $ILL$ , maior tende a ser este índice, o que reflete a taxa anual de valor adicionado.

O ultimo critério empregado diz respeito ao tempo que o projeto precisa para pagar ou cobrir os custos iniciais e passar a produzir riqueza para o próprio negócio.

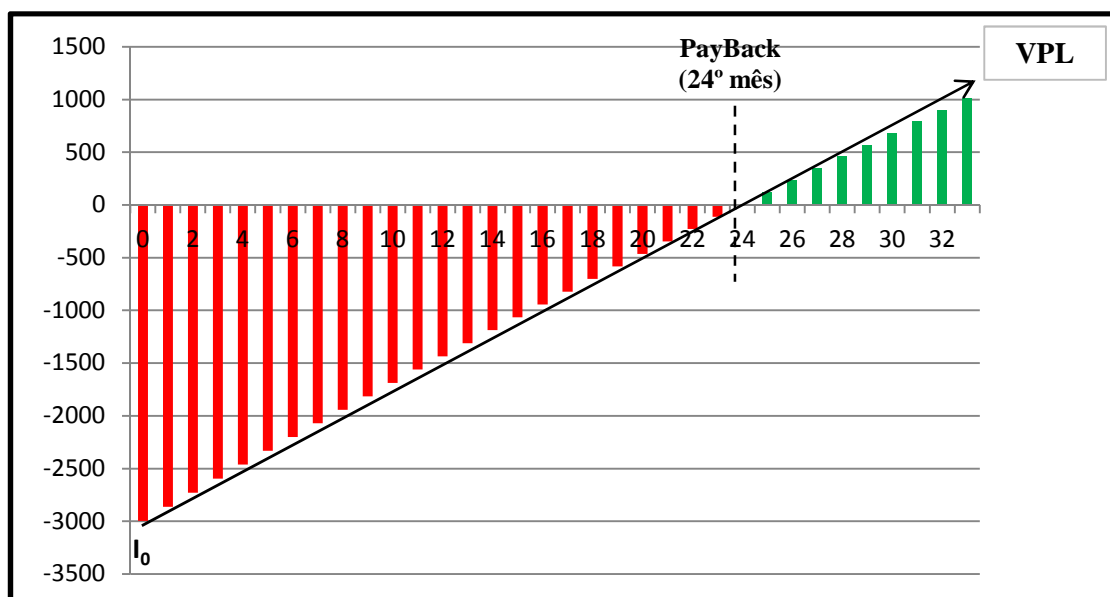


Figura 5: Tempo de Retorno do Investimento – Pay-Back para o sistema de aproveitamento de água pluvial  
Fonte: Autores

## **6. Conclusão**

O presente artigo teve a proposta de analisar a viabilidade de implantação de captação de água pluvial em residências. No entanto, para tal finalidade, torna-se necessário usufruir de instrumentos de análise de investimentos como forma de validar o seu uso para o devido fim. Ademais, é aconselhável demonstrar opções de implantação do investimento para que o cliente decida qual a opção mais lucrativa e que esteja de acordo com os seus interesses.

Dessa forma, houve dois estudos de viabilidade econômica em dois reservatórios, com capacidade de 2500 litros e 10000 litros. Embora ambos apresentassem valores presentes líquidos positivos (R\$ 2.590,41 e R\$ 1.285,00, respectivamente), revelaram diferenças significativas.

O primeiro reservatório (2500 litros) obteve valores de TIR de 7,33% a.a se considerar uma TMA de 6,16% a.a, referente à taxa da poupança. Além disso, o ILL indicou valor de 1,53, VPLa de R\$ 81,37 descontados a taxa vigente de 6,16% a.a, ROIA de 2,54% a.a e PayBack de 13 meses e 6 dias.

O segundo reservatório (10000 litros) obteve valores de TIR de 2,86% a.a comparada a uma TMA de 6,16% a.a, indicando que essa opção de empreendimento não oferece vantagens suficientes, pois o valor de investimento inicial deveria ser aplicado na poupança. Além disso, o ILL indicou valor de 1,43, VPLa de R\$ 40,36 descontados a taxa vigente de 6,16% a.a, ROIA de 1,78% a.a e PayBack de 24 meses.

## 7. Bibliografia

BRAGA, Benedito et al, **Introdução a Engenharia Ambiental**. Prentice Hall. São Paulo, 2002.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTIKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica Tomada de Decisão Estratégia Empresarial**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

KOBIYAMA, Masato; CHECCHIA, Tatiane; SILVA, Roberto Valmir da. **Tecnologias alternativas para aproveitamento de águas**. 2008. 110 f. Artigo (Superior) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Ufsc, Florianópolis, 2008. Cap. 1.

MACHADO, Ricardo Paganelli De Lima & GARCIA, Thiago. **APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL: ANÁLISE DO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM EDIFICAÇÕES**. 2008. 46 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Engenheiro Civil Ênfase Ambiental, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2008.

LIBERAL, O. Pará perde metade de sua água tratada. **O Liberal**, Belém, p. 1-1. 13 fev. 2011.

LIMA, Ricardo Paganelli de; MACHADO, Thiago Garcia. **Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações**. 2008. 46 f. Monografia (Superior) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Unifeb. Barretos, 2008.

MARQUEZAN, Luiz Henrique Figueira; BRONDANI, Gilberto. ANÁLISE DE INVESTIMENTOS. **Revista Eletrônica de Contabilidade**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p.1-15, 1 jan-jun. 2006.

PENA, Heriberto Wagner Amanajás; HOMMA, Alfredo Kingo Oyama,. **Análise de Viabilidade Econômica: Um Estudo Aplicado a Estrutura de Custo da Cultura do Dendê no Estado do Pará**. Belém, 2010.

SILVA, Masato Kobiyama & CHECCHIA, Tatiane & SILVA, Roberto Valmir da. **Tecnologias Alternativas para Aproveitamento de Águas**. 2005. 115 f. Material Acadêmico - Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Sanitária E Ambiental, Universidade Federal De Santa Catarina. Santa Catarina, 2005.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.