

## **Elaboração de proposta técnica para implantação de um sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais em uma instituição religiosa da cidade de Manaus- AM**

**BRUNO SÁVIO SARUBI CARDOSO**

Graduating in Civil Engineering

International Universities Laureate / UNINORTE (Brazil) (2018)

### **Resumo:**

*Com o estudo apresentado neste projeto procura-se apresentar uma proposta de implantação de um sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais. O local onde se objetiva implantar tal projeto é uma instituição religiosa que hoje está abrigando 120 imigrantes venezuelanos, e a ideia é que a demanda possa ser aumentada. Apesar de o local dispor de abastecimento de água através de um poço artesiano, por uma questão de sustentabilidade, o projeto surge como alternativa de economia de nossos mananciais subterrâneos, já que tal poço foi dimensionado para atender uma população bem menor que a atual. Considerando a cidade de Manaus contar com uma quantidade significativa de precipitações, e utilizando dois métodos de dimensionamento, Azevedo Netto e Rippl, também checados como um método da Simulação de Eficiência, constatou-se a viabilidade do projeto. Após todo levantamento, chegou-se a uma estimativa de 21 dias para a execução do projeto, já com o teste de vazão e um custo total de: R\$17.331,96, sem contar com a mão-de-obra, pois se espera incluir parte dos homens ali abrigados na execução do projeto.*

**Palavra-Chave:** Sustentabilidade, Captação, Precipitação.

**Abstract:**

*The study presented in this project seeks to present a proposal for the implementation of a rainwater capture and utilization system. The place where to implement such a project is a religious institution that is currently housing 120 Venezuelan immigrants, and the idea is that demand can be increased. Although the site has water supply through an artesian well, for the sake of sustainability, the project appears as an alternative of saving our underground springs, since this well was designed to serve a population much smaller than the current one. Considering the city of Manaus to have a significant amount of precipitation, and using two sizing methods, Azevedo Netto and Rippl, also checked as a method of Simulation of Efficiency, it was verified the viability of the project. After all the survey, an estimate of 21 days for the execution of the project was reached, with the flow test and a total cost of: R \$ 17,331.96, not counting labor, since it is expected to include part of the men housed there in the execution of the project.*

**Key words:** Sustainability, Capture, Precipitation

## **Introdução**

A utilização da água tem sido essencial desde os primórdios da existência humana no planeta Terra. Temos a necessidade deste bem natural, seja para saciar a sede, preparar alimentos ou higiene pessoal e doméstica. E a reutilização desta também não é algo tão atual, visto que em viagens do autor ao interior do estado quando ainda era criança, há a clara lembrança de sistemas rudimentares de captação de águas pluviais que seriam utilizadas para limpeza doméstica de forma geral. É certo que em algumas zonas rurais não há ainda o alcance dos serviços de distribuição de água, o que faz com que os moradores procurem métodos alternativos de abastecimento de água.

Conforme dados de 2015 da pesquisa Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA) 2013-2015, apenas no Brasil, cada pessoa consome cerca de 108,4 litros de água por dia, dados esses que estimam uma taxa per capita de 58% no uso familiar de uso de água. Em um país com mais de 200 milhões de habitantes, pode-se imaginar o quantitativo utilizado ao dia desse precioso recurso. Apesar da eminência de uma escassez definitiva da água, na prática, pouco têm se pensado em métodos que visem reduzir este consumo.

Tanto nos projetos de edificação quanto na execução das obras, sempre haverá como primordial preocupação os custos do empreendimento, limitado sempre a um teto x estipulado pelo contratante. E grande parte dos contratantes estão preocupados com as despesas em curto prazo, esquecendo de levar em conta a tabela de custo x benefício que uma construção sustentável poderia agregar às suas economias. Um grande exemplo é a redução dos consumos de água e luz, onde ambas provêm dos recursos hídricos existentes.

Em regiões com chuvas constantes é de grande valia a adoção de um sistema de reaproveitamento de águas pluviais. Já existe até lei federal que visa incentivar a adoção das técnicas de captação, preservação e aproveitamento das águas da chuva, que é a 13.501/2017, que acrescenta um objetivo à Lei das Águas (9.433/1997) como inciso IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.” (NR). O Estado do Amazonas, possui um volume médio hídrico de precipitação mensal que gira em torno de 203,06 mm, conforme dados obtidos na estação pluviométrica de Manaus/AM, no período de 2008 a 2018.

O lugar escolhido para implantação do projeto fruto deste trabalho, é justamente uma casa de acolhida, localizada dentro de uma instituição religiosa, que tem atualmente servido de abrigo para imigrantes venezuelanos que chegaram à cidade de Manaus. Atualmente, lá estão abrigadas cerca de 120

peças, seguindo o que sugere a pesquisa citada anteriormente, ao dia são consumidos aproximadamente 13 mil litros de água.

O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. (Art. 11, LEI Nº 9.433/1997).

Apesar da instituição dispor de um poço semi artesiano para o seu abastecimento, por uma questão sustentável e legal, conforme prevê o artigo 11 da Lei Federal Nº 9.433/97, a União tem o dever de controlar o quantitativo de água explorado onde há também esse tipo de abastecimento. Visto que a água é um recurso natural esgotável, mesmo que ainda muitos acreditem na utopia de que a mesma nunca terá fim, o uso descontrolado da mesma pode sim acarretar o esgotamento do recurso. Ficando a cobrança e o controle do uso da mesma, bem como garantia de condições para que o abastecimento de água encanada chegue até aqueles que ainda não contam com o serviço, um dever do órgão fiscalizador

## **2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O local onde será realizado o projeto de implantação, encontra-se na cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas. Trata-se da Casa de Acolhida da Comunidade de Santa Catarina de Sena, localizada na Rua Álvaro Bandeira de Melo, bairro de Petrópolis, conforme mostra as figuras 1 e 2.

**Figura 1: Mapa da localização geográfica da Área de Estudo.**



*Fonte: Google Earth, 2018.*

**Figura 2: Visão frontal da Casa de Acolhida**



*Fonte: Próprio Autor, 2018.*

### **3 OBJETIVO**

Espera-se com este projeto propor um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para uma casa de acolhida localizada na Comunidade de Santa Catarina de Sena, visando assim, economizar a exploração do poço semi artesiano que distribui água para o local, o qual sofreu um aumento significativo devido ao aumento da demanda.

### **4 METODOLOGIA**

#### **4.1. Premissas**

##### **4.1.1. Condições das Instalações Atuais**

O local escolhido para a proposta de implantação deste projeto é uma instituição que tem abrigado imigrantes venezuelanos que chegaram à cidade de Manaus fugindo da crise em seu país de

origem. Segundo informações da administração do local, cerca de 120 pessoas estão vivendo ali. O que antes era um centro social, onde aconteciam eventos esporadicamente, hoje abriga mais de uma centena de pessoas, o que certamente deve ter gerado um aumento considerado no consumo de água da instituição. E, como foi dito anteriormente neste mesmo trabalho, o abrigo se mantém com recursos da prelazia e de doações, e uma redução no consumo de água, certamente lhe seria bastante útil, ambiental e economicamente falando. Visto que, a companhia de água não dispõe de estrutura para instalação de sistemas de captação de águas pluviais nas residências, fica como alternativa, se pensar em uma solução viável para que se possa reaproveitar as águas da chuva. Pois, apesar da água explorada no local ser proveniente de um poço semi artesiano, conforme mostra o esquema da figura 3, a exploração do mesmo tem um custo à instituição e também o uso desenfreado das águas desses poços é uma forte ameaça à extinção de nossas reservas de água doce.

Entre dois e três por cento do consumo de energia do mundo são usados no bombeamento e tratamento de água para residências urbanas e industriais. O consumo de energia, na maioria dos sistemas de água em todo o mundo, poderia ser reduzido em pelo menos 25 por cento, por meio de ações de efficientização com melhor desempenho. As companhias de água em todo o mundo têm o potencial para, com um custo efetivo, economizar mais energia do que a quantidade de energia utilizada anualmente em toda a Tailândia. Infelizmente, tem sido dada uma atenção relativamente pequena à redução do uso de energia nos sistemas de água municipais. (Compêndio de Estudo de Caso: ÁGUA E ENERGIA – Aproveitando as oportunidades de efficientização de água e energia não exploradas nos sistemas de água municipais – 2002 Alliance).

**Figura 3 – Esquema de Abastecimento via Poço Semi Artesiano**



Fonte: Site Todo Estudo - <<https://www.todoestudo.com.br/geografia/poco-artesiano>> Acesso em: 10/08/2018

#### **4.1.2. Premissas Técnicas**

Tendo como algumas das principais premissas técnicas para a implantação deste projeto:

- Dados Geográficos e Estatísticos;
- Estudo de Caso;
- Identificação da Demanda;
- Dimensionamento do Sistema de Captação;
- Implantação do Sistema.

#### **4.2. Dados Geográficos e Estatísticos**

##### **4.2.1. Dados da Instituição**

Estando a Casa de acolhida localizada na cidade de Manaus, que conta com um alto índice de precipitação anual, o que segundo estudiosos do saneamento entendem como uma grande vantagem que determinadas regiões têm sobre outras, observa-se abaixo na tabela coletada no site Clima Tempo, que dispõe das médias precipitadas por mês em um período de trinta anos, nota-se que somente nos meses de julho, agosto e setembro há uma diminuição no volume precipitado na cidade. Em

contrapartida, ao mesmo tempo que precipita bastante, o calor é elevado, e níveis climáticos assim acabam aumentando a demanda de utilização de água, seja no sistema das hidrelétricas, seja na própria distribuição de água potável.

**Tabela 1: Índices pluviométricos e climáticos em 30 anos na cidade de Manaus**

Mês	Minima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	23°	31°	264
Fevereiro	23°	30°	290
Março	23°	31°	335
Abril	23°	31°	311
Mai	23°	31°	279
Junho	23°	31°	115
Julho	23°	31°	85
Agosto	23°	33°	47
Setembro	24°	33°	74
Outubro	24°	33°	113
Novembro	24°	32°	174
Dezembro	24°	31°	220

*Fonte: Clima Tempo – Acesso em: 30/07/2018*

#### **4.2.2. Dados das Instalações Atuais na Instituição**

Após uma coleta de informações com representantes da instituição, constatou-se que a água do local é proveniente de poço semi artesiano e armazenada em uma caixa d'água, como mostra a figura 4, que foi o que foi dimensionado para um quantitativo certo de pessoas, sem estimar que no futuro a mesma fosse um abrigo para dezenas de pessoas. Além de sobrecarregar o sistema do poço, o uso descontrolado ainda prejudica os mananciais subterrâneos aqui existentes.

**Figura 4: Abastecimento Atual**



*Fonte: Próprio Autor, 2018.*

### **4.3. Estudo de Caso**

Após uma pesquisa sobre a instituição religiosa, foi feito um levantamento com base em um estudo de caso, no qual foram comparadas as duas formas de abastecimento de água, a existente e a hipotética, sendo a segunda a razão deste projeto. Ao final da comparação, espera-se demonstrar que o que for proposto neste estudo sirva para fins ambientais e econômicos, ainda que em longo prazo.

#### **4.3.1. Imigração Venezuelana**

Conforme foi citado acima, a crise econômica e política que afetou a Venezuela fez com que somente em 2018 quase 120 mil venezuelanos tenham pedido asilo em nações estrangeiras. Segundo dados de Spindler, porta-voz da agência da ONU, no estado brasileiro de Roraima chegam por dia cerca de 200 venezuelanos. E o estado do Amazonas, sendo fronteira com Roraima, tem recebido uma boa demanda deles.

Com tantos imigrantes aqui chegando sem nenhuma condição de sobrevivência, a comunidade tem contado com o apoio da Cáritas Arquidiocesana e do Alto Comissariado das Nações Unidas para Refugiados – ACNUR, e assim conseguiu abrigar 120 venezuelanos desses que aqui chegaram. Segundo o pároco responsável, Frei Alex Assunção, a vontade era de abrigar mais pessoas, mas devido aos escassos recursos e espaço limitado, com bastante esforço a comunidade tem amparado os que ali estão morando.

Conversando com voluntários da instituição, foi constatado que o consumo de água do local teve um aumento significativo. Pois, antes o prédio era utilizado apenas para eventos da comunidade e o consumo de outrora sequer se comparava ao de agora. Perguntados sobre a importância de um sistema de reaproveitamento de água, os mesmos são unânimes em afirmar que seria de bastante utilidade, pois, existe a

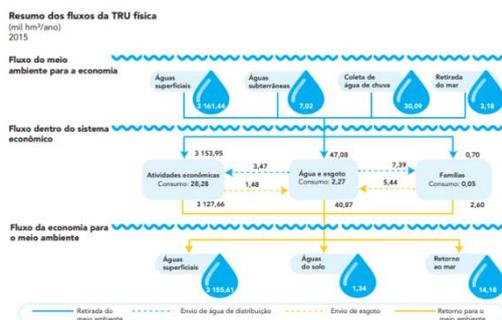
pretensão de dar continuidade a esse projeto de abrigo aos necessitados.

### 4.3.2. Consumo Atual

Atualmente, o abrigo conta com abastecimento proveniente de poço semi artesiano instalado no local. A falsa ideia de que a instalação de um poço semi artesiano é a garantia de utilizar água à vontade sem se preocupar com gastos já foi derrubada no início deste trabalho, conforme foi falado, a concessionária controla o consumo da água, pois a mesma pertence à União e é dever desta cuidar para que não se esgotem nossas reservas de água doce subterrâneas, exatamente de onde se explora a água de poços artesanais.

O local conta com 09 vasos sanitários, 02 chuveiros, 01 cozinha e 01 refeitório, e foi projetado para ser uma escola catequética, porém, com a dificuldade social dos imigrantes venezuelanos surgiu a necessidade de adaptá-la para abrigo dos mesmos. E, como no projeto do poço semi artesiano, foi especificado que o mesmo seria para abastecimento de água paroquial, onde o maior consumo seria aos fins de semana, quando acontecem as atividades religiosas, nas quais o consumo de água não se compara ao atual, com 120 pessoas consumindo água diariamente.

**Figura 5– Resumo dos Fluxos da Tabela de Recursos de Uso (TRU) Físicas**



Fonte: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros>> Acesso: 20/07/2018

Na imagem acima, demonstra-se a entrada e saída de águas, onde o consumo é maior que o retorno destas, na maioria das vezes através da atividade de água e esgoto. É certo que o consumo das águas subterrâneas é bem menor que o consumo das superficiais, porém, enquanto o retorno da economia ao meio ambiente no caso das águas superficiais é praticamente igual ao valor consumido, no caso das águas subterrâneas, é o menor de todos.

#### **4.4. Dimensionamento de Um Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva e Identificação da Demanda**

Após a análise do histórico de consumo de água mensal, foi possível identificar um aumento nestes últimos meses, desde o recebimento dos imigrantes no local. A comunidade tem o intuito de reduzir este consumo, não apenas por uma questão econômica, mas principalmente por entender se tratar de uma questão ambiental. E como a ideia dos voluntários e demais idealizadores do projeto de acolhida dos imigrantes é abrigar mais pessoas em um breve futuro, a necessidade de se pensar em um menor consumo de recursos naturais é de grande importância. Então, já com a primeira etapa do projeto até aqui concluída, que é a coleta de informações, prosseguiu-se com a identificação da demanda.

##### **4.4.1. Identificação de Demanda**

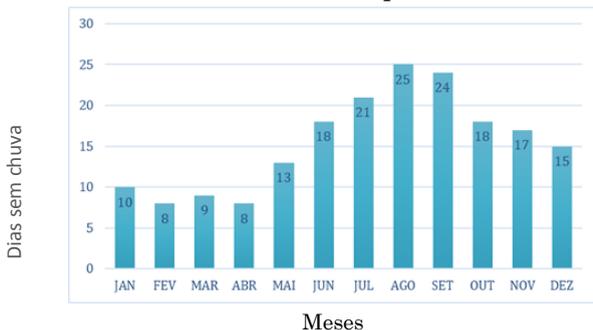
A evolução da demanda dependerá de diversos fatores. E conforme supracitado, o desejo dos idealizadores é poder abrigar mais pessoas, sabendo que no momento é de 120 o número de pessoas ali alocadas. E sendo consciente que muitas outras pessoas, venezuelanas ou não, precisam e/ou precisarão do abrigo, pois já entra num viés político externo e interno, podemos pensar em um projeto de captação de água pluvial que atenderá aproximadamente 250 pessoas. Dessa forma, a

instituição já contará com uma estrutura para aumentar a população ali abrigada, sendo este o teto, já que há também a questão espacial do local, que não suportará adequadamente um quantitativo maior de pessoas.

A eficiência e a confiabilidade dos sistemas de aproveitamento de água de chuva estão ligadas diretamente ao dimensionamento do reservatório de armazenamento, necessitando de um ponto ótimo na combinação do volume de reservação da demanda a ser atendida, que resulte na maior eficiência, com o menor gasto possível. (PROSAB, 2006).

Conforme dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, os meses com menor incidência de chuvas são os meses de julho, agosto e setembro. Dessa forma, o ideal seria a implantação do projeto no máximo no mês de setembro, para que em dezembro, quando o índice de chuva voltar a subir, se possa captar uma boa quantidade de água.

**Gráfico 1: Dias com ausência de chuva por mês.**



Fonte: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2015. <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>  
Acesso em: 16/07/2018.

Se considerarmos o aproveitamento da água captada para o abastecimento das bacias sanitárias do abrigo, conforme a parametrização do consumo para bacia sanitária de 05 acionamentos para cada ocupante ao dia, então teremos um

consumo de 3600litros de água ao dia, apenas com o uso das descargas sanitárias (Tomaz, 2003).

A seguir, será explanado sobre dois dos métodos de dimensionamento de reservatório admitidos pela NBR 15527:2007, o Método de Azevedo e o da Simulação.

#### **4.4.2. Método Azevedo Neto**

Um dos métodos apresentados na NBR 15527:2007, o Método Azevedo Neto, criado pelo engenheiro sanitarista José Martiniano de Azevedo Netto, profissional da engenharia que deixou um enorme legado no campo do saneamento, sendo parte dele o método de dimensionamento que será aplicado neste projeto.

O sistema consiste em coletar águas pluviais de telhados, no caso de sistemas individuais ou pequenos, ou de bacias de captação, que são áreas especiais, pavimentadas, e tanques de acumulação com capacidade para poder suprir água em períodos secos. As instalações domésticas podem ou não ter um filtro lento pequeno, junto ao tanque de acumulação (reservatório). As instalações públicas em pequenas comunidades geralmente incluem, em seguida às áreas de coleta, tanques de água coletada, filtros lentos e reservatórios de distribuição. (Azevedo,1991)

Por meio do também conhecido como Método Prático do Professor Azevedo Neto é possível se obter o volume do reservatório de água pluvial, e apesar do mesmo não considerar a demanda em seu cálculo, se leva em conta a precipitação pluviométrica anual média, a área de captação e o número de meses de pouca chuva ou seca. Com todos esses dados coletados, o dimensionamento do reservatório se dará através da seguinte equação:

$$\mathbf{Van = 0,042 \times Pa \times A \times T}$$

Onde:

Van = volume do reservatório (litros);

Pa = precipitação pluviométrica anual média (mm/ano = litros/m<sup>2</sup> por ano);

A = área de captação (m<sup>2</sup>)

T = número de meses de pouca chuva ou seca (adimensional)

Segundo Azevedo Netto, somos agraciados por viver em um país com uma grande disponibilidade hídrica, que conta com volumes de precipitações consideráveis, pois de acordo com o autor, só é possível se obter sucesso com um sistema de captação de águas pluviais, se o volume de água for ao menos bom. A tabela abaixo classifica os níveis de aproveitamento de água da chuva.

**Tabela 2 - Aproveitamento de água da chuva**

<b>Aproveitamento de Água da Chuva</b>	
<b>Precipitação Anual</b>	<b>Nível de Aproveitamento</b>
Menor que 1.000mm	BAIXA
Entre 1.000 e 1.500mm	RAZOÁVEL
Acima de 2.000mm	EXCELENTE

*Fonte: Azevedo, 1991.*

De acordo com Azevedo Netto, do montante de água precipitada, pode-se aproveitar até a metade, já se descontando as perdas inevitáveis e os coeficientes de escoamento superficial (Runoff). E, conforme a tabela abaixo, que demonstra as precipitações anuais em um período de 10 anos, contamos com um volume excelente de precipitação, tanto que, o sistema dispõe dos dados até julho de 2018 ainda, e mesmo assim já temos um quantitativo precipitado de 1.438mm, o que já equivaleria a um nível razoável conforme a tabela anual do professor Azevedo Netto.

**Tabela 3 - Precipitações mensais, mensais médias e totais anuais observadas na estação pluviométrica de Manaus/AM, no período de 2008 a 2018 (valores em mm).**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2008	397,4	298,8	553	545,4	264,1	202,7	80,2	58,4	56	162,2	280,8	458,1	3357
2009	310,8	457,9	232,5	221,1	114	165,8	25,1	5,4	4,2	26	132,3	262,4	1958
2010	295,8	352,5	206,4	303,4	165,1	119,1	100,6	54,8	26,6	116,9	140,6	290,1	2172
2011	226,8	493,3	323,3	515,9	222,4	121,3	20,2	64,3	41,5	283,7	272,8	194,5	2780
2012	365,2	288,7	277,4	195,6	167,8	85,4	83	26,6	90,3	181,3	284,5	266,2	2312
2013	314,6	342,1	427,4	420,6	238,4	32,3	167,1	53	121	193	312,2	101,3	2723
2014	253,3	245,4	527,7	255	411,3	211,7	66,1	32,2	0,6	190,9	196	173,8	2564
2015	303,7	214	373,7	165,5	280,8	75,8	47,3	10,7	15,8	31,3	90,7	126,4	1736
2016	129,6	235,3	281,9	303,9	117,5	97,1	103,2	49,8	112	152,2	193,7	518,8	2295
2017	402,1	257,4	270	338,4	135,8	126,5	75,7	20,1	166,4	148,1	195,7	512,8	2649
2018	215,3	331,4	242,9	280,8	179,4	188,6							1438
<b>Média</b>	292,2	319,7	337,8	322,3	208,7	129,6	76,8	37,5	63,4	148,5	209,9	290,4	2437

Fonte: *INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.*  
 <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>

Acesso em: 16/07/2018.

#### 4.4.3. Método de Rippl

Neste método se leva em conta as médias de chuvas anuais históricas, de maneira que facilite o cálculo ao se criar um comparativo estimativo para as precipitações futuras já captadas pelo sistema. Tal série pode ser baseada de maneira diária ou mensal.

Para se realizar o dimensionamento do reservatório, leva-se em conta a área onde se dará a captação, a demanda de água pluvial a ser atendida e o coeficiente de *Runoff* (coeficiente de escoamento superficial, quociente entre a água que escoou superficialmente e o total da água precipitada), sempre considerando as características de cada projeto.

O cálculo do método de Rippl se dá da seguinte forma:

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

Sendo:  $Q(t) = C \times P(t) \times A$

Onde:

$S(t)$  = volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  = volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$D$  = demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

$C$  = coeficiente de escoamento superficial

Por fim, a capacidade do reservatório de água pluvial recomendada, é dado por:

$$V = \Sigma S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0 \text{ Sendo que: } \Sigma D(t) < \Sigma Q(t)$$

#### 4.5. Análise de Simulação do Reservatório e Eficiência

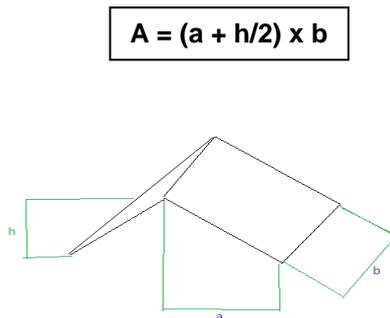
Com todos os dados coletados, e o referencial teórico que embasará o sistema de captação de água já revisado, e verificado que as características de nosso índice de precipitação são favoráveis à instalação do mesmo, aliado a isso a necessidade do reaproveitamento de água para fins tanto econômicos quanto ambientais, resta seguir o que diz a NBR 15.527:2007, que rege a implantação de sistema de captação de água pluvial.

Os dois métodos citados são reconhecidos pela norma vigente, sendo possível simular o dimensionamento utilizando cada um a fim de se adotar o que seja mais viável.

Considerando estar vazio o reservatório no início, a simulação será feita de forma contínua, de maneira a se repetir as precipitações anuais até que o volume se estabilize e seja possível a análise da situação de economia de água e o *overflow* (excesso de água desviada).

O cálculo de área se deu da seguinte maneira, ilustrado na figura 6:

Figura 6: Esquema do tipo de telhado do local



Fonte: Próprio Autor, 2018.

Através do cálculo citado acima, se descobriu a área onde se dará a captação da água, sendo ela de 529,2m<sup>2</sup>. Com a demanda já calculada também de 3600 litros de água diários a serem utilizados pelas descargas sanitárias do abrigo, considerando um uso de cinco acionamentos por pessoa ao dia.

Também não foi levada em conta a evaporação da água, sendo adotado como coeficiente de Runoff C=0,60 em razão do material da telha (Wycjoff, 2009). Não se levou em conta um possível desperdício ou vazamento da água captada. Foi simulado para três volumes médios de reservatório calculados através dos dois métodos.

Utilizando o método de Azevedo para o cálculo do volume, com os dados obtidos, teremos um reservatório de 163 m<sup>3</sup>.

Através do método de Rippl, constatou-se que o reservatório seria de 307 m<sup>3</sup>, considerando que neste método somente se soma a diferença acumulada quando a diferença da demanda mensal menos o volume dá um resultado positivo, ou seja, quando a demanda for maior que o volume de água, sendo possível somente nos meses de julho, agosto e setembro, tendo como base um período de 10 anos de precipitação na cidade de Manaus.

**Tabela 4 - Demonstração do Método de Rippl**

MÊS	Chuva Média Mensal (mm <sup>3</sup> )	Área(m <sup>2</sup> )	Vol. Chuva Mensal (m <sup>3</sup> )	Demanda Mensal (m <sup>3</sup> )	Demanda - Volume	Diferença Acumulada (m <sup>3</sup> )
JAN	292,2	529,2	155	110	-45	
FEV	319,7	529,2	170	110	-60	
MAR	337,8	529,2	179	110	-69	
ABR	322,3	529,2	171	110	-61	
MAI	208,7	529,2	111	110	-1	
JUN	129,6	529,2	69	110	41	41
JUL	76,8	529,2	41	110	69	110
AGO	37,5	529,2	20	110	90	200
SET	63,4	529,2	34	110	76	276
OUT	148,5	529,2	79	110	31	307
NOV	209,9	529,2	111	110	-1	
DEZ	290,4	529,2	154	110	44	

*Fonte: Próprio Autor, 2018.*

#### **4.5.1. Simulação de Eficiência**

Visando a economia com possíveis gastos desnecessários, em se tratando de execução de reservatórios inviáveis, a seguir usaremos o método da simulação de eficiência dos reservatórios

Bruno Sávio Sarubi Cardoso- **Elaboração de proposta técnica para implantação de um sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais em uma instituição religiosa da cidade de Manaus- AM**

utilizando três volumes diferentes de reservatórios, com valores adotados que estejam na média dos valores conseguidos pelos métodos de Azevedo Netto e Rippl.

**Tabela 5 - Simulação para um reservatório de 250m<sup>3</sup>**

MÊS	Chuva Média Mensal (mm)	Área(m <sup>2</sup> )	Vol. Chuva Mensal (m <sup>3</sup> )	Demanda Mensal (m <sup>3</sup> )	Volume de Cisterna(m <sup>3</sup> )	Nível Reservatório Antes	Nível do Reservatório Depois (m <sup>3</sup> )	Overflow	Uso Potável da Água
JAN	292,2	529,2	155	110	250	0	45	0	
FEV	319,7	529,2	170	110	250	45	105	0	
MAR	337,8	529,2	179	110	250	105	174	0	
ABR	312,3	529,2	171	110	250	174	135	0	
MAI	208,7	529,2	111	110	250	135	136	0	
JUN	129,6	529,2	69	110	250	136	195	0	
JUL	76,8	529,2	41	110	250	195	125	0	
AGO	37,5	529,2	20	110	250	126	36	0	
SET	63,4	529,2	34	110	250	36	-40	0	40
OUT	148,5	529,2	79	110	250	0	-31	0	31
NOV	209,9	529,2	111	110	250	0	1	0	
DEZ	290,4	529,2	154	110	250	0	44	0	
JAN	292,2	529,2	155	110	250	44	89	-161	
FEV	319,7	529,2	170	110	250	89	149	-102	
MAR	337,8	529,2	179	110	250	149	218	-52	
ABR	312,3	529,2	171	110	250	218	179	29	
MAI	208,7	529,2	111	110	250	179	280	30	
JUN	129,6	529,2	69	110	250	280	239	-11	
JUL	76,8	529,2	41	110	250	239	170	-80	
AGO	37,5	529,2	20	110	250	170	80	-170	
SET	63,4	529,2	34	110	250	80	4	-246	
OUT	148,5	529,2	79	110	250	4	-27	-277	27
NOV	209,9	529,2	111	110	250	0	1	-249	
DEZ	290,4	529,2	154	110	250	1	45	-205	
TOTAL	2436,8							59	98

Fonte: Próprio Autor, 2018.

**Tabela 6 - Simulação para um reservatório de 300m<sup>3</sup>**

MÊS	Chuva Média Mensal (mm)	Área(m <sup>2</sup> )	Vol. Chuva Mensal (m <sup>3</sup> )	Demanda Mensal (m <sup>3</sup> )	Volume de Cisterna(m <sup>3</sup> )	Nível Reservatório Antes	Nível do Reservatório Depois (m <sup>3</sup> )	Overflow	Uso Potável da Água
JAN	292,2	529,2	155	110	300	0	45	0	
FEV	319,7	529,2	170	110	300	45	105	0	
MAR	337,8	529,2	179	110	300	105	174	0	
ABR	312,3	529,2	171	110	300	174	135	0	
MAI	208,7	529,2	111	110	300	135	136	0	
JUN	129,6	529,2	69	110	300	136	195	0	
JUL	76,8	529,2	41	110	300	195	125	0	
AGO	37,5	529,2	20	110	300	126	36	0	
SET	63,4	529,2	34	110	300	36	-40	0	40
OUT	148,5	529,2	79	110	300	0	-31	0	31
NOV	209,9	529,2	111	110	300	0	1	0	
DEZ	290,4	529,2	154	110	300	0	44	0	
JAN	292,2	529,2	155	110	300	44	89	0	
FEV	319,7	529,2	170	110	300	89	149	0	
MAR	337,8	529,2	179	110	300	149	218	0	
ABR	312,3	529,2	171	110	300	218	179	0	
MAI	208,7	529,2	111	110	300	179	280	0	
JUN	129,6	529,2	69	110	300	280	239	0	
JUL	76,8	529,2	41	110	300	239	170	0	
AGO	37,5	529,2	20	110	300	170	80	0	
SET	63,4	529,2	34	110	300	80	4	0	
OUT	148,5	529,2	79	110	300	4	-27	0	27
NOV	209,9	529,2	111	110	300	0	1	0	
DEZ	290,4	529,2	154	110	300	1	45	0	
TOTAL	2436,8							0	98

Fonte: Próprio Autor, 2018.

**Tabela 7 - Simulação para um reservatório de 350m<sup>3</sup>**

MÊS	Chuva Média Mensal (mm)	Área (m <sup>2</sup> )	Vol. Chuva Mensal (m <sup>3</sup> )	Demanda Mensal (m <sup>3</sup> )	Volume Sistema (m <sup>3</sup> )	Nível Reservatório Antes (m <sup>3</sup> )	Nível Reservatório Depois (m <sup>3</sup> )	Overflow	Uso Potável de Água
JAN	292,2	592,2	155	110	350	0	45	0	
FEV	319,7	592,2	170	110	350	45	105	0	
MAR	337,8	592,2	179	110	350	105	174	0	
ABR	322,3	592,2	171	110	350	174	235	0	
MAI	208,7	592,2	111	110	350	235	236	0	
JUN	129,6	592,2	69	110	350	236	195	0	
JUL	76,8	592,2	41	110	350	195	126	0	
AGO	37,5	592,2	20	110	350	126	36	0	
SET	63,4	592,2	34	110	350	36	-40	0	40
OUT	149,5	592,2	79	110	350	0	-31	0	31
NOV	209,9	592,2	111	110	350	0	1	0	
DEZ	290,4	592,2	154	110	350	0	44	0	
JAN	292,2	592,2	155	110	350	44	89	0	
FEV	319,7	592,2	170	110	350	89	149	0	
MAR	337,8	592,2	179	110	350	149	218	0	
ABR	322,3	592,2	171	110	350	218	279	0	
MAI	208,7	592,2	111	110	350	279	280	0	
JUN	129,6	592,2	69	110	350	280	239	0	
JUL	76,8	592,2	41	110	350	239	170	0	
AGO	37,5	592,2	20	110	350	170	80	0	
SET	63,4	592,2	34	110	350	80	4	0	
OUT	149,5	592,2	79	110	350	4	-27	0	27
NOV	209,9	592,2	111	110	350	0	1	0	
DEZ	290,4	592,2	154	110	350	0	45	0	
TOTAL	2436,8					1		0	98

Fonte: Próprio Autor, 2018.

Analisando a nona e décima coluna respectivamente, podemos notar que o transborde só ocorreu no reservatório de 250m<sup>3</sup>, nos demais não ocorreu. E a necessidade de água potável não diferiu para os três volumes. A partir de então, sugere-se por eficiência que seja adotado como reservatório a opção 2 ou 3, de 300 e 350m<sup>3</sup> respectivamente, sendo o escolhido o último, por uma questão de possível aumento da demanda atendida pela instituição.

## 4.6. Execução do Sistema de Captação

### 4.6.1. Serviços Preliminares

Preliminarmente, deve-se fazer uma limpeza do telhado de modo a retirar parte da impureza ali existente. Em seguida, verificar as condições das bordas do mesmo, se tem capacidade para receber as calhas que captarão as águas. Salientando que a distância mínima entre as calhas e lixões, currais, fossas e outros deve ser de 10 a 15m. As normas que nortearão esta etapa do projeto são: a NBR 5626:1998, Instalação predial de água fria e a NBR 10844:1989, Instalações prediais de águas pluviais.

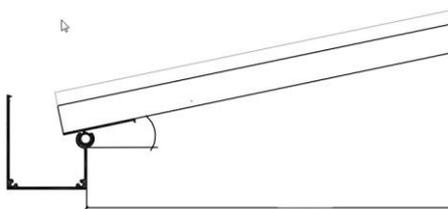
#### **4.6.2. Escolha do Lugar para a Cisterna**

Para facilitar o sistema, a caixa receptadora deve ser instalada no local mais baixo possível, para que a água coletada chegue até ela por gravidade. A distância da mesma para lixões, currais ou fossas e outros mais, bem como as calhas, também deve ser de 10 a 15m. O local também deve ser distante de árvores ou outros que possam atingir a caixa causando assim vazamento de água. Para praticidade na execução do projeto e manutenção da cisterna, optou-se por deixa-la ao lado da caixa d'água atual, não necessitando escavação para sua instalação.

#### **4.6.3. Instalação das Calhas**

O telhado da instituição já conta com uma inclinação favorável à captação de água pluvial, com duas quedas d'água, precisando apenas da instalação de calhas que irão conduzir o volume de água recebido até os tubos que levarão às cisternas. O material mais utilizado para calhas (figura 7) é o aço galvanizado, por ser resistente à corrosão. Para uma perfeita captação e sem vazamentos a calha deve ser confeccionada de acordo com o telhado em questão.

**Figura 7 - Modelo de calha a ser utilizada para cada queda d'água**



*Fonte: Site PolySolution - Acesso em: 16/07/2018.*

#### **4.6.4. Tratamento da Água**

O telhado é um local que acaba sendo rota de animais como pombos, ratos, dentre outros mais, e também recebe dejetos trazidos pelo vento que acabam por tornar impura a água por ele captada. Pensando nisso, não se deve executar um sistema

de captação de água da chuva, sem preocupar-se com métodos de limpeza desta. A primeira coleta deve ser desviada do abastecimento da cisterna, se a primeira chuva for intensa, basta 1 hora. Para as chuvas de baixa intensidade pode-se levar até 2 dias de precipitação para que o telhado esteja apto a receber água e enviar para a cisterna.

Sabe-se que mesmo após a primeira limpeza, devido o telhado ser uma área aberta, nada impedirá que outras impurezas ali se aglomerem novamente, portanto, no mínimo um filtro confeccionado em chapa galvanizada, conforme a figura 8, perfurado com prego ou furadeira para ferro de 1/8", o tamanho vai depender da vazão recebida e a quantidade de impurezas retidas, mas pode-se prever que a dimensão atenda o recebimento de uma chuva forte e de detritos menores que 2mm.

**Figura 8 - Modelo de filtro utilizado -**



*Fonte: Site Casa da Borracha - Acesso em: 16/07/2018.*

#### **4.6.5. Distribuição**

A distribuição da água do reservatório se dará através de bombeamento, já que seu recebimento se deu por gravidade. Porém, pensando em condições ecologicamente viáveis, o sistema de bombeamento pode ser manual, tendo acima instalado um outro reservatório que irá receber a água do reservatório principal, que abastecerá as bacias sanitárias. Essa caixa d'água secundária pode ser instalada em um

cavalete acima dos banheiros da instituição, como mostra a figura 9.

**Figura 9 - Esquema Hipotético de Abastecimento.**



*Fonte: Portal Concórdia - Acesso em: 20/0/2018*

## 5. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Com o cronograma abaixo busca-se ter uma estimativa do período necessário para a implantação de um sistema de abastecimento de água..

**Quadro 01: Cronograma de atividades**

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA					
Item	Atividades	Etapas			
		7 Dias	15 Dias	21 Dias	
1.0	Serviços Preliminares	■			
2.0	Implantação da Cisterna		■		
3.0	Instalação das Calhas		■	■	
4.0	Instalação Sistema de Distribuição			■	■
5.0	Teste do Sistema com a Primeira Chuva				■

*Fonte: Próprio Autor, 2018.*

Colocou-se um período de 21 dias, para que seja um prazo confortável afim de testar o sistema, com grande chance de chuva, de acordo com o histórico de precipitações do local.

## 6 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Na planilha abaixo, o valor que se precisará para a execução deste projeto gira em torno de R\$17.331,96 conforme pesquisa no comércio local da cidade de Manaus. Não constam os valores referentes à mão-de-obra, visto que primeiramente a ideia é prever o material necessário. E como se trata de uma instituição de caridade, é possível que a mão-de-obra seja em grande parte composta pelos próprios abrigados na instituição. Promovendo assim a eles, a dignidade de poderem contribuir com a instituição no trabalho voluntário.

**Quadro 02: Orçamento**

Produto	Quantidade	Valor Unitário	Total
Caixa d'água de 15.000 lts.	1	R\$ 5.800	5800
Caixa d'água de 10.000 lts.	1	R\$ 3.399	3399
Luva de Esgoto	30	R\$ 15,26	457,8
Curva de esgoto 90"	2	R\$ 96,85	193,7
Tubo de esgoto de 150mm	210	R\$ 26,81	5630,1
Filtro para caixa d'água	3	R\$ 142,90	428,7
"T" de esgoto de 150mm	2	R\$ 51,33	102,66
Calhas de aço galvanizado	2	R\$ 540,00	1080
Bomba manual	1	R\$ 240,00	240
VALOR TOTAL			17331,96

*Fonte: Próprio autor, 2018.*

## 7. RESULTADOS

O sistema de dimensionamento fruto deste trabalho tornou-se claramente viável devido primeiramente à preocupação com a economia na exploração da água, tendo em vista que se trata de um recurso esgotável. Depois, conforme o método utilizado para dimensionamento dos reservatórios constatou-se a quantidade pluviométrica satisfatória para a sua implantação.

Os materiais, conforme pesquisa no comércio local, soma uma quantia que se torna possível à execução, pois os itens mais onerosos têm uma vida útil longa, que é o caso da cisterna que pode ser utilizada em um período de até 30 anos. Optou-se pelo uso da bomba d'água manual, visando assim evitar maior consumo de energia elétrica.

E sobre o tempo de implantação, a escolha foi colocá-lo em um cronograma com bastante folga, visando possíveis intempéries climáticas que poderiam atrapalhar o curso do projeto.

E, como se dimensionou um reservatório que possa atender a uma demanda parcialmente maior que a atual, com este projeto também será possível atender a um consumo maior do que o de agora. Contribuindo com o viés social da instituição, que espera poder atender mais pessoas necessitadas.

## **8. REFERÊNCIAS**

1. ABNT NBR 15527:2007 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis
2. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Capítulo 1- Conceito de aproveitamento de água de chuva - Engenheiro Plínio Tomaz, 5 de março 2011.
3. Capítulo 109- Dimensionamento de reservatórios de água de chuva Engenheiro Plínio Tomaz 10 de julho de 2012 [pliniotomaz@uol.com.br](mailto:pliniotomaz@uol.com.br)
4. Compêndio de Estudo de Caso: ÁGUA E ENERGIA – Aproveitando as oportunidades de efficientização de água e energia não exploradas nos sistemas de água municipais – 2002 Alliance – Aliança para a Conservação de Energia.

5. CORRÊA, L.; BEZERRA, A.; FURLANI, C.E. - III Workshop internacional sobre águas no semiárido brasileiro - MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO E SIMULAÇÃO PARA RESERVATÓRIOS DE ÁGUA PLUVIAL.
6. Editora Realize – II Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro  
<<http://www.editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/TRABALHO.pdf>> Acesso em: 30/07/2018.
7. GUISSI, Enedir - Métodos de Dimensionamento de Reservatórios de rios de Água Pluvial em Edificações - Universidade Federal Santa Catarina.  
<<http://www.esalq.usp.br/departamentos>> Acessado em: 13 de agosto de 2018.
8. INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2015.  
<<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acessado em: 16 de julho de 2018.
9. [LEI Nº 13.501, DE 30 DE OUTUBRO DE 2017.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/L13501.html) -<  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2017/lei/L13501.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/L13501.html)> Acessado em 03 de agosto de 2018.
10. LUCCI, Elian Alabi (Org.). Geografia: homem e espaço. 6º ano. 24ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
11. Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH – Síntese Executiva – Ministério do Meio Ambiente, Brasília 2006.
12. Resumo dos Fluxos da Tabela de Recursos de Uso (TRU) Físicas -  
<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros>>  
Acesso: 20 de julho de 2018.
13. ROCHA, Gerônimo Albuquerque; JORBA, Antonio Ferrer. Manual de operação e manutenção de poços. 3ª Ed. São Paulo, 1982.
14. Site Notícias R7 - Brasileiro gasta em média 108,4 litros de água por dia, diz IBGE -

- <<https://noticias.r7.com/brasil/brasileiro-gasta-em-media-1084-litros-de-agua-por-dia-diz-ibge-16032018>> – Acessado em: 01 de agosto de 2018.
15. Site Notícias Agrícolas - Crise na Venezuela causa um dos maiores êxodos da história da América Latina, alerta ONU <  
<<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/politica-economia/>> Acessado em 03 de agosto de 2018.
16. Site Todo Estudo – Poço Artesiano - <  
<<https://www.todoestudo.com.br/geografia/poco-artesiano>> Acessado em: 10 de agosto de 2018.
17. TOMAZ, P. Aproveitamento da Água de chuva para Áreas Urbanas e fins não potáveis. Navegar Editora, 180p. Guarulhos, 2003.
18. WYCKOFF, P. G. A bureaucratic theory of flypaper effect. Journal of Urban Economics, v. 23, p. 115-129, 1988. [ [Links](#) ]