

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS  
MESTRADO ACADÊMICO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

EDILSON LEITE DA SILVA

CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS DAS CHUVAS: o caso da  
Cerâmica “Irmãos Rolim” em São João do Rio do Peixe-PB

POMBAL - PB  
2018

EDILSON LEITE DA SILVA

CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS DAS CHUVAS: o caso da  
Cerâmica “Irmãos Rolim” em São João do Rio do Peixe-PB

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais (PPGSA) do CCTA/UFCG, como pré-requisito para conclusão do Mestrado Acadêmico em Sistemas Agroindustriais.

Orientador: Prof. Dr. Camilo A. S. de Farias  
Coorientador: Prof. Dr. Fernando A. P. Cunha

POMBAL/PB  
2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)

Denize Santos Saraiva Lourenço - Bibliotecário CRB/15-1096

Cajazeiras - Paraíba

S586c Silva, Edilson Leite da.

Captação e armazenamento de águas das chuvas: o caso da Cerâmica "Irmãos Rolim" em São João do Rio do Peixe- PB / Edilson Leite da Silva. Pombal, 2018.

35f. : il.

Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Camilo A. S. de Farias.

Coorientador: Prof. Dr. Fernando A. P. Cunha.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) UFCG/CCTA, 2018.

1. Armazenamento de águas. 2. Águas pluviais- captação. 3. Indústria Cerâmica. 4. Água-análise técnica e econômica. 5. Cerâmica "Irmãos Rolim". 6. Reservatório d'água. I. Farias, Camilo A. S. de. II. Cunha, Fernando A. P. III. Universidade Federal de Campina Grande. IV. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. V. Título.

UFCG/CFP


CDU - 628.13(043.3)

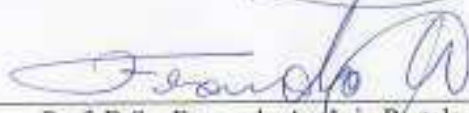
CAMPUS DE POMBAL


**“CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS DAS CHUVAS: o caso da Cerâmica  
“Irmãos Rolim” em São João do Rio do Peixe-PB”**


Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

  
Prof. D.Sc. Camilo Allyson Simões de Farias  
Orientador

  
Prof. D.Sc. Fernando Antônio Bortela da Cunha  
Coorientador

  
Prof. D.Sc. Paulo Xavier Pamplona  
Examinador Interno

  
Prof. D.Sc. Eliezer da Cunha Siqueira  
Examinador Externo

Pombal - PB, 28 de agosto de 2018

## Dedicatória

Aos que convivem comigo, acreditando e apoiando os meus ideais, principalmente à minha família e aos meus colegas (professores e alunos), que vivem buscando dar suas contribuições para o avanço da ciência. Dedico!

## Agradecimentos

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e as oportunidades que foram a mim concedidas;

À minha família pelo apoio e compreensão quando do compartilhamento de anseios, necessidades e glórias;

Ao meu orientador, professor Camilo Farias, pela acolhida como seu orientando e as contribuições com a orientação e conhecimentos fundamentais na realização desta pesquisa;

Ao coorientador, professor Fernando Portela, pelo apoio e orientações durante a realização da pesquisa;

A cerâmica “Irmãos Rolim”, por ter acolhido a idéia e proporcionado o acesso as informações necessárias para análise quanto a proposta de realização da pesquisa.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais de CCTA/UFCG que lecionaram as disciplinas por mim cursadas, pelos conhecimentos compartilhados;

Aos técnicos administrativos pelo apoio prestado durante todo o tempo de realização do mestrado;

Aos colegas de mestrado pelo compartilhamento de conhecimentos e experiências durante o curso;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram comigo em termos pessoais, profissionais e/ou acadêmicos durante a realização desta pesquisa. Meus sinceros agradecimentos e desejo de que todos possam ser abençoados com muita saúde, paz e as realizações dos seus objetivos.

## RESUMO

A escassez hídrica é recorrente em várias partes do mundo, sendo comum em regiões de clima semiárido, nas quais as chuvas são irregulares, as taxas de evaporação altas e as águas subterrâneas limitadas. Nesta pesquisa, teve-se como principal objetivo apresentar uma análise técnica e econômica sobre a viabilidade de captar e armazenar águas das chuvas para a Cerâmica “Irmãos Rolim”, localizada em São João do Rio do Peixe-PB, semiárido brasileiro. Esta cerâmica possui uma extensa área de cobertura em prédio único, o que traz dificuldades técnicas para o dimensionamento de sistemas de captação de água de chuva. A metodologia consistiu em levantar os dados do objeto de estudo e propor uma solução tecnicamente adequada para implantação de um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais. Ademais, foi conduzido um levantamento de custos, visando verificar a compatibilidade financeira para instalação do citado empreendimento. Os resultados mostraram que é tecnicamente e economicamente possível instalar um sistema de captação de águas pluviais para atender às demandas da Cerâmica “Irmãos Rolim”, considerando apenas 25% da área coberta, com necessidade de investimento de R\$ 20.639,62, indicando retorno do investimento em menos de um ano, desconsiderando gastos com manutenção e bombeamento.

**Palavras - chave:** Sistema de captação de águas pluviais. Reservatório. Semiárido. Indústria Cerâmica.

## ABSTRACT

Water scarcity is recurrent in many parts of the world, being common in semiarid lands, where rainfall is irregular, evaporation is high, and groundwater is limited. In this research, the main objective was to present a technical and economic analysis on the feasibility of catching and storing rainwater for "*Irmãos Rolim*" Ceramic Enterprise, located in *São João do Rio do Peixe - PB*, semiarid Brazil. This ceramic enterprise has an extensive coverage area in a single building, which brings technical difficulties for the design of rainwater catchment systems. The methodology consisted of surveying data about the studied object and proposing a technically adequate solution for the implantation of a system for catching and storing rainwater. In addition, a cost survey was conducted in order to verify the financial compatibility for the installation of the aforementioned project. The results showed that it is technically and economically possible to install a rainwater catchment system that meets the demands of "*Irmãos Rolim*" Ceramic Enterprise, considering only 25% of the covered area. Hence, the circumstances of the project suggest the need for an investment of R\$ 20,639.62, indicating that the return on investment would occur in less than a year, disregarding maintenance and pumping costs.

**Key - words:** Rainwater catchment system. Reservoir. Semiarid. Ceramic Industry.



## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Pórtico de entrada da Cerâmica “Irmãos Rolim” .....	<b>21</b>
<b>Figura 2</b> - Parte do galpão principal da Cerâmica “Irmãos Rolim” .....	<b>21</b>
<b>Figura 3</b> - Área de cobertura para superfície inclinada (Fonte: ABNT, 1989).....	<b>24</b>

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Componentes e dimensões para um subsistema.....	<b>27</b>
<b>Tabela 2</b> - Custos para implantação do sistema de coleta de águas pluviais na Cerâmica “Irmãos Rolim”.....	<b>30</b>

## **Lista de equações**

<b>Equação (1)</b> –Determinação da área de cobertura.....	<b>23</b>
<b>Equação (2)</b> –Cálculo da vazão do projeto.....	<b>24</b>
<b>Equação (3)</b> – Dimensionamento do(s) reservatório(s) .....	<b>25</b>
<b>Equação (4)</b> – Cálculo do período de retorno.....	<b>26</b>

## **Lista de Siglas**

**ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas

**ANA** - Agência Nacional da Águas

**CAGEPA** - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

**PNRH** - Política Nacional de Recursos Hídricos

**SEINFRA/CE** - Secretaria de Infraestrutura do Ceará

**SINAPI** - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 OBJETIVOS.....	15
1.1.1 Geral.....	15
1.1.2 Específicos.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1 VISÃO GERAL.....	17
2.2 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS....	18
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	20
3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	21
3.3 SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	25
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>27</b>
4.1 SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	30
4.1.1 Dimensionamento de Calhas e Condutores.....	27
4.1.1 Dimensionamento dos Reservatórios.....	27
4.2 ORÇAMENTO DO SISTEMA.....	28
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	
<b>ANEXO ÚNICO</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

A escassez de água é recorrente em diversos lugares do mundo, inclusive no Brasil. A falta de água é uma problemática grave e alguns países menos extensos chegam a ter o território inteiro prejudicado. Em países de extensão maior, como Brasil, Estados Unidos e China, o problema apresenta-se em algumas regiões, por conta da distribuição irregular dos recursos hídricos.

No caso do Brasil, o Nordeste é uma das regiões mais atingidas pela escassez de água, pois a maior parte da sua área está inserida no semiárido brasileiro, caracterizada por apresentar índices pluviométricos baixos e irregulares. Uma região semiárida é definida pelo Ministério da Integração Nacional (2005) com base em três critérios técnicos: média anual inferior a 800 milímetros de precipitação pluviométrica; índice de aridez de até 0,5; e risco de seca maior do que 60%.

A situação de *déficit* hídrico é um agravante ao funcionamento das agroindústrias, visto que a água é muito utilizada nos seus processos produtivos. Nas olarias, por exemplo, é preciso molhar a argila por vários dias antes do processo de fabricação dos blocos ou tijolos. No entanto, existem outras demandas a serem atendidas não só na atualidade como também no futuro, o que preocupa estudiosos e governantes, na busca de equacionar esta questão.

Diante deste contexto, é preciso investigar alternativas que otimizem o uso dos recursos hídricos disponíveis, tal como o aproveitamento das águas de chuva, para apoiar o funcionamento de cerâmicas e agroindústrias de forma geral, especialmente as localizadas em áreas sujeitas a cenários hídricos escassos e incertos.

Com a problemática da escassez de água no semiárido, indústrias e agroindústrias de diversos ramos, a exemplo das cerâmicas, se vêm diante de um dilema, considerando, por um lado, a necessidade de um grande consumo de água no seu processo de produção e, por outro, a escassez de água da região. Neste contexto, surge o problema desta pesquisa: como manter a produção das cerâmicas diante da escassez hídrica, sem afetar o volume de água necessário às outras atividades no entorno de suas instalações?

Diante de tal questionamento, propõe-se que as cerâmicas, por possuírem grandes áreas cobertas, façam a captação das águas das chuvas visando suprir as demandas de água no seu processo industrial, de forma total ou parcial, e minimizar o consumo de água a partir de outras fontes.

Em função da sua atividade, as áreas cobertas das cerâmicas são naturalmente grandes. Por isso, mesmo com a baixa precipitação de chuvas do semiárido, pressupõem-se que a

construção de reservatórios com capacidade adequada possibilite o armazenamento de um volume de água suficiente para as suas produções anuais.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1 Geral

Analisar a viabilidade técnica e econômica de se implantar um sistema de captação e armazenamento de águas das chuvas na Cerâmica “Irmãos Rolim”, localizada em São João do Rio do Peixe - PB.

### 1.1.2 Específicos

- Levantar características meteorológicas da área de estudo;
- Caracterizar a área de coberta e levantar as demandas da Cerâmica “Irmãos Rolim”;
- Dimensionar os componentes do sistema de captação e armazenamento de águas pluviais;
- Calcular os custos necessários para implantação do sistema;
- Avaliar a viabilidade técnica e econômica da instalação do sistema.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa justifica-se na medida em que se propõe estudar e apresentar alternativas para captação e armazenamento de água das chuvas para serem utilizadas no processo industrial das cerâmicas, a fim de manterem suas produções, que dependem muito de água. Ao mesmo tempo, apresenta-se forma de minimizar o consumo de água a partir de outras fontes comumente utilizadas como os poços artesianos, a exemplo do estudo em questão que utiliza água de dois poços artesianos.

Usando este modelo de captação e armazenamento de água, as cerâmicas poderão exercitar atividades de sustentabilidade (gestão da oferta de água) e auferir benefícios econômicos e sociais numa região com diversas dificuldades neste setor, assim como facilitar a manutenção de postos de trabalho e a geração de renda. A água disponível em outras fontes, como reservatórios e poços artesianos, poderia ser utilizada para outras finalidades, como o consumo humano e animal, irrigação e agricultura.

### 1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No primeiro capítulo há uma introdução ao tema da pesquisa, apresentando contextualização, problemática, hipóteses, objetivos, justificativa e a estrutura da dissertação. No segundo capítulo, o referencial teórico apresenta os principais conceitos que embasam a pesquisa. Os procedimentos metodológicos utilizados, baseados na literatura, estão dispostos no terceiro capítulo. No quarto capítulo são apresentados os resultados da pesquisa e a sua discussão. No quinto e último capítulo, estão às considerações finais retomando aos resultados em relação aos objetivos e apontando as principais contribuições da pesquisa.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 VISÃO GERAL

O problema da escassez de água é recorrente em diversos países do mundo, inclusive no Brasil, ora devido às condições climáticas, ora devido a má distribuição e utilização dos recursos hídricos. De acordo com a Agência Nacional de Águas - ANA (1997, p.4).

Estima-se que aproximadamente 12% do total mundial de água doce estão disponíveis no Brasil, tornando-o, em termos quantitativos, um dos países mais ricos do mundo nesse recurso. Observa-se, no entanto, grande variação de distribuição da água entre as diferentes regiões brasileiras: 81% do volume total de águas de superfície se concentra na região Norte, 8% na região Centro-Oeste, enquanto o restante do país detém apenas 11% da água. É aí, porém, que vive 86% da população brasileira. A região Nordeste, que inclui a maior parte da região semiárida do Brasil, com precipitações médias baixas e irregulares, é a que tem a menor disponibilidade de água do país.

De acordo com Farias et al. (2017), a escassez de água é frequente no semiárido nordestino, região em que várias cidades estão sujeitas ao racionamento e até mesmo ao colapso no fornecimento de água. Ainda segundo estes autores, o problema é agravado pelo *“crescimento da população e de atividades industriais e agrícolas, diminuição da disponibilidade de água potável, causada pela poluição, desmatamento e mudanças climáticas”*.

No Brasil, já existem algumas diretrizes institucionalizadas, como a Lei 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). No seu Art. 2.º, a PNRH estabelece os seguintes objetivos:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.(BRASIL, 1997, Art. 2º)

Assim como sugere o Inciso II do Art. 2, da Lei n.º 9.433/1997, o desenvolvimento sustentável é incentivado por meio da utilização racional e integrada dos recursos hídricos. Neste contexto, o aproveitamento das águas pluviais surge como importante alternativa.

O estímulo à captação de águas pluviais foi recentemente consolidado com a publicação da Lei n.º 13.501/2017, que altera o Art. 2.º da Lei 9.433/1997, em que se adicionou o Inciso IV, com o seguinte texto: “*incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais*”.

## 2.2 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Os dimensionamentos de sistemas de captação e armazenamento de águas pluviais estão normatizados nas NBR 10.844/1989 e NBR 15.527/2007, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A NBR 10.844/1989 trata das instalações prediais de águas pluviais, com diretrizes específicas para o dimensionamento de calhas, condutores verticais e condutores horizontais, ou seja, está basicamente focada na captação de água.

Para o dimensionamento das calhas, é recomendado o uso da fórmula de Manning-Strickler, que considera a vazão de projeto, área da seção molhada, coeficiente de rugosidade, raio hidráulico, perímetro molhado, e declividade da calha (ABNT, 1989). De acordo com Tomaz (2010), as declividades das calhas devem ser de no mínimo 0,5%. Também é recomendado que não se coloque condutores verticais nos cantos das calhas e o diâmetro seja no mínimo de 100mm.

Para o dimensionamento dos condutores verticais, sugere-se usar mais de um condutor, além de evitar curvas, principalmente se houve algum risco de obstrução (ABNT, 1989).

Com respeito ao dimensionamento dos condutores horizontais, recomenda-se que a declividade seja uniforme, com valor mínimo de 0,5%, no caso de condutores de seção circular. Indica-se, também, que o escoamento em condutores horizontais seja feito com altura de 2/3 do diâmetro interno do condutor (ABNT, 1989).

A NBR 15.527/2007 aborda o aproveitamento de águas das chuvas para fins não potáveis, apresentando, entre outros aspectos, metodologias para o dimensionamento de reservatórios de armazenamento de água.

Para o dimensionamento do reservatório, além de saber sobre a captação (área coberta e precipitação pluviométrica), é preciso coletar informações referentes à demanda de água e às calhas e condutores que levarão a água do ponto captado até o reservatório. Ao dimensionar o reservatório, deve-se considerar o volume (anual, mensal, diário) de água que

pode ser captado da chuva, com base na precipitação, a área de coleta, coeficiente de escoamento superficial e o fator de eficiência do sistema de captação. A NBR n.º 15.527/2007 apresenta seis métodos para o dimensionamento dos reservatórios: Método de Rippl; Método da Simulação; Método de Azevedo Neto; Método Prático Alemão; Método Prático Inglês; e Método Prático Australiano (ABNT, 2007).

O Método Prático Alemão, por exemplo, considera na sua metodologia que o dimensionamento do reservatório pode ser baseado na quantidade de água demandada (ABNT, 2007). Os reservatórios também devem atender a NBR n.º 12.217/1994, que trata do projeto, construção e questões de segurança, abordando aspectos como materiais utilizados, forma de construção, drenagem, controle de volume, cobertura, ventilação, entre outras (ABNT, 1994).

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo destacam-se a caracterização do estudo de caso, a classificação da pesquisa e os procedimentos necessários para o dimensionamento e composição dos custos do sistema de captação e armazenamento de águas das chuvas.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A pesquisa foi realizada na Cerâmica “Irmãos Rolim”, localizada na PB-393, Km 17, município de São João do Rio do Peixe, no alto sertão paraibano. A referida cerâmica, cujas informações foram coletadas *in loco*, tem 58 funcionários e uma produção média mensal de 1.000.000 (um milhão) blocos, entre peças para alvenaria e lajes.

O processo de confecção dos blocos se dá de forma semiautomática, com pouca interferência manual, o que basicamente só acontece no final da confecção dos mesmos. As atividades de interferência manual são: armazenamento para secagem, colocação/retirada de blocos dos fornos e carregamento dos veículos para distribuição.

Para o cálculo do consumo de água na Cerâmica “Irmãos Rolim”, admitiu-se um consumo médio de 90 ml por bloco (Araújo & Brito, 2015). Assim, estimou-se uma demanda de 90 m<sup>3</sup> por mês ou 1.080 m<sup>3</sup>/ano.

Nas cerâmicas, as áreas cobertas são naturalmente extensas, pois sua atividade exige um grande espaço para linha de produção e escoamento do produto. Este espaço coberto tem que ser grande o suficiente para abrigar a fabricação dos blocos, a secagem, os fornos e a lenha necessária na queima, além da guarda do produto final e o espaço para carregar os veículos que fazem o escoamento dos blocos produzidos.

No caso da cerâmica “Irmãos Rolim”, a área coberta tem dimensões iguais a 50 m × 200 m (10.000 m<sup>2</sup>), sendo duas águas com 50 m × 100 m. Quanto à altura, mede 3 m nas extremidades e 6 m na parte central. Nesta parte mais alta, ficam localizados os fornos da cerâmica. Nas Figuras 1 e 2 são mostrados o pórtico de entrada e parte do galpão principal da Cerâmica “Irmãos Rolim”, respectivamente.



Figura 1. Pórtico de entrada da Cerâmica “Irmãos Rolim”.



Figura 2. Parte do galpão principal da Cerâmica “Irmãos Rolim”.

### 3.2. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser classificada, quanto aos procedimentos metodológicos, como estudo de caso, sendo considerada quantitativa com relação à abordagem no tratamento dos dados.

É uma pesquisa aplicada em relação à sua natureza, pois utiliza conhecimentos básicos já produzidos em outras pesquisas, aplicados na solução de um problema específico - que é a minimização do consumo de água de outras fontes na produção de cerâmica - apresentando como alternativa a captação e armazenamento de água das chuvas. Para Prodanov e Freitas (2013, pág. 51), a pesquisa aplicada “(...) *objetiva gerar conhecimento para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais*”.

Já do ponto de vista dos objetivos é descritiva e explicativa, pois busca descrever e explicar tanto a problemática das cerâmicas com relação à alta demanda de água no seu processo industrial, diante da escassez de água do semiárido, quanto uma proposta alternativa para amenizar tal problemática, por meio da captação e armazenamento de água das chuvas. Para Prodanov e Freitas (2013), na pesquisa descritiva, o pesquisador delinea fatos observados ou características de fenômenos, procurando estabelecer relações entre eles. Já na pesquisa explicativa, o pesquisador busca explicar os porquês das coisas, identificando fatores que contribuem ou determinam fenômenos.

Quanto aos procedimentos técnicos, esta pesquisa é classificada como bibliográfica e estudo de caso. Inicialmente foi realizada uma pesquisa em documentos já publicados de forma física ou digital, tais como artigos, dissertações, teses, livros, manuais e normas, que abordam o assunto de forma conceitual e/ou experimental. Segundo Prodanov e Freitas (2013, pág. 54), a pesquisa bibliográfica tem o objetivo de “(...) *colocar o pesquisador em contato direto com o material já publicado*”.

Com base nos conhecimentos advindos da bibliografia consultada, apresenta-se um projeto, buscando demonstrar a viabilidade da alternativa para um problema em uma localidade específica, fazendo o dimensionamento dos componentes (calhas, condutores e reservatório), bem como os custos para sua implantação. Logo, aqui também se tem um estudo de caso, pois a proposta do sistema foi elaborada com base no caso específico da Cerâmica “Irmãos Rolim”. Para Prodanov e Freitas (2013, pág. 60), o estudo de caso “*envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos*”.

Quanto a abordagem do problema, a pesquisa é de natureza quantitativa, pois busca quantificar, por meio das variáveis envolvidas, as dimensões e custos necessários para implantação do sistema de captação de águas das chuvas para Cerâmica “Irmãos Rolim”, de modo a aproveitar a água da chuva na produção da cerâmica. Para Prodanov e Freitas (2013, pág. 70), “*no desenvolvimento da pesquisa de natureza quantitativa devemos formular hipóteses e classificar a relação entre as variáveis para garantir a precisão dos resultados, evitando contradições no processo de análise e interpretação*”.

### 3.3 SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O dimensionamento do sistema de captação de águas pluviais do presente estudo foi realizado com base nas NBR 10.844 (ABNT, 1989) e NBR n.º 15.527 (ABNT, 2007).

#### 3.3.1 Fatores Meteorológicos

Como a área a ser drenada é uma cobertura, fixou-se o período de retorno  $T$  em cinco anos. Para determinação da intensidade da chuva de cinco minutos, considerou-se a localidade São Gonçalo - PB, conforme Anexo - Tabela 5 da NBR n.º 10.844/1989, que está a cerca de 20 km do município de São João do Rio do Peixe - PB. Neste estudo, desconsiderou-se a ação dos ventos. Assim, a intensidade pluviométrica  $I$  foi estimada como 124 mm/h.

A precipitação anual média usada para o cálculo do reservatório de armazenamento, no valor de 861,3 mm, foi obtida por meio dos dados da Estação Antenor Navarro 00638032 (ANA, 2018), utilizando-se a média dos últimos 33 anos (1985-2017). Os dados pluviométricos deste estudo estão dispostos no Anexo Único.

#### 3.3.2 Área de Contribuição

A área de cobertura foi determinada conforme a Equação (1), considerando-se os incrementos devidos à inclinação da cobertura, de acordo com a Figura 2(b) da NBR n.º 10.844/1989, aqui representada na Figura 3.

$$A = \left( a + \frac{h}{2} \right) \cdot b \quad (1)$$

em que  $A$  é a área de contribuição, em m<sup>2</sup>;  $a$  é a largura em projeção horizontal da cumeeira ao beiral, em m;  $h$  é a distância vertical do beiral a cumeeira, em m; e  $b$  é o comprimento do beiral, em m.

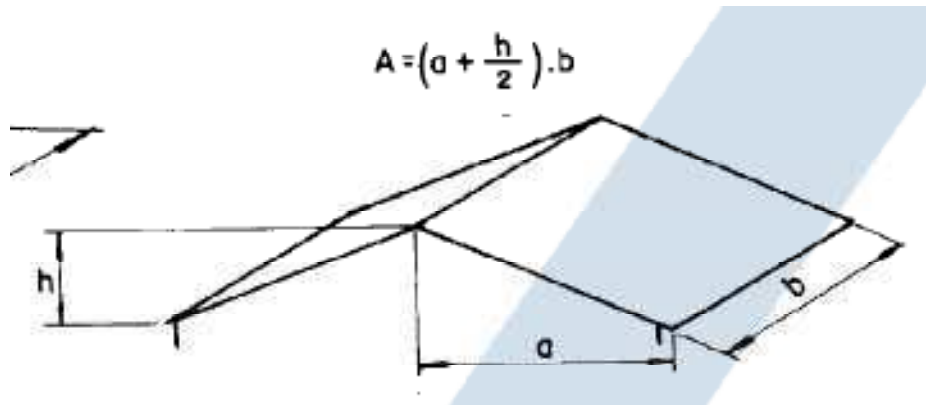


Figura 3. Área de cobertura para superfície inclinada (Fonte: ABNT, 1989)

### 3.3.3 Vazão de projeto

A vazão de projeto é calculada conforme a Equação (2).

$$Q = \frac{C.I.A}{60} \quad (2)$$

na qual  $Q$  é a vazão de projeto, em L/min;  $I$  é a intensidade pluviométrica, em mm/h;  $C$  é o coeficiente de *runoff*, adimensional; e  $A$  é a área de contribuição, em m<sup>2</sup>.

### 3.3.4 Calhas

Os cálculos das calhas foram determinados com base nos coeficientes multiplicativos da vazão de projeto, coeficientes de rugosidade dos condutores e capacidades de calhas semicirculares, conforme Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente, apresentadas em ABNT (1989).

### 3.3.5 Condutores verticais

Para o cálculo do diâmetro dos condutores verticais, fez-se uso do ábaco apresentado na Figura 3(a), mostrado na NBR n.º 10.844 (ABNT, 1989). Neste ábaco, específico para quando a calha possui saída em aresta viva, relaciona-se a vazão e comprimento do condutor vertical para definir o seu diâmetro.



### 3.3.6 Condutores horizontais

O diâmetro dos condutores horizontais foi definido conforme Tabela 4, apresentada na NBR n.º 10.844 (ABNT, 1989), relacionando-se o diâmetro dos condutores com a sua rugosidade e declividade. Neste cálculo, assume-se, pela fórmula de Manning-Strickler, que a lâmina d'água é igual a dois terços do diâmetro do condutor.

### 3.3.7 Reservatório

Para o dimensionamento do(s) reservatório(s), visando o aproveitamento de água de chuva, adotou-se o Método Prático Alemão, conforme especificado na NBR n.º 15.527 (ABNT, 2007). O Método Prático Alemão é um procedimento empírico definido conforme a Equação (3).

$$V_{adotado} = \min(V; D).0,06 \quad (3)$$

no qual  $V_{adotado}$  é o volume adotado de água para o reservatório, em L;  $V$  é o volume aproveitável de água de chuva anual, em L; e  $D$  é a demanda anual de água não potável, expressa em L.

## 3.4 ORÇAMENTO DO SISTEMA

O orçamento para implantação do sistema de captação e armazenamento de águas pluviais contemplou os seguintes componentes: serviços preliminares, movimento de terra, fundações e instalações hidráulicas. Para a composição dos custos, considerou-se dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), Secretaria de Infraestrutura do Ceará (SEINFRA-CE) e pesquisa de mercado.

Para o cálculo do período de retorno de investimento, à título de referência, utilizou-se o custo de implantação do sistema, o volume de água demandado e o valor médio do custo da água transportada por carros pipas na região onde está localizada a cerâmica. Neste cálculo, desconsiderou-se os custos de manutenção e bombeamento do sistema. O cálculo do período de retorno do investimento é realizado por meio da Equação (4).

$$PRI = \frac{CS}{CC \cdot \left(\frac{D}{12.000}\right)} \quad (4)$$

em que  $PRI$  é o período de retorno do investimento, em meses;  $CS$  é o custo total de implantação do sistema de captação e armazenamento de água, em R\$;  $CC$  é o custo médio da água transportada por carros pipas na região onde está localizada a cerâmica, em R\$/m<sup>3</sup>; e  $D$  é a demanda anual de água não potável, em L.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

#### 4.1.1 Dimensionamento de Calhas e Condutores

A área coberta (50 m × 200 m), com duas águas de 50 m<sup>1</sup> × 100 m, implicou em um sistema de captação de águas pluviais em que os condutores possuem dimensões e declividades impraticáveis. Diante da situação imposta, optou-se por dividir o sistema em quatro subsistemas de captação, com as seguintes especificações:

- 1) Cada subsistema drena 25% da área de cobertura;
- 2) São cinco calhas e cinco condutores verticais por subsistema;
- 3) Cada subsistema conta com um condutor horizontal;

Para os cálculos, considerou-se um coeficiente de *runoff* igual a 0,8 e admitiu-se um coeficiente multiplicativo de vazão de projeto igual a 1,1 (ABNT, 1989).

Assim, para cada inclinação (água) da cobertura será possível ter dois subsistemas. Na Tabela 1 apresenta-se os componentes e dimensões calculadas para um subsistema:

Tabela 1. Componentes e dimensões para um subsistema.

	<b>Calhas</b>	<b>Condutores Verticais</b>	<b>Condutores Horizontais</b>
Material	PVC	PVC	PVC
Quantidade	5	5	1
Diâmetro Comercial	200 mm	100 mm	300 mm
Declividade	1%	-	1%

#### 4.1.2 Dimensionamento dos Reservatórios

Ao utilizar o Método Prático Alemão (ABNT, 2007), percebeu-se que o volume de água não potável demandado pela Cerâmica “Irmãos Rolim” (1.080 m<sup>3</sup>/ano) poderia ser atendido pela utilização de apenas um subsistema, com volume aproveitável de água de chuva estimado em aproximadamente 2.155 m<sup>3</sup>/ano. Considerando o exposto e a necessidade de minimizar os custos do sistema, adotou-se a implantação de apenas um subsistema.

<sup>1</sup>A queda d'água encontra-se na dimensão de 50 m.

Ao aplicar a Equação (3) para obtenção do volume do reservatório, obteve-se um valor total de 64,8 m<sup>3</sup>. Por efeitos práticos, adotou-se o uso de sete cisternas verticais em polietileno, com capacidade de 10 m<sup>3</sup> cada. Desta forma, é possível tecnicamente atender à demanda da Cerâmica “Irmãos Rolim” utilizando apenas 25% da área de cobertura existente.

#### 4.2 ORÇAMENTO DO SISTEMA

A composição dos custos foi determinada visando a instalação de um subsistema de captação de águas pluviais e sete reservatórios, dispostos a cerca de 10m do galpão. Pelo princípio da economicidade, escolheu-se a instalação do subsistema no setor da cobertura mais próximo ao local especificado para os reservatórios.

Nas tubulações verticais, admitiu-se um metro a mais para o subsistema, visando a implantação de um dispositivo separador para primeira chuva. Os componentes e custos calculados podem ser observados na Tabela 2, que levou em consideração, também, as bonificações por despesas indiretas (BDI).

Na aplicação do Método Prático Alemão, o menor volume para o dimensionamento do reservatório correspondeu à demanda anual de água não potável. Assim, pode-se admitir que, em média, toda a demanda da cerâmica será atendida. Todavia, é preciso considerar a possibilidade de falhas pontuais de atendimento à demanda em função da variabilidade das precipitações observadas na região estudada. Considerando os dados dos últimos 33 anos, por exemplo, as precipitações anuais variaram de 400 mm (1993) a 1.525 mm (2008), conforme pode ser visto no Anexo Único.

Ao analisar a Tabela 2, verifica-se que o custo total de implantação do sistema de captação e armazenamento de água é de R\$ 20.639,62. Considerando o caso de colapso do poço artesiano e o fato da cerâmica ser localizada na zona rural, distante da cidade, não seria possível o abastecimento pela concessionária de água local. Portanto, o abastecimento mais viável seria por meio de carros pipas, cujo os preços médios são de R\$ 30,00 por metro cúbico de água potável. Assim, estima-se pela Equação (4) que, em caso de colapso do sistema de poços artesianos, o retorno do investimento poderá ocorrer em 7,64 meses ou 0,64 anos. Comparado com outros trabalhos, a exemplo de Gouvea et al. (2011), o período de retorno do investimento deste estudo é considerado curto, mesmo desconsiderando-se os custos com manutenção e bombeamento.

O valor do sistema deve-se, principalmente, às distâncias para o transporte da água pelos condutores horizontais e pelo tamanho das cisternas, totalizando R\$ 16.566,20 de gastos com instalações hidráulicas, que correspondem a 80,26% do custo total do sistema.

Assim, verificou-se que é tecnicamente possível o atendimento às demandas de água da “Cerâmica Irmãos Rolim” por meio de captação de água pluvial. Tendo em vista a dificuldade para obtenção de água em grandes quantidades, a instalação do sistema aparece como alternativa. Ademais, considerando as circunstâncias do projeto e a expectativa de esgotamento das águas subterrâneas, a sua instalação implica em um período de retorno de investimento curto, mostrando que a captação da água da chuva é, também, uma solução economicamente viável.

Para o cálculo do custo do sistema de captação de água, buscou-se, ao máximo, reduzir os custos da obra. Para isto, optou-se por (1) não considerar as Bonificações por Despesas Indiretas (BDI), já que a própria empresa poderia executar a construção do sistema; (2) adotar apenas 25% da área coberta para o sistema, permitindo um dimensionamento com base na demanda e não na capacidade máxima de captação, o que encareceria a obra; e (3) comprar materiais baratos, a exemplo de reservatórios de fibra de vidro.

Tabela 2. Custos para implantação do sistema de coleta de águas pluviais na Cerâmica “Irmãos Rolim”.

<b>PLANILHA ORÇAMENTÁRIA</b>						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	Preço		COD. FONTE
				Unitário	Total	
<b>01.00</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				<b>210,96</b>	
01.01	Limpeza manual do terreno de instalação das cisternas.	72,00	m <sup>2</sup>	2,93	210,96	73948/016
<b>02.00</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>				<b>106,40</b>	
02.01	Escavação manual em material de 2ª categoria profundidade de 1,50m até 3,0m tubos horizontais;	1,50	m <sup>3</sup>	46,44	69,66	93358
02.02	Escavação mecânica de material de 1ª categoria;	7,20	m <sup>3</sup>	1,62	11,66	74205/001
02.03	Reaterro manual de valas com compactação mecânica;	1,50	m <sup>3</sup>	16,72	25,08	93382
<b>03.00</b>	<b>FUNDAÇÕES</b>				<b>3.756,06</b>	
03.01	Regularização de base em concreto não estrutural para base da cisterna, fck: 10 Mpa, esp. 10cm;	10,50	m <sup>3</sup>	357,72	3.756,06	96616
<b>04.00</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>				<b>16.566,20</b>	
04.01	Calha de beiral, semicircular de PVC, diametro de 119mm a 200mm, incluindo cabeceiras, emendas, bocais, suportes e vedações, excluindo condutores, inclusive transporte vertica;	25,00	M	66,54	1.663,50	94230
04.02	Tubos de PVC, série R, água pluvial, DN 100mm (instalado em ramal de encaminhamento), inclusive conexões, cortes e fixações para prédios;	16,00	M	33,55	536,80	91790
04.03	Tubos de PVC, série R, água pluvial, DN 300mm, fornecido e instalado em ramal de encaminhamento;	10,00	M	89,72	897,20	16.3.333 – Seinfrace
04.04	Caixa d'água em fibra de vidro com tampa e em formato circular. Diâmetro com tampa de 2,64 m. Capacidade de 10.000 litros.	7,00	u n	1.924,10	13.468,70	Pesquisa mercado
CUSTO TOTAL R\$ >>>					20.639,62	
<b>PREÇO TOTAL R\$ &gt;&gt;&gt;</b>					<b>20.639,62</b>	

## 5 CONCLUSÃO

Nesta pesquisa apresentou-se uma análise técnica e econômica para avaliar a implantação de um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais na Cerâmica “Irmãos Rolim”, localizada em São João do Rio do Peixe, semiárido brasileiro.

Usando critérios de engenharia hidráulica, verificou-se que a implantação do sistema é tecnicamente e financeiramente viável para atender toda a demanda da cerâmica. Para tanto, observou-se que seria necessário utilizar apenas 25% da área disponível de cobertura.

No que diz respeito aos custos de implantação, constatou-se que os volumes demandados e as demais circunstâncias do projeto exigem um investimento de R\$ 20.639,62, sendo a maior parcela de gastos (80,26%) as instalações hidráulicas. Este valor, desconsiderando-se os gastos com manutenção e bombeamento, sugere que o retorno do investimento ocorreria em menos de um ano, um período considerado curto para sistemas de captação e armazenamento de água.

Do ponto de vista social, a cerâmica “Irmãos Rolim” emprega quase 60 funcionários para atender à produção diária. Um sistema como este poderia melhorar a segurança hídrica e evitar o comprometimento da empregabilidade, já que uma crise hídrica poderia forçar a diminuição da sua produção. Ambientalmente, a pesquisa também traz resultados interessantes, já que a exploração de outras fontes, a exemplo da água subterrânea, poderia ser reduzida, preservando a sua integridade ou possibilitando usos considerados mais nobres, como o abastecimento humano e a dessedentação animal.

Por fim, espera-se que esta pesquisa possa servir de base para melhorar o manejo e gerenciamento de recursos hídricos em regiões semiáridas.

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR N° 15.527/2007. Água de chuva – aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisito.** 2007. 1ª Edição.

\_\_\_\_\_. **NBR N° 12.217/1994. Projeto de reservatórios de distribuição de água para abastecimento pública.** 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR N° 10.844/1989. Instalações prediais de águas pluviais.** 1989.

ANA. AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conservação e reuso de água em edificações.** São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.

\_\_\_\_\_. **Capacitação para gestão das águas.** Curso. Disponível em: <[https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/121/3/ANA\\_OS11\\_Mod1\\_Unid123\\_V1.1.pdf](https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/121/3/ANA_OS11_Mod1_Unid123_V1.1.pdf)>. Acesso em: 25 Jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Marco Legal (Lei das Águas).** Módulo 1: Política Nacional de Recurso Hídricos: fundamentos, objetivos e diretrizes. 1997. Disponível em: <[https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/121/3/ANA\\_OS11\\_Mod1\\_Unid123\\_V1.1.pdf](https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/121/3/ANA_OS11_Mod1_Unid123_V1.1.pdf)>. Acesso em: 11 Jul. 2018.

\_\_\_\_\_. **HidroWeb:** Sistemas de Informações Hidrológicas. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>. Acesso em: 01 de maio 2018.

ARAÚJO, D. T. R.; BRITO, W. O. **Avaliação do ciclo de vida na fabricação de tijolos cerâmicos na cidade de Monteiro-PB.** VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre - RS, 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Nova delimitação do semiárido brasileiro.** 2005. Disponível em: <[http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-2faf0762763&groupId=24915](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-2faf0762763&groupId=24915)>. Acesso em: 22 maio 2017.

\_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual prática para uso e conservação de água em prédios públicos.** Brasília, 2004.

\_\_\_\_\_. **Lei N° 9433/97. Política Nacional de Recursos Hídricos.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)>. Acesso em: 25 Jan. 2018.

FARIAS, Emmanuel Eduardo Vitorino de; CURI, Wilson Fadlo; DINIZ, Laudízio da Silva. Projeto de Integração do Rio São Francisco, Eixo Leste: análise de perdas e indicadores de desempenho. Aceito em junho de 2017. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** Vol. 22 - N° 1 - JAN/DEZ – 2017.



GOUVEA, C. A. K.; RADAVELLI, A. C. M. A. **Viabilidade de implantação de cisternas para captação de água de chuva - Caso Joinville.** XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Belo Horizonte – MG, 2011.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho científico. – 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.** Volume 1. Rio de Janeiro, 2010.

## ANEXO ÚNICO

### Pluviometria na Estação Antenor Navarro 00638032 (ANA, 2018) - Unidade [mm] (Continua)

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Anual
1985	147,0	242,3	249,6	480,0	184,0	46,4	22,4	13,1	0,0	0,0	0,0	68,4	1453,2
1986	2,7	87,0	241,4	180,9	86,7	68,0	0,6	48,0	5,5	2,5	44,0	31,0	798,3
1987	36,8	285,4	273,4	43,9	0,4	27,4	11,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	710,3
1988	95,4	125,5	308,1	248,9	95,0	15,8	1,5	0,0	0,0	0,3	0,0	42,0	932,5
1989	33,5	10,8	145,0	403,9	134,0	33,6	34,2	27,0	17,0	43,0	10,0	133,2	1025,2
1990	79,8	51,1	25,5	221,0	156,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	533,4
1991	178,1	79,0	122,4	15,0	97,9	11,6	12,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	517,4
1992	345,0	268,3	339,7	141,0	0,0	29,0	10,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	1145,0
1993	0,0	105,1	83,5	11,0	175,4	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	400,0
1994	166,4	109,1	73,0	73,0	93,8	130,0	13,0	12,0	0,0	0,0	0,0	83,0	753,3
1995	108,5	21,0	257,0	249,2	173,2	39,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	858,9
1996	176,4	55,6	212,1	314,7	107,7	44,0	2,0	0,0	0,0	0,0	79,0	17,0	1008,5
1997	216,9	108,0	43,4	266,5	171,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	35,0	858,8
1998	149,0	155,0	119,6	43,0	0,0	5,0	10,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	485,6
1999	70,4	49,6	174,0	56,0	158,0	2,7	3,8	0,0	0,0	26,0	93,3	82,9	716,7
2000	189,7	300,2	230,6	224,8	102,4	60,6	61,8	24,9	12,0	0,0	0,0	64,0	1271,0
2001	56,4	83,9	260,0	78,0	10,3	15,3	4,1	0,0	0,0	20,0	0,0	96,9	624,9
2002	286,5	86,1	233,9	164,8	155,3	39,8	6,0	0,0	0,0	28,0	12,7	25,7	1038,8
2003	101,6	166,9	128,6	230,8	59,7	8,3	25,0	0,0	0,0	0,0	3,8	42,9	767,6
2004	357,4	227,3	193,9	119,3	59,2	21,7	147,1	4,0	0,0	0,0	16,4	0,0	1146,3
2005	37,1	54,7	316,8	85,6	99,3	21,3	0,3	2,5	0,0	0,0	0,0	31,0	648,6
2006	40,7	255,3	254,1	384,2	204,5	8,5	6,4	12,3	0,0	4,0	1,0	65,0	1236,0
2007	27,9	86,8	236,6	151,7	61,5	72,3	4,7	1,3	0,0	0,0	1,1	36,8	680,7
2008	126,3	69,4	690,1	370,7	133,7	15,6	42,0	6,4	0,0	0,0	0,0	70,8	1525,0
2009	90,2	181,6	219,8	488,5	262,6	22,5	24,9	21,9	0,0	3,4	0,0	27,0	1342,4
2010	252,1	15,4	96,4	216,3	27,0	43,0	0,0	0,0	0,0	57,4	0,0	128,2	835,8
2011	301,4	247,3	144,3	129,7	76,1	28,7	27,7	0,0	0,0	105,0	11,5	1,3	1073,0

Pluviometria na Estação Antenor Navarro 00638032 (ANA, 2018) - Unidade [mm] (Conclusão)

2012	62,7	261,8	72,3	73,1	14,0	16,4	6,8	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	514,0
2013	9,8	128,0	130,8	111,9	43,8	73,3	27,8	35,5	0,0	24,7	28,5	54,5	668,6
2014	29,0	320,3	197,3	133,9	57,8	8,2	33,0	0,0	0,0	43,5	41,9	5,8	870,7
2015	47,2	36,5	215,4	35,7	41,0	34,5	45,3	8,7	0,0	12,4	0,0	35,5	512,2
2016	144,7	61,3	265,7	192,4	32,0	12,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	37,3	746,6
2017	59,2	187,3	276,6	64,4	53,6	19,9	55,8	0,0	0,0	0,9	0,0	7,0	724,7
MÉDIA =	122,0	137,1	207,0	181,9	94,8	29,7	20,0	7,7	1,4	11,2	11,5	37,0	<b>861,3</b>