



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048
Dezembro 2016

Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema de Captação de Água da Chuva: Estudo de Caso de uma Indústria de Refrigerantes

MARCOS DOS SANTOS

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br

CLEYTON CARVALHO

SENAI CETIQT
cleyls@yahoo.com.br

FABRICIO DA COSTA DIAS

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF)
fcdias@yahoo.com

MARCONE FREITAS DOS REIS

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
marconefreis11@gmail.com

JONATHAN COSME RAMOS

FACULDADE SENAI - CETIQT
jonathanramos@globomail.com

Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema de Captação de Água da Chuva: Estudo de Caso de uma Indústria de Refrigerantes

Resumo

O termo "planeta azul" está relacionado ao fato de a Terra ser composta de $\frac{3}{4}$ de água, dos quais 97% é composta de água salgada e apenas 3% de água doce. Desses 3%, apenas 1% é de água potável, própria para o consumo. Assim como outros recursos naturais, a água potável tem se tornado cada vez mais escassa e ameaçada por vários fatores entre: poluição, crescimento populacional desordenado, mudanças climáticas, entre outros fatores. Diante desse cenário, torna-se fundamental o desenvolvimento de uma política de conscientização para evitar o desperdício de água doce no planeta. Assim, soluções inovadoras e sustentáveis dos setores público e privado surgem com o intuito de combater essa escassez. O presente trabalho aponta uma dessas soluções, por meio da captação da água de chuvas, em uma indústria de refrigerantes na cidade do Rio de Janeiro. O trabalho apresenta o cálculo do VPL e do *payback* do investimento necessário para a implementação do projeto sustentável em tela. Embora tais medidas de eficácia possam contribuir com o processo de tomada de decisão, o gestor deverá levar em consideração o contexto gerencial no qual está inserido.

Palavras-chave: Água da chuva, Sustentabilidade, Viabilidade Econômica

Economic Feasibility Analysis of a Water Catchment System Rain: Case Study of Industry Soft Drinks

Abstract

The term "blue planet" is related to the fact that the Earth is composed of water $\frac{3}{4}$, of which 97% is made up of salt water and only 3% of fresh water. Of these 3%, only 1% is potable water, suitable for consumption. Like other natural resources, drinking water has become increasingly scarce and threatened by several factors of: pollution, disordered population growth, climate change, among other factors. Given this scenario, it is essential to develop an awareness policy to avoid the freshwater waste on the planet. Thus, innovative and sustainable solutions in the public and private sectors come in order to combat this shortage. This paper points out one of these solutions, through capture of rain water, a soft drink industry in the city of Rio de Janeiro. The paper presents the calculation of NPV and payback of investment required for the implementation of sustainable design on screen. Although such efficiency measures can contribute to the decision making process, the manager should take into consideration the managerial context in which it is inserted.

Key-words: Rainwater, Sustainability, Economic viability

1 Introdução

A água é um elemento fundamental para sobrevivência de todas as espécies, sendo significado de vida no nosso planeta, onde cidades cresceram e se desenvolveram próximas aos rios, lagos e ou grandes cursos d'águas. Durante anos seus recursos eram considerados como fontes inesgotáveis, pois a água é considerada como recurso de fontes renováveis, onde se encontram disponíveis em quantidades constantes, ou seja, não diminuem e nem aumentam. Porém, a ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU relata que nosso planeta é composto por 2/3 de água, dando uma falsa alusão pelo consumo exagerado entre as nações, entretanto apenas 3% do total dessa água é composta por água doce, sendo própria para consumo. Sem essas evidências no passado, sociedades consumiam a água como se fosse um bem infinito sem se preocuparem com gerações futuras. Essa visão utópica começou a ser questionada, onde sua disponibilidade depende exclusivamente de como o homem a utiliza (MIWA, 2011). O ser humano em décadas passadas tem sido principal responsável pela escassez de água potável (THE INDEPENDENT, 2006). Com a revolução industrial e o aumento da população, a demanda desenfreada pelo consumo tornou-se palco de uma das preocupações enfrentadas ultimamente.

A busca por alternativas tecnológicas para o reuso da água tem sido crescente, a fim de diminuir a carga de consumo e utilização dos mananciais. Com a substituição da água potável por uma água de menor qualidade para um fim indireto, pois sua aplicação não necessita de um certo grau de pureza.

Segundo Boni (2009) o reuso de água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana para suprir as necessidades de outros benefícios, inclusive o original. O reuso pode ser utilizada para inúmeros fins, que vão desde descargas de bacias sanitárias, rega de jardins, lavagem de pisos, lavatórios à chuveiros, máquina de lavar louça e roupa e da cozinha desde que seja direcionada a um tratamento químico adequado proporcionalmente ao seu fim, existindo tantas outras atividades que podem ser feitas sem necessitar de água potável (FIORI *et al.*, 2004 *apud* NOSÉ, 2008).

De acordo com Nogueira (2003), a legislação brasileira descreve que a água de chuva é identificada como “água de reuso” ou “água cinza”, transportando sujeiras sobre telhados e calçadas durante o seu percurso e vão em direção ao seu destino final que é o bueiro de esgoto. Esse tipo de reuso é caracterizado como potencial, após sua captação, não necessita de muito investimento em tratamento químico, pois adequa-se perfeitamente às atividades meios não exigindo um determinado grau de potabilidade, porém com uma determinada qualidade dependendo da sua aplicação.

Segundo May (2004), a captação da água da chuva depende de 3 características básicas: precipitação, área de coleta e demanda. O armazenamento da água deve ser projetado de acordo com as necessidades do usuário, além de depender do índice pluviométrico do local.

Existem vários benefícios na implantação desse sistema, que vão desde combate à escassez ao benefício financeiro que proporciona gerando uma economia nos custos da população, algo em torno de 30% (TOMAZ, 2004).

Entretanto, (LYE 2002, *apud* GOMES, 2012) relata alguns riscos à saúde que podem surgir associadas ao seu consumo. Contudo, o Ministério da Saúde pela Portaria 2.914 de 2011 (BRASIL, 2011) criou padrões de potabilidade da água com o intuito de indicar procedimentos de uso e controle de qualidade.

2 Revisão da Literatura

Desde a antiguidade o homem aprendeu por experiência própria, que a água é um bem valioso e necessário para sobrevivência dos seres vivos, onde civilizações passaram por grandes revoluções humanas, agrícolas e industriais, esse recurso natural sempre esteve presente.

Pelo Mar Vermelho através de um fato histórico na libertação do povo Hebreu sob domínio do Egito, um povo liderado por Moisés que passou no meio do mar (CAVALCANTI, 1997). Pois foi pelo mar que os heróis e desbravadores buscavam o desconhecido e o Novo Mundo em busca de especiarias, minérios entre outros, ou seja em busca de matérias primas das mais diversas (SABEH, 2009). Além disso, os rios e os lagos por sua vez têm sua importância, pois simbolizam vida, morte, renovação e fertilidade, onde civilizações cresceram e se desenvolveram próximas aos grandes cursos d'águas.

Com o passar do tempo, a água se tornou um recurso escasso, por conta de vários fatores desde a utilização de maneira indevida do homem, desviando trajetos de rios e nascentes, além da poluição desordenada que segue e cresce assustadoramente até os dias de hoje; conforme levantamento realizado por pesquisadores, existe claramente um decréscimo da quantidade do recurso água potável, segue um levantamento abaixo relacionando esse estudo:

Tabela 1 – Disponibilidade de água por habitante, em 1000 m³ (1992)

Região	1950	1960	1970	1980	2000
África	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
Ásia	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
América Latina	105,0	80,2	61,7	48,8	28,3
Europa	5,9	5,4	4,9	4,4	4,1
América do Norte	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
TOTAL	178,3	140,2	110,6	89,0	58,3

Fonte: The world water: assessing the resource (CORSON, 1992).

De acordo com a Tabela 1, a disponibilidade da água nos continentes relacionados está diminuindo rapidamente ao longo dos anos. Alguns continentes com uma redução mais atenuada e outros com uma redução mais lenta. A Europa foi o continente que apresentou uma redução menor de água, com um índice 5,9 em 1950 reduzido para 4,1 em 2000, porém em 1950 era o que se dispunha de pouca água potável em relação aos outros continentes.

Por conta da escassez de água, surgem a cada dia alternativas para enfrentar esse problema conforme menciona Rodrigues (2005) que o reuso é uma das alternativas, onde a água de reuso atua para controlar a demanda do recurso primário além de poder complementar na sua disponibilidade.

Uma outra alternativa para o problema mencionado, é a captação da água de chuvas; de acordo com UNEP - *United Nations Environment Programme* (2009), trata-se da alternativa que mais se utiliza, onde civilizações se beneficiam para o combate da falta de água. Entretanto, há mais de 1.000 anos antes de Cristo já se pensava em captar águas da chuva, povos de Israel, no Oriente, nas Américas (antes da colonização) das mais diversas etnias, já construíam cisternas cavadas em rochas (TOMAZ, 2003).

3 Problema

Segundo dados da *Global Footprint Network* (2010), o planeta Terra ultrapassou sua capacidade de regeneração atingindo níveis alarmantes de poluição das mais diversas formas. De acordo com Eustáquio (2010), dados estatísticos descrevem que antes mesmo de 2050 o planeta terá um elevado número de habitantes concentrados em diversas regiões do mundo, com a premissa de que as cidades urbanizadas exercem pressões muito grandes e cada vez mais extrapolam seus limites causando um desordenamento caótico contribuindo cada vez mais para os problemas ambientais (SOUZA, 2004, *apud* LA ROVERE, 2009). Além disso, o estudo citado indica que a maior taxa de crescimento populacional tem ocorrido em países menos desenvolvidos com maior índice de pobreza per capita, a exemplo de São Paulo e Rio de Janeiro. Esses crescimentos desordenados são apontados como um dos principais problemas enfrentados em relação da utilização de recursos naturais como a água tratada em especial.

Estudos comprovam que apenas 2,5% do total da água do planeta é composta por água doce (EMPRABA *apud* FERREIRA, 2011), esse percentual ainda inclui uma grande parcela de água doce retida em mega geleiras, diminuindo a quantidade de água doce disponível para utilização e consumo, conforme a Figura 1, ilustrada abaixo:



Figura 1: Plano Nacional de Recursos Hídricos
Fonte: Ministério Meio Ambiente, 2011.

Segundo Tomaz (2011), o Brasil ainda dispõe de uma boa parcela de água doce do mundo, disponíveis em grandes bacias hidrográficas e rios. Porém o maior problema está na má distribuição desses recursos hídricos, onde regiões com uma habitação urbana e crescente não dispõe de quantidade necessária para atender a demanda, a exemplo de cidades como Rio de Janeiro e São Paulo, que estão enfrentando problemas atuais de estiagem e escassez de água. O mundo tem enfrentado problemas de mudanças climáticas e catástrofes de várias vertentes, em especial aos fenômenos vividos de estiagens e secas em várias partes do Brasil. O País enfrenta um transtorno climático em mudanças repentinas de tempo, onde principalmente no verão, ocorrem chuvas torrenciais causando alagamentos e enchentes.

Na cidade do Rio de Janeiro em especial, o maior problema das enchentes é ocorrido não só pelo volume de chuva, mas principalmente no escoamento de um grande volume de água afuniladas por uma determinada vazão nas ruas pelos bueiros ou “bocas de lobo”, onde a maior dessa o destino final é lançado para a Baía de Guanabara. (O GLOBO, 2015). Dados indicam que o lançamento da água da chuva à Baía não tem sido eficaz, porque apresenta um nível de altitude um pouco próximo ao da margem terrestre, à medida que o nível do mar sobe (maré cheia), causa um impacto reverso maior nos alagamentos de grandes proporções.

Estudos comprovam que com a captação da água da chuva, diminui consideravelmente o nível de alagamentos descomprometendo as redes de esgotos fluviais (Tordo, 2004, apud Ferreira et al., 2007).

Entretanto, é possível economizar recursos financeiros captando e reutilizando água da chuva para uso industrial nos dias atuais? Esse trabalho visa identificar uma possível economia de recursos naturais, nesse caso a água, como também obter um benefício financeiro através da política de reutilização e captação da chuva.

4 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido através de estudo de caso de uma Indústria, onde o autor realizou pesquisas documentais através de coletas de dados bibliográficos direto da fonte, sendo informações de dados reais não fictícios. Conforme menciona Lakatos e Marconi (2001) “tem como propósito estudar de forma profunda um ou poucos objetos, de modo que possa se conhecer detalhadamente a realidade”. Portanto, este estudo foi elaborado em uma única empresa do ramo industrial, e em único setor, no caso o de reuso de água.

Segundo Beuren (2003), a pesquisa descritiva é de grande importância para a análise de problemas reais na área estudada, em especial financeira e contábil, onde fatores são descritos e especificados para o auxílio na implantação ou viabilidade de um determinado projeto. Além disso a pesquisa é de fim prático, pois apresenta finalidade útil de aplicação na ferramenta de viabilidade econômica utilizada em vários projetos e explicativa expondo e relatando os acontecimentos vividos no estudo.

Conforme Vergara (2009) menciona, o universo de uma pesquisa é descrito através de um conjunto de fatores que a compõem, a exemplo: pessoas envolvidas, processos, entre outros elementos do foco estudado. O universo relatado e delimitado será o sistema de captação da água da chuva na indústria de bebidas não alcoólicas. A amostra será não probabilística, onde os dados coletados foram do setor de reuso da indústria de refrigerantes no período dos 12 meses de 2014.

Os dados referentes à metodologia econômica e ambiental serão elaborados através de pesquisas bibliográficas em livros, artigos, monografias, dissertações, teses, além de fontes confiáveis de internet. Os dados referentes ao volume captado de água mensal, custo de implantação, custos fixos e variáveis do sistema foram coletados diretamente na empresa no período de 1 ano, mais precisamente no ano de 2014, através de relatórios diários, planilhas, documentos, Atas, relatórios mensais, além de relatos dos funcionários.

Os dados foram tratados de forma qualitativa, alinhando as informações procedentes de pesquisa documental e bibliográfica, e da forma quantitativa, coletando informações no estudo de caso proposto. Através disso, será desenvolvido um senso crítico na análise e interpretação dos resultados.

Foram observados os seguintes pontos como limitações do método:

- Acesso limitado de informações, restringindo à algumas de teor estratégico.
- Não autorização de divulgação do nome da empresa, tendo como necessidade de total descaracterização da mesma.
- Os dados se limitam no espaço de tempo de janeiro a dezembro de 2014.
- Os dados se limitam ao “ambiente perfeito”, ou seja, os valores em reais (R\$) calculados não sofrerão reajustes influenciados por inflações ou do Fisco. Nem ao que se refere à depreciação dos equipamentos no sistema estudado.

5 Modelagem Matemática

A indústria de refrigerantes em estudo possui uma Estação de Tratamento de Afluentes (ETA) muito eficaz, onde toda água proveniente da central de abastecimento CEDAE recebe um tratamento moderno com membranas de ultra filtração, além da adição de produtos químicos específicos, de tal forma que a água seja utilizada para fabricação dos refrigerantes, desde que esteja dentro dos padrões de qualidade determinada pelo Ministério da Saúde. Partindo desse princípio, o volume de água captada no sistema é aproveitado da mesma forma para a Estação de Afluentes e por fim tendo uma participação no processo produtivo dos refrigerantes.

O custo total da implantação do projeto de captação das chuvas foi de R\$ 360.000,00, valor composto por materiais necessários para construção do sistema, incluindo mão de obra executada. O custo da água adquirida pela central CEDAE foi identificado um valor fixo de R\$19,20/m³, determinado por contrato de uso industrial. Para definir o potencial do sistema de captação das chuvas na indústria, foi levado em consideração 3 principais variáveis do processo:

❖ Precipitação:

É a quantidade de chuva que cai em um determinado período de tempo, catalogado por um índice pluviométrico, contendo medidas em milímetros de chuvas em um m² de um determinado local.

❖ Área de captação:

É o local que se pretende abranger a captação da chuva, geralmente é constituído por coberturas impermeáveis, sendo telhas instaladas com uma leve inclinação estrategicamente com o intuito de que a água escoe o mais rápido possível, incluindo o auxílio das calhas contidas nas laterais, direcionando o fluido para o armazenamento. A indústria XBTO conta com uma área coberta de 18.000 m² totalmente destinada para o sistema, além disso possui 5 reservatórios com capacidade de 50.000 litros cada, contemplando um volume total de 250.000 litros para armazenagem e utilização.

❖ Coeficiente de perdas – Runoff:

É um método praticado a fim de padronizar a variável “perda” do volume de água que se pretende captar utilizando uma determinada cobertura, telas e filtros. Essa perda é estimada pela ocorrência de eventos de evaporação, absorção e porosidade do material, entre outros fatores (TOMAZ, 2003). Geralmente o coeficiente é estruturado com o percentual de 80%, o que significa dizer que do universo da água captada existe uma estimativa de perda em 20%.

Tomando-se como base para futuros cálculos, foi elaborado uma tabela com dimensionamento de volumes, composta por dados pluviométricos desta vez com as unidades de medidas transferidas em metros, além da capacidade de armazenamento, levando em consideração o coeficiente Runoff.

Tabela 2 – Dimensionamento Volumes (2016)

MESES	CHUVA MÉDIA MENSAL	ÁREA DE CAPTAÇÃO	VOLUME CAPTADO MENSAL	DEMANDA CONSTANTE MENSAL	REFUGO
	(m)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
JANEIRO	0,137	18.000	1.972,8	250,0	1.722,8

FEVEREIRO	0,130	18.000	1.872,0	250,0	1.622,0
MARÇO	0,136	18.000	1.958,4	250,0	1.708,4
ABRIL	0,095	18.000	1.368,0	250,0	1.118,0
MAIO	0,070	18.000	1.008,0	250,0	758,0
JUNHO	0,043	18.000	619,2	250,0	369,2
JULHO	0,042	18.000	604,8	250,0	354,8
AGOSTO	0,045	18.000	648,0	250,0	398,0
SETEMBRO	0,054	18.000	777,6	250,0	527,6
OUTUBRO	0,087	18.000	1.252,8	250,0	1.002,8
NOVEMBRO	0,098	18.000	1.411,2	250,0	1.161,2
DEZEMBRO	0,134	18.000	1.929,6	250,0	1.679,6
TOTAL	1,071 (m/ano)	-	15.422,4 (m³/ano)	3.000 (m³/ano)	12.422,4 (m³/ano)

Fonte: Adaptado pelos autores, 2016.

A Tabela 2 apresenta um cálculo em dimensionamento de um determinado volume que se pode captar, comparados aos dados do índice pluviométrico, onde representa a quantidade máxima que se pode captar por metro quadrado no mês informado. Diante dessas informações podemos dimensionar o quanto se pode captar, além de se orientar para projetos de futuras ampliações, tanto na captação como na armazenagem.

O volume de chuva captado é identificado pela seguinte fórmula:

$$V = \text{Área}_{(base)} \times \text{Altura}$$

Obedecendo a essa fórmula do volume, obtém-se a seguinte equação:

$$\text{Volume Captado} = \text{Chuva Média (m)} \times \text{Área Captada (m}^2\text{)} \times \text{Coef. Runoff (0,80)}$$

Tomando-se como exemplo a Tabela 8, o mês de março apresentou um índice de chuvas 136 mm em 1 m², porém a área captada não foi só de um metro quadrado, mas sim de 18.000 m², segue os seguintes dados:

$$\text{Volume Captado}_{(\text{março})} = 0,136 \text{ m} \times 18.000 \text{ m}^2 \times 0,80 = 1.958,4 \text{ m}^3$$

Partindo do princípio de que 1m³ equivale a 1.000 litros, o volume captado no mês de março foi de 1.958 x 1.000 = 1.958.000 litros. Porém a Indústria estudada possui um armazenamento de 250.000 litros no máximo, o que sobra é o refugo representado na Tabela 8. Além disso não houve nenhum mês sem que o sistema deixasse de atender a demanda, pelo

contrário, todos os períodos foram contemplados com saldos excedidos. O refugo é a diferença entre o que foi captado com a demanda do local.

$$\text{Refugo} = \text{Volume Captado} - \text{Demanda Constante}$$

Esse refugo acontece quando o volume de armazenagem é atingido e acionado pelas boias. Essa água que sobra é despejada direto para as galerias pluviais por transbordamento; a partir dessas informações pode-se deduzir que esse projeto específico, pode ser mais rentável mediante à ampliação da armazenagem.

Nesse estudo específico está sendo considerado somente cálculos de *Payback* e VPL, as receitas foram extraídas *in loco*, porém os indicadores financeiros não levaram em consideração aos custos de depreciação e nem de manutenção do sistema, tomando como base ao tempo de vida útil do projeto de 20 anos.

Diante deste fato apresento simulações para dois cenários, o armazenamento atual com a demanda máxima de 250 m³ e um outro cenário que indicaria o dobro da armazenagem para 500 m³. Porém dobrar a armazenagem significa ter de aumentar os custos do sistema e em consequência adquirir alguns materiais necessários listados na tabela seguinte:

Tabela 3 – Custo de Ampliação Sistema de Armazenamento (2016)

Quantidade	Materiais/Serviços	Valor Unitário	Valor Total
05	Caixas d'água 50.000 litros cada	R\$ 20.000,00	R\$ 100.000,00
01	Tubulações diversas	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
01	Instalação	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
01	Outros	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
Custo Total da Ampliação			R\$ 115.000,00

Fonte: Adaptado pelos autores, 2016.

Os valores da Tabela 3 foram baseados por meios de pesquisas de preço com fornecedores do ramo de construção civil. Entretanto, o investimento para o segundo cenário será o investimento inicial de R\$ 360.000,00 acrescido do custo da ampliação no valor de R\$115.000,00 resultando em um custo total de R\$475.000,00.

Payback:

O *Payback* demonstra o tempo necessário para se obter o retorno do capital investido (HUMMEL; PILÃO, 2006), onde consiste em calcular um somatório de investimentos, custos e despesas a fim de saber o tempo necessário do investimento. Trata-se de uma técnica considerada como um instrumento de aplicação simples e não pode ser utilizado como única fonte de dados para uma tomada de decisão, conforme menciona, pois o *Payback* não mensura o dinheiro no tempo.

O *Payback* simples é representado pela seguinte expressão:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{R_j}$$

Onde I_0 é o investimento inicial do projeto e o R_j trata-se de receitas geradas ao longo de um determinado período de tempo.

1^o Cenário (Armazenamento Atual):

De acordo com os dados, o sistema consegue trazer uma economia no consumo 250 m³ de água fixada por mês, gerando uma receita mensal de R\$ 4.800,00 considerando os R\$ 19,20/ m³ gastos pela água da distribuidora.

Total do investimento: R\$360.000,00

Economia de água mensal (média): R\$4.800,00

Retorno do investimento: $\frac{\text{R\$ } 360.000,00}{\text{R\$ } 4.800,00} = 75 \text{ meses} \rightarrow 6 \text{ anos e } 3 \text{ meses.}$

2^o Cenário (Armazenamento Proposto):

Considerando a ampliação do armazenamento de 250 para 500 m³, conseqüentemente gera uma economia de 6.000 m³ de água por ano, gerando uma receita anual de R\$115.200,00; levando em consideração aos R\$ 19,20/ m³ gastos pela água da distribuidora.

Total dos investimentos: R\$475.000,00

Economia de água mensal (média): R\$ 9.600,00

Retorno do investimento: $= \frac{\text{R\$ } 475.000,00}{\text{R\$ } 9.600,00} = 49 \text{ meses} \rightarrow 4 \text{ anos}$

VPL:

O VPL é uma ferramenta que tem a premissa de identificar um possível retorno financeiro, através de demonstrações de cálculos que estão relacionados à aplicação do dinheiro no tempo, onde oferece a opção de ser aceito ou não, dependendo do resultado. Se o resultado específico for positivo, superando os custos envolvidos, o projeto pode ser aceito, por outro lado se for negativo será considerado inviável e conseqüentemente rejeitado (BENEDICTO *et al.*, 2007).

Está diretamente ligado às seguintes variáveis: ao fluxo de caixa projetado por um determinado período de tempo e a taxa de desconto que é o valor mínimo do investimento (BENEDICTO *et al.*, 2007), onde sua análise é demonstrada através de uma aplicação matemática realizada através do somatório dos meses envolvidos no projeto. Utiliza-se a expressão a seguir para o cálculo do VPL.

$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$	t = período (anos ou meses) n = tempo total projeto (anos ou meses) i = taxa mínima de atratividade (TMA) FC = fluxo caixa por período
---	---

Para demonstrativos e efeito de cálculo do VPL, foi utilizado uma taxa mínima de atratividade (TMA), onde representa o percentual mínimo que se pretende ganhar de retorno do investimento aplicado ou o máximo que se pretende pagar quando faz um empréstimo (MEGLIORINI; VALLIM 2009, p. 126). O índice escolhido foi a taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) mensurada à 14,15%, dados do Banco Central do Brasil atualizados em 23 de maio de 2016.

De acordo com a Tabela 11, o demonstrativo do VPL é composto pelo investimento inicial além das receitas durante um determinado período de tempo, conforme podemos ver nos dois cenários.

1º Cenário (Armazenamento Atual):

Tabela 4 – Demonstrativo de Análise VPL do sistema (1º cenário)

Avaliação da Viabilidade do Projeto	
Valor do Investimento	R\$ -360.000,00
1º Ano	R\$ 57.600,00
2º Ano	R\$ 57.600,00
3º Ano	R\$ 57.600,00
4º Ano	R\$ 57.600,00
5º Ano	R\$ 57.600,00
6º Ano	R\$ 57.600,00
TMA	-14,15%
VPL	R\$ 105.833,00

Fonte: Autor (2016)

Conforme a Tabela 4, observa-se que o VPL apresentou resultados positivos a partir do 6º ano.

2º Cenário (Armazenamento Proposto):

Tabela 5 – Demonstrativo de Análise VPL do sistema (2º cenário)

Avaliação da Viabilidade do Projeto	
Valor do Investimento	R\$ - 475.000,00
1º Ano	R\$ 115.200,00
2º Ano	R\$ 115.200,00
3º Ano	R\$ 115.200,00
4º Ano	R\$ 115.200,00
TMA	-14,15%
VPL	R\$ 209.635,00

Fonte: Autor (2016)

Já o 2º cenário, conforme apresentado na Tabela 5, o VPL apresentou resultado positivo no 4º ano, com isso o retorno é consideravelmente aceitável.

5 Considerações Finais

O presente estudo apresentou um caso real de uma indústria de refrigerantes, onde o seu sistema de captação de chuvas foi construído recentemente, fruto de uma ideia criativa com o intuito inicial de executar políticas socioambientais. Porém com o passar do tempo o projeto foi amadurecendo de tal forma que houve a necessidade de alocar recursos a fim de mantê-lo operante, em consequência houve a necessidade de mensurar os custos. Além disso, todo projeto deve possuir estudos de viabilidade a fim de diminuir impactos e riscos, qualificando o projeto através da geração de receitas no fluxo de caixa e indicadores VPL e *Payback* que auxiliam na tomada de decisão dos gestores.

O indicador *Payback* possui vantagens por ser aplicado de modo simples e fácil, considera o tempo como apoio nas decisões; além de possuir cálculos simples de entendimento para qualquer pessoa que os lê. Porém possui uma certa particularidade por não considerar o valor do dinheiro no tempo, porque com o passar dos anos o dinheiro pode perder o valor no mercado por conta da inflação entre outros fatores que não estão inclusos no modelo de cálculo.

O VPL é mais completo em relação ao *Payback*, contudo mais robusto por considerar a taxa de atratividade como um fator de ponderação à eventos externos, pois considera os possíveis riscos através dos custos do projeto, além de contribuir com o levantamento do fluxo de caixa. Possui uma desvantagem por depender um pouco da taxa mínima de atratividade determinada pelos gestores ou investidor, dependendo do percentual praticado pode ou não interferir no resultado final.

Foi identificado uma possível falha no projeto, através dos cálculos de *Payback* e VPL, onde o atual investimento possui um retorno à longo prazo, aproximadamente em um período de 6 anos, nessas condições o projeto pode se tornar inviável.

A capacidade máxima do armazenamento do sistema foi apontada como um fator decisivo para a viabilidade do projeto. A captação da água em si possui 18.000 m² de cobertura para captura da água, com isso o sistema consegue adquirir um volume considerável

conforme quantificado anteriormente, contudo, o sistema não retém esse volume captado por conta do armazenamento limitado à 250 m³.

Referências Bibliográficas

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Taxa Selic. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/selic/selicdiarios.asp>> Acesso em: 23 maio, 2016.

BENEDICTO, G., PADOVEZE, Clóvis. **Análise das demonstrações financeiras**. São Paulo: Editora Thomson, 2007.

BEUREN, I. M. et al. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2003.

BONI, S. S. N. **Gestão da Água em Edificações: Formulação de Diretrizes para o Reuso de Água para Fins não Potáveis**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2009.

CORSON, David **The world water: assessing the resource**. ed. N.B. Ayibotele. 1992.

EUSTÁQUIO, José. **A Terra no limite**: quanto a humanidade já consumiu dos recursos naturais do planeta e o que precisa fazer para manter uma situação sustentável Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/terra-limite-humanidade-recursos-naturais-planeta-situacao-sustentavel-637804.shtml>> Acesso em: 08 ago. 2015.

FERREIRA, Rodrigo; MORUZZI, Rodrigo Braga. **Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva**, IV. 2007. Disponível em: <http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_055.pdf> Acesso em: 25 ago. 2015.

FREZATTI, Fábio. **Gestão da viabilidade econômico-financeira dos projetos de investimento**. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Marco Antônio Ferreira. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**. Disponível em: <http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf> Acesso em: 18 set. 2015.

HUMMEL, P. Roberto; PILÃO, N. Elias. **Matemática financeira e engenharia econômica: a teoria e prática da análise de projetos de investimentos**. São Paulo: Editora Thomson, 2006

LA ROVERE, E.L. **Perspectivas para mitigação das mudanças climáticas: ações do Brasil e no mundo**. In: Mitigação das mudanças climáticas. Rio de Janeiro: COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 6. ed.. São Paulo: Atlas, 2001.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação (Mestrado). São Paulo: 2004. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/>. Acesso em: 14 fev. 2010.

MEGLIORINI, Evandir; VALLIM, Marco Aurélio. **Administração financeira: uma abordagem brasileira**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MIWA, F. P. **Análise da problemática do reuso da água cinza em edificações residenciais.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia civil). Porto Alegre: 2011. 59 f.

NOSÉ, D. **Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinza em condomínios residenciais.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil).

São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2008.

ONU BRASIL. **ONU afirma que resiliência pode ser a marca registrada de 2015.** Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/onu-afirma-que-resiliencia-pode-ser-a-marca-registrada-de2015/>>. Acesso em: 26 mar. 2015.

RODRIGUES, Raquel dos Santos. **As dimensões legais e institucionais de reúso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reúso no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

TOMAZ, P. **Economia de água para empresas e residências.** São Paulo: Editora Navegar, 2011. 112 p.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva: Para áreas urbanas e fins não potáveis.** São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Rainwater harvesting:** a lifeline for human well being. In: Report prepared for UNEP. Stockholm: 2009. 69 p.

VERGARA, Sylvia.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração,** 10. ed., Atlas, 2009.