



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS SERTÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUCAS MIGUEL ALENCAR DE MORAIS CORREIA

**ANÁLISE DOS INVESTIMENTOS EM SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUA PLUVIAL NAS CIDADES DO SERTÃO ALAGOANO**

Delmiro Gouveia/AL
2019



LUCAS MIGUEL ALENCAR DE MORAIS CORREIA

**ANÁLISE DOS INVESTIMENTOS EM SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUA PLUVIAL NAS CIDADES DO SERTÃO ALAGOANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Produção da Universidade
Federal de Alagoas – Campus Sertão para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira

Delmiro Gouveia/AL
2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

C824a Correia, Lucas Miguel Alencar de Moraes

Análise dos investimentos em sistemas de aproveitamento de água pluvial nas cidades do sertão alagoano / Lucas Miguel Alencar de Moraes Correia. – 2019.

27 f. : il.

Orientação: Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira.
Monografia (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia de Produção. Delmiro Gouveia, 2019.

1. Águas pluviais – Aproveitamento. 2. Investimento financeiro. 3. Economia. 4. Políticas públicas. 5. Sertão – Alagoas. I. Título.

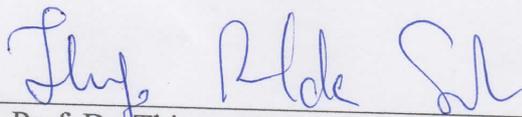
CDU: 628.1(813.5):330

Folha de Aprovação

LUCAS MIGUEL ALENCAR DE MORAIS CORREIA

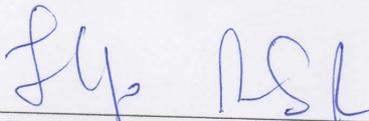
**ANÁLISE DOS INVESTIMENTOS EM SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUA PLUVIAL NAS CIDADES DO SERTÃO ALAGOANO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao
corpo docente do Curso de Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Alagoas – Campus
Sertão e aprovado em 09 de dezembro de 2019.

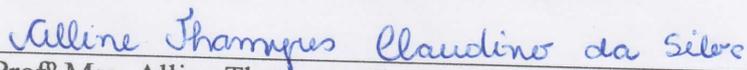


Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira, UFAL – Campus do Sertão
(Orientador)

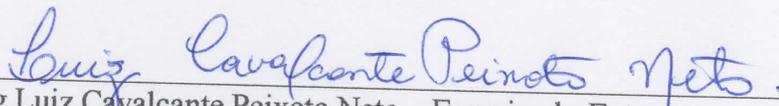
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira, UFAL – Campus do Sertão



Prof. Msc. Alline Thamyres Claudino da Silva, UFAL – Campus do Sertão



Eng. Luiz Cavalcante Peixoto Neto – Examinador Externo

Dedico este trabalho principalmente
a minha família que tanto me apoiou
nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pelo dom da vida e pôr está sempre ao meu lado nos melhores e piores momentos, me dado força nessa jornada, pois sem ele eu nada seria.

Agradeço a minha mãe Rosilda, a meu pai José Hélio e a minhas irmãs Hiane e Hivia por todo amor, carinho, confiança e apoio nessa trajetória.

A todos os meus professores pelas contribuições, suporte e incentivo durante todo esse tempo. A todos minha admiração, respeito e gratidão a especialmente Jonhatan Magno, Thiago Alberto, Alline Thamyres, Everton Coelho, Francirley Paz, Robério dos Santos e Victor Carvalho.

Agradeço também aos meus dois amigos, Lucas Cavalcante e Igor Eduardo por todo o apoio, companheirismo, conquistas, conselhos e risadas durante todo esse tempo, meus irmãos da Ufal. Agradeço também as amigas Stefany, Beatriz, Maria Katarina, Maria Sonaira, Karolayne e Mirela pelo carinho, amizade e companheirismo nessa jornada. E aos amigos Renan Pires, Vítor, Neutel e Wallef que pude compartilhar bons momentos.

A ProEx, pelo apoio e financiamento, na qual pude desenvolver habilidades e competências nos projetos de extensão, tão cruciais para minha formação no que tange pesquisa, ensino e extensão.

Ao meu orientador e amigo Thiago Alberto, pelas oportunidades de participar nos projetos, e pelas grandes contribuições no âmbito acadêmico, a qual me proporcionou; serei eternamente grato.

A I9 Engenharia Jr. pela oportunidade de fazer parte de sua história, juntamente com todos os membros da gestão de 2018 e 2019 em especial aos diretores presidentes e amigos, Karolayne Andrade e Filipe Coutinho pelo carinho e aprendizado, possibilitando um crescimento exponencial no âmbito profissional, no qual serei eternamente grato.

Ao PEC pela oportunidade de ser fazer parte desse grupo agradecendo a todos os membros: Rogério de Jesus, Odair, Lindayne Barbary, Luís Costa, Vivian, Josilane, Natan, João Paulo e Edton.

Ao Centro Acadêmico de Engenharia de Produção, juntamente com todos que fizeram parte da Gestão 2017/2018, pelas conquistas alcanças em pró da melhoria continua do curso.

Aos técnicos dos laboratórios, Eduardo, Paul, Adailton e Arnon, que foram essenciais para o desenvolvimento de várias atividades durante o curso. Além, de propiciar conhecimentos extras na graduação.

A Secretaria de Estado da Saúde de Alagoas, pela oportunidade de fazer parte dessa equipe como estagiário de fiscalização na Obra do Hospital Regional de Delmiro Gouveia. Queria agradecer ao Engenheiro Rodrigo Lima, pelo aprendizado, suporte e conhecimentos repassados durante todo o período de estágio, e dos amigos que lá fiz, em especial Victor Emmanuel, Neutel Daxo, Yuri Reis, Bruna Menezes, Ivam e a Cony Engenharia em nome do Engenheiro Júlio Cavalcante.

Quero agradecer a toda minha família pelo apoio, em especial a minha avó Maria Araújo Correia, (Dona Didi) que tanto mediu esforços para eu alcançar essa conquista. E os meus avós (em memória) José Rijo, Antonoura Alencar e Miguel Bernadino, que onde estiverem, sei que torcem por mim.

Agradeço também a meus amigos de infância João Victor, Gilberto e Emerson pelo incentivo e paciência de sempre.

Tudo posso naquele que me fortalece.
Filipenses 4:13.

RESUMO

Esse trabalho foi resultado de uma publicação de um artigo na revista *Paranoá Cadernos de Arquitetura e Urbanismo* intitulado de “Análise dos Investimentos em sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial nas Cidades do Sertão Alagoano” e teve por objetivo estimar o valor necessário investido em três municípios do sertão alagoano em sistemas de aproveitamento de água pluvial. A metodologia utilizada se baseou nos estudos de *Ghisi et al.* (2006) para analisar o potencial de economia de água pluvial dos municípios, sendo esse necessário para orçar o sistema para condução da água da chuva e por fim, foi analisado o investimento à luz do plano plurianual do Estado de Alagoas. Os dados de pluviosidade das cidades foram coletados pelo Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) juntamente com as demais informações. Por fim, conclui-se que as cidades possuem potencial de aproveitamento com mais de 50% que quando confrontado com as políticas públicas, mostrou-se que o investimento representa menos que 1% do que foi previsto para o plano plurianual. Além disso, na efetivação desta política trará benefícios nas diversas esferas da sociedade, como geração de renda, saúde pública e crescimento econômico.

Palavras-chave: Aproveitamento de Águas Pluviais. Economia. Políticas Públicas.

ABSTRACT

This final paper was the result of a publication of a paper in the magazine *Paranoá Cadernos de Arquitetura e Urbanismo* entitled “Investments Analysis in Rainwater Use in the Cities of the Inner State of Alagoas” and aimed to evaluate the amount invested in three municipalities of the state, in rainwater harvesting systems. The methodology used is based on the studies by Ghisi et al. (2006) to analyze the potential of rainwater saving in the municipalities, which is necessary to budget the rainwater conduction system and, finally, the investment was analyzed based in the multiannual plan of the State of Alagoas. Rainfall data from the cities were collected by the National Sanitation Information System (Sistema Nacional de Informações de Saneamento, SNIS) along with the other informations. Finally, it could be concluded that the cities have a potential of over 50% that when compared with public policies, it was shown that the investment represents less than 1% of what was foreseen for the multiannual plan. Moreover, the implementation of this policy may bring benefits in various spheres of society, such as income generation, public health and economic growth.

Keywords: Rainwater Use. Economy. Public policy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Precipitação Mensal dos Municípios Estudados.....	23
Figura 2 – Volume Aproveitável e não Aproveitável.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equações Utilizadas.....	22
Tabela 2 – População, Ligações Ativas e Consumo Médio de Água.....	23
Tabela 3 – Cálculo do Potencial de Aproveitamento de Água Pluvial.....	24
Tabela 4 – Custo para Implantação do Sistema de Condução.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCMAC	Associação Brasileira de Catação e Manejo de Água da Chuva
COBENGE	Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
ENESEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
ENREHSE	Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe
ETA	Estações de Tratamento de Água
FAPEAL	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas
GEDAI	Group of Engineering Of Decision and Artificial Intelligence
MG	Minas Gerais
PROEX	Pró-reitora de Extensão
SBCMAC	Simpósio de Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
SEMENGE	Semana da Engenharia
SIMEP	Simpósio de Engenharia de Produção
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

Sumário

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS DA PESQUISA	18
2.1 Objetivo Geral	18
2.2 Objetivos Específicos	18
3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO NA INTEGRA	19
4. CONCLUSÃO	27

1. INTRODUÇÃO

Água é a fonte de vida de todas as espécies do planeta Terra. É um elemento indispensável para a sobrevivência e perpetuação humana, sendo este um recurso natural presente em diversos âmbitos, sejam eles sociais, econômicos ou religiosos. No decorrer dos tempos, inúmeras técnicas para o melhor aproveitamento desse recurso foram desenvolvidas, afim de garantir a sobrevivência e a qualidade para o consumo. O Brasil é um dos poucos países que possui as maiores reservas naturais de água do mundo. Entretanto, devido a sua geografia, a distribuição espacial desse recurso é desigual, sendo principalmente a região do Nordeste a mais afetada.

O alto Sertão Alagoano é composto por sete cidades e fica localizado no semiárido do Estado de Alagoas, possui dois sistemas adutores de abastecimento, sendo um sistema adutor coletivo que atende o abastecimento nos municípios de Delmiro Gouveia, Olho d'água do Casado, Pariconha, Água Branca, Mata Grande, Canapi e uma parte do município de Inhapi. Já o outro sistema adutor compreende apenas o município de Inhapi, sendo estes gerenciados pela estatal; atingindo aproximadamente 150 mil habitantes.

O captação da água para a distribuição ocorre em trechos do Canal do Sertão, nos municípios de Pariconha e Inhapi; contendo Estações Elevatórias, Estações de Tratamento de Água (ETA) e equipamentos eletromecânicos totalmente novos. Mas, apesar de existir dois sistemas que abastece os sete municípios em questão, alguns deles sofrem pela falta contínua de água, havendo um revezamento quanto ao fornecimento, principalmente as cidades de Canapi, Inhapi e Mata Grande que devido à localização geográfica são as mais afetadas, marcando até trinta dias sem o abastecimento. Com isso, a população recorre a outras fontes de abastecimento de água, como por exemplo: a compra de carro-pipa, que em grande maioria gera um custo muito maior para as famílias.

Em virtude disso, surgiu a premissa inicial para desenvolver esse trabalho abordando a questão de novas técnicas e/ou alternativas de abastecimento com águas pluviais para ser submetido no XI Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva (SBCMAC) da Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água da Chuva (ABCMAC). Nesse viés, o trabalho desenvolvido elucidou os resultados encontrados sobre a viabilidade do potencial de aproveitamento pluvial nos municípios afetados pelo desabastecimento da Adutora do Alto Sertão. Além disso, o estudo dispôs de analisar o investimento para os mesmos no que tange sistemas de aproveitamento e a relação de políticas públicas como intervenção para aplicação.

Desse modo, é necessário fazer uma retrospectiva acerca dos trabalhos acadêmicos desenvolvidas pelo discente do início da graduação até o desenvolvimento desse artigo e o aproveitamento desse como trabalho de conclusão de curso. O primeiro trabalho acadêmico desenvolvido pelo discente foi um artigo para a disciplina de Engenharia Econômica no período 2016.2 intitulado de “Aplicação de conhecimentos econômicos dentro do jogo porto rico” que veio a ser publicado e apresentado no segundo Encontro Paraibano de Engenharia de Produção - II EPBEP em Sumé na Paraíba.

Logo após, em 2017 o discente ingressou no grupo de pesquisa e Iniciação Científica: Pesquisa e Desenvolvimento de Residências Sustentáveis e Autossuficientes em Água e Energia. No ano posterior, em 2018 o discente ingressou nos projetos de extensão da Proex, ficando como bolsista no projeto de Energia Solar Fotovoltaica, Inovação e Sustentabilidade em Salas de Aula no Semiárido Alagoano e como colaborador no projeto Sustentável de uma Habitação de Interesse Social Associado as Características Climáticas do Município de Delmiro Gouveia – AL. Em ambos obteve produtos científicos como o artigo titulado de “Análise do Impacto do Aproveitamento de Água Pluvial no Sistema Coletivo do Sertão Alagoano” submetido, aprovado e apresentado na V Semana de Engenharia – SEMENGE e o artigo que foi fruto para esse trabalho “Análise dos Investimentos em Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial nas Cidades do Sertão Alagoano” que ficou entre os artigos selecionadas do evento, ao tempo que foi convidado para publicar na *Paranoá Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, através de um convite dos editores da revista, o qual será detalhado no tópico da Apresentação do artigo a seguir.

Também no ano de 2018 o discente pode participar dos projetos de pesquisa titulado de *Group of Engineering Of Decision and Artificial Intelligence (GEDAI)* sob orientação do professor Msc. Victor Heuler e do projeto de pesquisa pelo edital contemplado da Fapeal-Universal-N-4 Análise do Impacto do Custo da Água na Cadeia de Melancia, Milho e Sorgo dos Usuários do Canal do Sertão sob orientação da professora Dr. Natallya de Almeida.

A posteriori foram desenvolvidos trabalhos no semestre de 2018.1 nas disciplinas de Automação com o título de “Desenvolvimento de produto baseado em ferramentas da qualidade e conceitos de automação: protótipo de um elevador de cargas”; de eletrotécnica com o trabalho intitulado de “Dimensionamento de um sistema fotovoltaico para uma habitação de interesse social no alto sertão alagoano” e em planejamento empresarial com o título “*Business model canvas* como ferramenta de planejamento: um estudo de caso em uma pizzaria no alto sertão alagoano”. Vale destacar que os três trabalhos foram submetidos, aprovados, apresentados e

publicados nos anais do sétimo Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP em Montes Claros – MG, e por fim o trabalho intitulado “Relação Entre os Índices dos Serviços de Água e Esgoto e os Índices Socioeconômicos dos Municípios do Alto Sertão Alagoano” submetido, aprovado e apresentado no XII ENREHSE - Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe.

Outros trabalhos foram desenvolvidos no semestre de 2018.2 nas disciplinas Gerenciamento de Projetos, Automação, Engenharia de Produto 2, Gestão Ambiental e outros trabalhos a parte sem ligação com as disciplinas do período cursado, mas com o suporte direto de professores. Além disso, foram submetidos, aprovados e publicados nos anais três artigos no XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e 2º Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE com os seguintes temas: “Relato dos resultados alcançados através de uma exposição educacional empreendedora focada na atuação de empresas juniores”; “Energia Solar Fotovoltaica, Inovação e Sustentabilidade em Salas de Aula no Semiárido Alagoano: Exposição Educacional em Delmiro Gouveia”; “Desenvolvimento de um protótipo para ensino e aprendizagem da automação: projeto de um elevador de cargas com a utilização de um controlador lógico programável”; “Análise e teste para o desempenho dos alunos de Engenharia de Produção e Engenharia Civil na disciplina de Engenharia Econômica”.

Ainda no semestre de 2018.2 foram submetidos, aprovados e apresentados dois artigos no XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção intitulados de “Teste de hipóteses para média: verificando a superioridade dos resultados de indicadores financeiros para distribuidoras de energia elétrica privatizadas” e “Utilização de ferramentas da qualidade para o desenvolvimento de um produto automático e sustentável: luminária”.

E por último, no presente semestre 2019.1, foi publicado o artigo de tema “Análise e teste para o desempenho dos alunos de engenharia de produção e engenharia civil na disciplina de engenharia econômica” no *Brazilian Journal of Development*, através de um convite dos editores da revista. E por última submissão, foi artigo “Qualidade Da Água: Um Indicativo Da Prestação Dos Serviços De Abastecimento Sob A Percepção Dos Moradores Do Povoado Pau Ferro Velho-AL”, na qual foi aprovado e apresentado na VI SEMENGE.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho possui como objetivo geral estimar o valor necessário investido em sistemas de aproveitamento de água pluvial em três municípios do Sertão Alagoano como uma alternativa para abastecimento.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Colocar em prática os conhecimentos financeiros;
- Analisar a viabilidade de aproveitamento pluvial;
- Calcular a quantidade de condutos e calhas para os sistemas;
- Analisar o investimento do sistema para os municípios;
- Comparar os resultados encontrados à luz de políticas públicas;
- Publicar o artigo em uma revista;
- Dispensar a carga horária de TCC através da apresentação do artigo.

3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO NA INTEGRA

Com os dados coletados pelo SNIS foi possível fazer a análise do potencial de aproveitamento de água e conseqüentemente verificar o orçamento do investimento total dos sistemas nos três municípios. Concluído, o mesmo foi submetido, aprovado e publicado nos anais do 11º SBCMAC ficando entre os artigos selecionados. Posterior a isso, a revista *Paranoá Cadernos de Arquitetura e Urbanismo* convidou o autor para publicar o artigo na sua revista.



Análise dos investimentos em sistemas de aproveitamento de água pluvial nas cidades do sertão Alagoano

CORREIA, Lucas Miguel Alencar de Morais¹
 SOUZA, Beatriz Pereira de²
 COELHO, Everton de Souza³
 SILVA, Maria Katarina Gomes da⁴
 LIMA, Stefany Gonçalves⁵
 PEREIRA, Thiago Alberto da Silva⁶

¹Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, Brasil, lucasalencar1000@hotmail.com

²Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, Brasil, pereirabeat97@gmail.com

³Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, Brasil, everton.coelho@delmiro.ufal.br

⁴Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, Brasil, katari-naga@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, Brasil, stefglima@gmail.com

⁶Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, Brasil, thiago_alb@hotmail.com

Resumo

A escassez dos recursos hídricos impulsiona a busca por técnicas inovadoras capazes de motivar o aproveitamento de águas pluviais, viabilizando a economia de água potável e reduzindo a escassez, simultaneamente. Diante disso, o presente estudo busca estimar o valor necessário investido em três municípios do sertão alagoano em sistemas de aproveitamento de água pluvial. Para tal, foi mensurada neste trabalho a capacidade de aproveitamento de água de chuva para três municípios que estão localizados no extremo oeste de Alagoas, após isso, foi orçado o sistema necessário para condução de água da chuva e por fim, foi analisado o investimento à luz do Plano Plurianual do estado de Alagoas. Resultados apontam que as cidades possuem potencial de aproveitamento de água pluvial acima de 50%, na esfera orçamentária encontrou-se um investimento na ordem 4,8 milhões de reais que quando confrontado com as políticas públicas, mostrou-se que este investimento representa menos de 1% do que foi previsto para Plano Plurianual do estado, voltado para obras e alternativas de abastecimento de água. A efetivação desta política trará benefícios nas diversas esferas da sociedade, como geração de renda, saúde pública e crescimento econômico.

Palavras-Chave: Aproveitamento de águas pluviais; Economia; Políticas Públicas.

Abstract

The shortage of water resources drives the search by means of a water economy and a scarcity simultaneously. In view of this, the first study needs to be able to invest in three municipalities of the Alagoas system in systems for the utilization of rainwater. To do so, the measures for the abandonment of the level of water for the rains are located in no extreme west of Alagoas, after that, the system for the measurement of rain was budgeted and, finally, the State's Pluriannual Plan Light investment was analyzed of Alagoas. Results that have a historical potential for the use of rainwater over 50% in the budget architecture, with an investment of around 4.8 million reais when compared to public forecasts, this investment represents less than 1% of what was foreseen for the Pluriannual Plan of the state, directed to works and alternatives of water supply. The implementation of this policy has benefits in various spheres of society, such as income generation, public health and economic growth.

Key-Words: Utilization of Rainwater; Economy; Public Forecasts.

1. Introdução

A água é a fonte de vida de toda espécie do planeta Terra. Trata-se de um componente indispensável para a perpetuação da humanidade. Sendo o único recurso natural que está presente em todos os aspectos da vida humana, sejam eles sociais econômicos ou religiosos, deve-se pensar em alternativas para o melhor aproveitamento e funcionamento desse recurso na sociedade.

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água. Possui inúmeras reservas naturais que são consideradas uma das maiores do mundo, todavia a distribuição desse recurso ocorre de maneira não uniforme de acordo com a localização geográfica (PENA, 2016). Quando se trata da região Nordeste, onde as secas sempre constituíram desastres sociais e econômicos, desde os séculos passados a situação passa por diversos agravantes que comprometem diretamente o funcionamento da vida familiar.

O aproveitamento das águas pluviais incide como uma medida que possibilita a redução na escassez de água, presente, sobretudo na região Nordeste (ANDRADE, 2015). A utilização dessa técnica envolve a implantação de elementos apropriados, visando à captação, condução e armazenamento adequados, envolvendo fatores como eliminação de desperdícios e qualidade da água coletada, além de apresentar a importância das políticas públicas para viabilizar o sistema. Diante disso, o presente estudo visa orçar o montante de investimento necessário para implantação dos elementos de condução de água pluviais em cidades que são constantemente castigadas pelo desabastecimento dos sistemas de distribuição de água tratada e analisar o montante, desse investimento, à luz das políticas públicas.

2. Metodologia

2.1. Área de Estudo

O Sistema Coletivo do Sertão Alagoano é responsável pelo abastecimento de sete municípios da mesorregião do sertão do estado, sendo eles: Água Branca, Canapi, Delmiro Gouveia, Inhapi, Mata Grande, Olho d'Água do Casado e Pariconha, localizadas no extremo oeste do estado e com, aproximadamente, 150 mil habitantes. Entretanto, devido à ausência de continuidade referente à distribuição, alguns desses municípios são escanteados pelo regime de abastecimento, onde os casos mais consideráveis foram os das cidades de Canapi, Inhapi e Mata Grande, por localizarem-se no limite da zona de abastecimento e por possuir localização geográfica desprivilegiada. Com isso, foi identificado o desabastecimento constante nessas localidades, tendo apenas um rodízio na distribuição de água, que ultrapassam mais de 30 dias seguidos.

Por conta disso, a população destas cidades (Canapi, Inhapi e Mata Grande) construiu cisternas nas suas residências para acumulação de água fornecida pela concessionária e utilizar para os dias que não há abastecimento, além disso, a depender do sistema de rodízio, os entes governamentais também utilizam carros-pipa para mitigar os efeitos do desabastecimento de água tratada, portanto, objeto deste trabalho será essas três cidades.

2.2. Cálculo do Potencial de Aproveitamento de Água Pluvial

Antes de levantar os investimentos necessários para condução de água de chuva, verificou-se o potencial de economia de água potável, a partir da coleta de águas pluviais através da metodologia apresentada por Ghisi *et al.* (2006). A seguir as equações utilizadas para aplicação desta metodologia.

Tabela 1: Equações Utilizadas

Equação	Variáveis
$PD = \frac{PC}{NDC}$	(1) PC: Total populacional de cada cidade NDC: Quantidade de ligações ativas de água em cada cidade. PD: Pessoas por domicílio.
$ND = \frac{NP}{PD}$	(2) NP: Total de pessoas atendidas pelo abastecimento de água em cada cidade.
$RA = H \times 85 + F \times PD \times 3,75$	(3) H: Porcentagem de casas F: Porcentagem de apartamentos RA: Área média do telhado
$TRA = RA \times ND$	(4) TRA: Área total de telhado
$VR = \frac{R \times TRA \times Rc}{1000}$	(5) R: Dados mensais de precipitação; Rc: Coeficiente de Runoff. VR: Volume de Chuva
$PPWS_m = 100 \frac{VR}{PWR}$	(6) PWR: Consumo médio mensal de água do sistema. PPWS _m : Potencial mensal de economia de água
$PPWS = \frac{\sum PPWS_m \times VR_m}{\sum VR_m}$	(7) PPWS: Potencial anual de economia

Fonte: Ghisi et. al (2008)

2.3. Análise Econômica

Para o custo de implantação do sistema de água pluvial nas cidades, assumimos que nas residências existem reservatórios para o armazenamento da água captada, conforme descrito no objeto de estudo. Diante disso, apresentaremos o custo de implantação do sistema e os dispositivos de descartes da primeira água, preservando a boa qualidade da mesma nas cidades de Inhapi, Canapi e Mata Grande.

Inicialmente, para o direcionamento do cálculo das calhas, utilizaremos a área do telhado estimada. Pelo método de Ghisi et al. (2008) é estimado uma área de 85 m² para casas, no qual foi definido como um retângulo de 8,5 m de frente e 10,0 m de comprimento. Para o cálculo da quantidade de metros de calha de cada município (MC) é utilizada a equação 9.

$$MC = 17 \times ND \quad (9)$$

Para os condutores (elemento que leva água da calha para as cisternas), em cada residência foi adotado que seriam necessários 12,5 metros de cano PVC de 100 mm. O cálculo do quantitativo de condutores (CC) para cada município é dado pela equação 10.

$$CC = 12,5 \times ND \quad (10)$$

Para o cálculo do equipamento que será utilizado para o descarte das primeiras águas, visto que pela NBR (15527/07) recomenda-se o descarte dos dois primeiros milímetros. Diante disso, o equipamento necessário utilizará 22 metros de cano PVC com o diâmetro de 100 mm. Logo, para cada cidade, o quantitativo de tubos para descarte (CD) é dado pela equação 11.

$$CD = 22 \times ND \quad (11)$$

Na realização do cálculo do custo de implantação do sistema de coleta, utilizaremos o menor preço encontrado no mercado, tanto para calhas como para cano PVC, que será multiplicada a quantidade de metros necessários por cidade, e no final será somado todo o investimento para os três municípios.

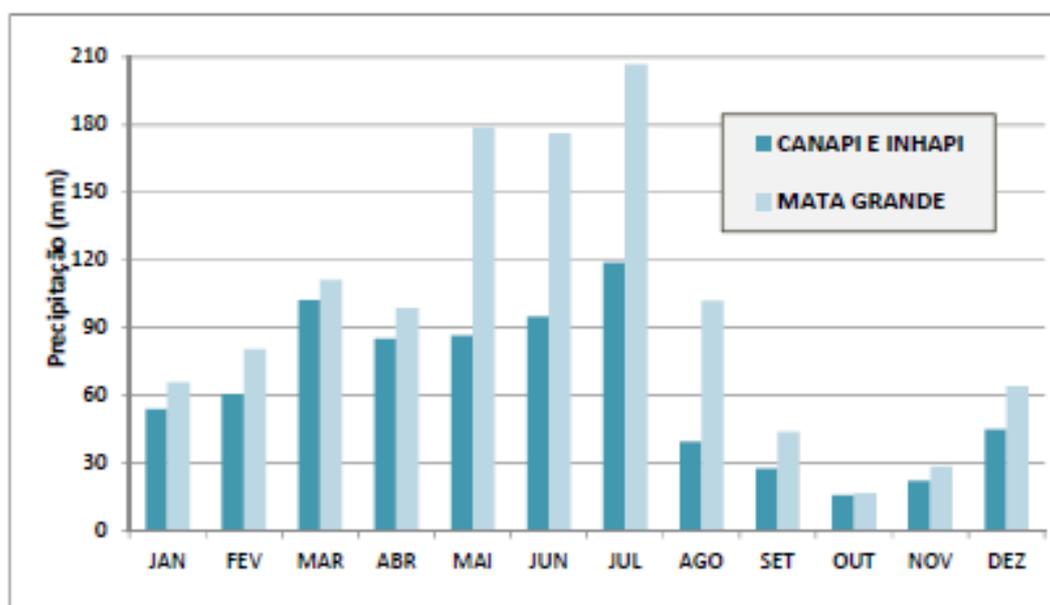
3. Resultados e Discussões

3.1. Coleta de Dados

Das 3 cidades referentes à pesquisa, 2 delas apresentaram dados disponíveis de precipitação, entretanto, o município de Inhapi não possui dados em relação à pluviosidade média mensal, deste

modo foi utilizado o valor de Canapi para a mesma. Essa escolha foi feita, devido as semelhanças geográficas e por serem cidades circunvizinhas. A Figura 01 traz os índices pluviométricos mensais dos municípios estudados.

Figura 1: Precipitação Mensal dos Municípios Estudados.



Fonte: Autores (2018)

Os índices pluviométricos anuais das cidades estudadas são de 1172,9 mm e 752,76 mm, respectivamente para a cidade de Mata Grande e Canapi. Valores esses maiores que os encontrados no semiárido, que modo geral, giram em torno de 600 mm, isto pode ser explicado pelo fato das cidades estarem situadas em grandes altitudes que ocasionam clima mais amenos e chuvas orográficas. Esses maiores volumes de chuva podem justificar a utilização de políticas voltadas ao incentivo de aproveitamento de água pluvial.

As informações coletadas pelo Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) estão dispostas na Tabela 02, as quais são: o montante de habitantes por município, o número de ligações ativas de água em cada cidade e o consumo médio mensal de água. De acordo com a Tabela 02, observa-se que as três cidades possuem, consumos semelhantes, mesmo com as diferenças referentes aos dados de população e número de ligações. A cidade de Mata Grande possui o maior índice de consumo médio mensal de água, devido ao maior número de habitantes.

Tabela 2: População, Ligações Ativas e Consumo Médio Mensal de Água.

Município	Canapi	Inhapi	Mata Grande
População (PC) – hab.	5483	8347	9836
Ligações Ativas (NDC)	1670	2113	2216
Consumo médio mensal de água (PWR) – m ³	16.191,67	17.764,17	17.974,17

Fonte: SNIS (2016)

3.2. Potencial de Economia de Água Potável

A Tabela 03 traz os resultados oriundos da aplicação do método proposto por Ghisi et al (2006). De acordo com os valores estão apresentados na Tabela 03, observa-se que o número de habitante por domicílio gira em torno de 4 pessoas. Admitindo-se que estas cidades não possuem apartamento, a área total de telhados referente às habitações dos municípios estudados ultrapassa o valor de 140 mil

m², sendo a menor área pertence à cidade de Canapi e a maior área à Mata Grande. Ainda na Tabela 03, observa-se que a cidade de Mata Grande possui maior potencial de captação por possuir maiores índices pluviométricos e maior população entre as cidades estudadas. No entanto, as três cidades apresentam alto potencial de economia anual, sempre superior a 50%, com destaque para Mata Grande com 83,95%.

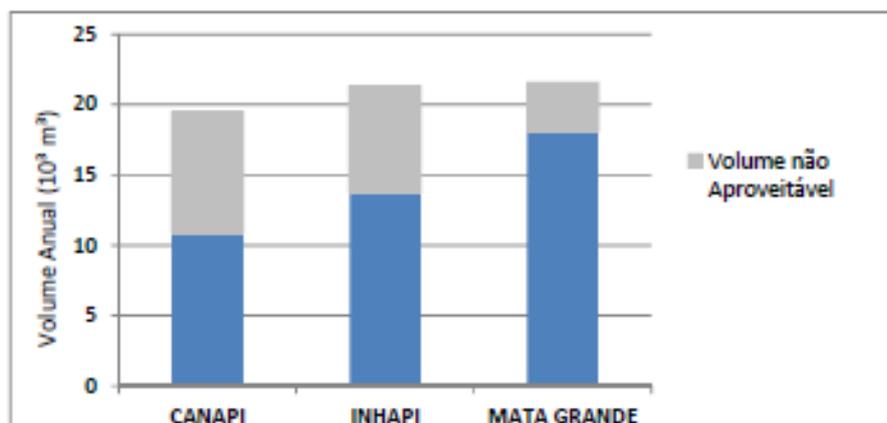
Tabela 3: Cálculo do Potencial de Aproveitamento de Água Pluvial.

Município	Canapi	Inhapi	Mata Grande
Pessoas por Domicílio (PD)	3,28	3,95	4,44
Domicílios Abastecidos (ND)	1670	2113	2216
Área do Telhado (TRA) m ²	141.950	179.605	188.360
Volume de Chuva Coletado (10 ³ m ³)	8,55	10,82	17,67
Potencial de Economia Anual (%)	55,95	64,52	83,95

Fonte: Autores (2018)

De acordo com os cálculos realizados, foi possível determinar o potencial de economia de água potável anual (PPWS), que estão na Tabela 03, em se tratando da análise mensal os valores podem chegar a 100% de aproveitamento com água pluvial, sobretudo na cidade de Mata Grande. A Figura 2, por sua vez traz os valores anuais aproveitáveis e não aproveitáveis.

Figura 2: Volume Aproveitável e Não Aproveitável Anual.



Fonte: Autores (2018)

3.3. Levantamento do investimento para implantação de calhas

Na Tabela 04 pode-se verificar o custo para implantação do sistema de condução de água pluvial nas residências das três cidades estudadas, os valores foram obtidos através de pesquisas de preços para materiais utilizados.

Tabela 4: Custo para Implantação do Sistema de Condução

Municípios	Canapi	Mata Grande	Inhapi
ND	1670	2113	2216
MC (Metros)	28390	48866,5	32696,65
CC (Metros)	20875	26412,5	27700
CD (Metros)	36740	62218,5525	41633,07525
\$MC	R\$ 823.310,00	R\$ 1.417.128,50	R\$ 948.260,85
\$CC	R\$ 137.775,00	R\$ 174.322,50	R\$ 182.820,00
\$CD	R\$ 242.484,00	R\$ 410.642,45	R\$ 274.778,30
Investimento	R\$ 1.203.569,00	R\$ 2.002.093,45	R\$ 1.405.859,15
Investimento Total			R\$ 4.611.521,59

Nota: ND – Número de Domicílios; MC – Quantitativo de Calhas; CC – Quantitativo de Condutores; CD – Quantitativo no Sistema de Descarte; \$MC – Investimento em Calhas; CC – Investimento em Condutores; CD – Investimento no Sistema de Descarte.

Fonte: Autores (2018)

Analisando-se a Tabela 04, estimou-se um investimento no valor de R\$ 4.611.521,50; se for analisado por domicílio verifica-se um valor per capita R\$ 768,72; um valor que pode ser considerado alto, portanto a necessidade de subsídio de por parte dos entes governamentais no intuito de incentivar a instalação deste sistema.

3.4. O Papel e importância da política pública para viabilizar o aproveitamento da água pluvial

Vasconcellos e Garcia (2014) expõem que um governo deve perseguir as metas de alto nível de emprego, estabilidade de preços, crescimento econômico e distribuição equitativa da renda, quando estabelecer políticas públicas. Uma política de governo visando o aproveitamento da água pluvial para consumo geraria efeitos positivos na economia, possuindo um caráter distributivo.

Com um projeto preestabelecido, que poderia contemplar a construção de mais sistemas para as residências que não possuem, entrega de kits para instalação de tubulações para captação de água pluvial em residências que já possuem sistemas ou subsídio, o gasto/investimento público com este intuito ajudaria na meta de melhorar o nível de emprego, o que ensejaria a demanda por trabalho (dada à necessidade de trabalhadores para se engajar na execução do projeto), gerando renda (água como indutor do crescimento), resultando no aumento do consumo e consequente crescimento econômico, com possível melhoria distributiva na renda. Destacam-se ainda os gastos que o governo teria disponibilizando os kits, o que estimularia as casas de materiais de construção, impactando o comércio/economia local. Isto significa efeitos sobre três metas de política macroeconômica (aumento de emprego, melhora na distribuição de renda e crescimento), estimulando o desenvolvimento da economia dos municípios do sistema coletivo do sertão.

Importante observar que a região de estudo tem sido objeto constante de investimentos vultosos ligados a alternativas de abastecimento de água, vide a obra do canal adutor do sertão, que segundo Carvalho et al. (2018) ao analisar os Planos Plurianuais de Alagoas verificaram a evolução dos investimentos para o canal contínua e crescente, encontrando-se na ordem de R\$ 560 milhões para Plano Plurianual 2016 – 2019, que pode ser utilizado direto ou indiretamente atrelados ao canal do sertão como planos para o uso da água e projetos de irrigação. Tomando por base a estimativa realizada neste trabalho, verifica-se que um investimento governamental num projeto de aproveitamento de água pluvial como o discorrido neste trabalho representa 1% do valor previsto para ações ligadas ao canal do sertão alagoano, mostrando-se uma parcela ínfima no contexto de política pública adotada pelo estado, mesmo considerando que essa estimativa inicial pode ainda aumentar devido aos custos dos encargos sociais e administrativos (contratos, licitações e etc.).

4. Conclusão

Tendo em vista os aspectos apresentados nesse artigo é possível perceber que a proposta do mesmo é uma solução efetiva e funciona como outra iniciativa para famílias do sertão alagoano terem acesso à água potável. Essa interferência tem grau de promoção social nas localidades, proporcionando um desenvolvimento econômico com o impacto no comércio local e na geração de empregos. O envolvimento das famílias nessa ação favorece um novo significado de coletividade, no qual há cidadãos mais conscientes e atuantes na promoção de novas iniciativas para melhorar o bem-estar da comunidade que está inserido. Sendo assim, o custo mensurado nos resultados para a implantação do sistema terá um retorno futuro muito enaltecido no campo social, assim com também uma provável redução na tarifa de água das casas beneficiadas pela implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial.

5. Agradecimentos

À Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão por proporcionar a chance de expandir horizontes. À ProEx pelo apoio e incentivo a pesquisa. Aos Professores Thiago Alberto da Silva Pereira e Everton Coelho de Souza, pela orientação e materiais necessários para as pesquisas, mas também pelo apoio, que acompanharam e confiaram na realização deste trabalho. Aos meus colegas que se doaram e se comprometeram na execução deste trabalho.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água da Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, 2007.

ANA – Agência Nacional de Águas. 2009. *Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil*. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/>>. Acesso em 18 março de 2018.

ANDRADE, S. L. P. de. *Dimensionamento de Sistemas Tipo Calçada Associado à Variabilidade Pluviométrica: Estudo de Caso no Município de Delmiro Gouveia – AL*, 2015.

Brasil das Águas. *A Importância da Água*. Disponível em <<http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>>. Acesso em 18 março de 2018.

CARVALHO, R. S.; DAMASCENO, L. M.; LEVINO, N. A.; PEREIRA, T. A. S. (2018). "Avaliação das Políticas Públicas: Uma Análise das Ações do Canal do Sertão Alagoano" in 70ª Reunião Anual da SBPC, Maceió, Jul. 2018

CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas. *Informações sobre o Sistema Coletivo do Sertão*.

GHISI, E.; MONTIBELLER A.; SCHMIDT. R. W.; "Potencial de economia de água potável com uso de água da chuva no setor residencial do Brasil" - Construção e Meio Ambiente, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. *Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio e Dados Populacionais*. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br>> Acesso em 20 de março de 2018.

LASWELL, H.D. *Politics: Who Gets What, When, How*. Cleveland, Meridian Books. 1958.

LOWI, Theodor. *American Business, Public Policy, Case Studies and Political*.

LOWI, Theodor. *Four Systems of Policy, Politics, and Choice*. Public.

LYNN, L. E. *Designing Public Policy: A Casebook on the Role of Policy*

PENA, Rodolfo F. Alves. "Escassez de água no Brasil"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/escassez-agua-no-brasil.htm>>. Acesso em 15 de março de 2018.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2013. *Informações sobre o Abastecimento*. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/>> Acesso em 20 de março de 2018.

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. *Fundamentos de Economia*. 5ª Ed. Saraiva, 2014.

4. CONCLUSÃO

Esse trabalho tinha como objetivo estimar o valor necessário do investimento em sistemas de aproveitamento de água pluvial em três municípios do sertão alagoano, sendo primordial mensurar a capacidade de aproveitamento de água de chuva nos municípios em questão. O resultado obtido por meio da metodologia de *Ghisi et al.* (2006) mostrou que é possível implantar o sistema diante da potencialidade desse recurso como uma alternativa hídrica de abastecimento, e que quando confrontado com políticas públicas, o investimento estimado representa menos que 1% previsto para o Plano Plurianual 2016-2019 do Estado, voltados para obras e alternativas de investimentos de abastecimento de água. Assim, com implantação do sistema trará consequências positivas, como: a redução dos custos gerados com a logística de distribuição, otimização dos recursos hídricos e um ganho econômico para os municípios.

Este trabalho se limitou apenas a análise de três municípios do sertão alagoano e não considerou o impacto na redução das tarifas de água e na redução de energia gerada pelo fornecimento da estatal. Com isso para trabalhos futuros pode-se aplicar a metodologia para indústrias; outros municípios, obtendo novos valores de investimento e o impacto na redução do consumo da estatal.