



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CAMPUS DE POMBAL – PB

JOSÉ RONILDO DA SILVA

ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO
CAMPUS DA UFCG EM POMBAL – PB

Pombal – PB

2017

JOSÉ RONILDO DA SILVA

**ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO
CAMPUS DA UFCG EM POMBAL - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Érica Cristine Medeiros Machado

Coorientador: Prof. Dr. Raphael Moreira Beirigo

Pombal – PB

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S586e Silva, José Ronildo da.
Estimativa do potencial de captação de águas pluviais no *campus* da UFCG em Pombal-PB / José Ronildo da Silva. – Pombal-PB, 2017.
46 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Profa. Dra. Érica Cristine Medeiros Machado, prof. Dr. Raphael Moreira Beirigo".

Referências.

1. Análises de Viabilidade. 2. Conservação do Uso da Água. 3. Sistemas de Aproveitamento – Uso da Água. I. Machado, Érica Cristine Medeiros. II. Beirigo, Raphael Moreira. III. Título.

CDU 62:504(043)

JOSÉ RONILDO DA SILVA

**ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO
CAMPUS DA UFCG EM POMBAL – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovado em 24 de Março de 2017.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a Érica Cristine Medeiros Machado
UACTA/CCTA/UFCG - Orientadora

Prof.^a Dr.^a Rosinete Batista dos Santos Ribeiro
UACTA/CCTA/UFCG - Examinadora Interna

M. Sc. Elisângela Maria da Silva
FIP - Examinadora Externa

Pombal – PB
2017

*Aos meus pais, por todo apoio e esforço.
A minha tia (Aparecida) e aos meus
avós Justina e Gregório
(In Memoriam), dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força nas horas difíceis, guiando-me sempre pelo o caminho certo.

Aos meus amados pais Ramiro e Maria, por tornar esse sonho possível. Obrigado pela educação que me deste, pelo amor, carinho, força e compreensão.

Aos meus queridos irmãos Milton, Josenilda, João, Genilza, Graça e Cícero, por todo incentivo e companheirismo, sempre demonstrando muito orgulho com minhas vitórias. Aos demais familiares que sempre torceram por mim, em especial a minha tia, Altamira.

A minha orientadora, Prof.^a Érica Cristine e coorientador, Prof. Raphael Moreira, pela atenção, paciência, conselhos, profissionalismo e pelos grandes ensinamentos no desenvolvimento desse trabalho.

A Universidade Federal de Campina Grande, por ter me proporcionado a oportunidade de iniciar um curso de graduação e por ter me fortalecido a conclusão do mesmo. Aos funcionários do Campus CCTA e aos professores que tive a honra de estar em sala de aula por todo esse longo período, em especial ao Prof. Cleidimário e a Prof.^a Elisa.

A Divisão de Serviço Social, na pessoa do Assistente Social, Sebastião, pela atenção e disponibilidade a sempre ajudar.

A EMATER – Pombal, na pessoa do Sr. Inácio Marinho e Dr. Ednaldo Batista, pelo empenho, dedicação e ensinamentos, durante as 180 horas de estágio, levarei para toda a vida.

Aos colegas de curso, pela companhia, os momentos de descontração, interação, e pelas experiências compartilhadas durante essa caminhada, em especial a Andreza e Adrielly.

Aos meus amigos de todas as horas, Roberto, Everton, Fernando, Jardel e Higor, por entenderem minha ausência em alguns momentos e por todo apoio.

As minhas amigas Dayane Lima e Victória, obrigado por todo apoio e incentivo.

Aos (As) colegas das residências masculina e feminina, em especial aos companheiros de quarto. E a todos que contribuíram de alguma maneira.

Muito Obrigado!

SILVA, J. R. **Estimativa do potencial de captação de águas pluviais no *Campus* da UFCG em Pombal – PB**. 2017. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, 2017.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é estimar o potencial de captação de águas pluviais nas áreas cobertas no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar-CCTA da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG *Campus* Pombal-PB, visando analisar a viabilidade de implantação da captação da água de chuva no *campus*. Foi analisada a área coberta total do *campus*, bem como a intensidade pluviométrica da cidade de Pombal-PB para um período de 20 anos (1996 a 2016). Para estimativa dos volumes requeridos dos reservatórios foram utilizados o Método Prático Inglês e o Método Prático Brasileiro (Azevedo Neto). Diante dos resultados, pode-se concluir que o *Campus* Pombal-PB possui um considerável potencial de captação de águas pluviais, visto que a área construída é grande, podendo então, através desta, coletar e armazenar a água das chuvas para posterior uso, gerando economia financeira e ambiental. Este trabalho contribuiu, portanto, na identificação e diagnóstico do potencial de captação em cada edificação do *campus*, podendo o mesmo ser utilizado em estratégias de planejamento e gestão.

Palavras-chave: Análises da viabilidade. Conservação do uso da água. Sistemas de aproveitamento.

SILVA, J. R. **Estimation of the rainwater potential for Campus Pombal - PB in UFCG.** 2017. 46f. Course Completion Study (Undergraduate in Environmental Engineering) - Federal University of Campina Grande, Pombal, Paraíba, 2017.

ABSTRACT

The objective of this study is to estimate the rainwater potential in the Campus Pombal-PB of the Federal University of Campina Grande-UFCG, aiming to analyze the feasibility of implantation of rainwater harvesting on campus. It was analyzed the total covered area on campus, as well as the rainfall intensity of the city of Pombal-PB in the period of 20 years (1996 to 2016). To estimate the required volumes of the reservoirs, the English Practical Method and the Brazilian Practical Method (Azevedo Neto) were used. In view of the results, it can be concluded that the Pombal-PB Campus has a considerable potential for rainwater harvesting, since the area is large and can collect and store rainwater for later use, generating financial and environmental economics. This study contributed, therefore, to the identification and diagnosis of the catchment potential in each campus building, and can be used in planning and management strategies.

Keywords: Feasibility analysis. Conservation of water use. Systems of utilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de água no planeta Terra	18
Figura 2 - Modelo de cisterna.....	20
Figura 3 - Esquema ilustrativo de coleta da água de chuva.....	21
Figura 4 - Localização da área de estudo (CCTA/UFCG, Pombal – PB)	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
AP1MC	Associação Programa Um Milhão de Cisternas
ASA	Articulação do Semiárido Brasileiro
<i>CAD</i>	<i>Computed Aided Design</i>
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CCTA	Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
NBR	Normas Brasileiras
PB	Paraíba
PVC	Policloreto de Vinila
UFPG	Universidade Federal de Campina Grande

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores usuais de coeficiente de <i>runoff</i> (<i>C</i>)	22
Tabela 2 - Série mensal de precipitação do município de Pombal-PB.....	30
Tabela 3 - Consumo de água no <i>Campus</i> de Pombal – PB	33
Tabela 4 - Consumo líquido do <i>Campus</i> de Pombal - PB	34
Tabela 5 - Dimensões das áreas das instalações prediais	35
Tabela 6 - Estimativa de Captação (Cenários Seco, Médio e Chuvoso)	38
Tabela 7 - Volumes dos reservatórios (Método Prático Inglês)	40
Tabela 8 - Volumes dos reservatórios (Método Prático Brasileiro - Azevedo Neto).....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Consumo (m ³) de água e custo (R\$) sem a captação	34
Gráfico 2 - Histograma dos valores anuais de precipitação pluviométrica de Pombal	36
Gráfico 3 - Índice Pluviométrico (Cenário Seco)	37
Gráfico 4 - Índice Pluviométrico (Cenário Médio)	37
Gráfico 5 - Índice Pluviométrico (Cenário Chuvoso)	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 Recursos Hídricos	18
3.2 Sistemas de aproveitamento das águas pluviais	19
<i>3.2.1 Métodos de dimensionamento de reservatórios</i>	22
3.3 Captação das águas pluviais	25
3.4 Qualidade das águas pluviais	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Localização da área de estudo	27
4.2 Métodos	28
<i>4.2.1 Caracterização das instalações cobertas na área de estudo</i>	29
<i>4.2.2 Determinações das áreas cobertas das edificações do campus</i>	29
<i>4.2.3 Levantamentos da série histórica de precipitação média anual local</i>	30
<i>4.2.4 Estimativa do potencial de captação da água de chuva no campus</i>	31
<i>4.2.5 Análise da viabilidade</i>	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 Caracterização das instalações cobertas na área de estudo	33
<i>5.1.1 Características das instalações prediais</i>	33
<i>5.1.2 Histórico de consumo de água</i>	33
5.2 Determinações das áreas cobertas dos prédios e passarelas do campus	35
5.3 Levantamentos da série histórica de 20 anos para a precipitação média anual da cidade de Pombal – PB	35
<i>5.3.1 Cenário Seco</i>	36
<i>5.3.2 Cenário Médio</i>	37
<i>5.3.3 Cenário Chuvoso</i>	38
5.4 Estimativa do potencial de captação da água de chuva no campus	38
5.5 Análise da viabilidade	39

6 CONCLUSÕES.....	42
7 PROPOSTAS FUTURAS	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A água é o principal recurso natural, um bem finito, indispensável para o desenvolvimento e a sobrevivência dos seres vivos, essencial para o equilíbrio ecológico e ambiental, além de exercer grande importância no desenvolvimento socioeconômico (BRASIL, 2001). Sendo primordial em inúmeras atividades humanas, tais como domésticas, comerciais, industriais, agrícolas e culturais. Entretanto, o homem tem utilizado esse recurso de maneira irracional, tratando a mesmo como um insumo inesgotável (LIMA, 2010).

A disponibilidade de água potável é um desafio cada vez maior, principalmente em áreas com baixo índice pluviométrico. O desenvolvimento de tecnologias para finalidades usuais da água, principalmente para as etapas de captação, transporte, armazenamento e reaproveitamento, vem sendo cada vez mais exploradas, em virtude da necessidade vital desse recurso.

O Brasil, apesar de possuir grandes reservas hídricas, enfrenta problemas de escassez e de desperdício de água, devido ao elevado índice populacional em algumas regiões, principalmente em regiões semiáridas. Tais problemas podem ser amenizados e até mesmo solucionados através de políticas e programas de captação da água de chuva e, ou, reuso de água.

Diante dessa realidade, é possível observar uma rota de soluções cada vez mais abrangente, tendo em geral como principais componentes, a eficiência dos tipos de tratamento, a distribuição com perdas mínimas, a potabilidade exigida pela legislação e o atendimento das necessidades vital desse bem (HESPANHOL, 2003).

Segundo Peters (2006) a aplicação de tecnologias que visam o aproveitamento da água de chuva para posterior uso, são as mais eficazes tentativas de preservação desse bem, levando em consideração seu baixo custo e a economia que é gerada.

Em regiões semiáridas, como o Nordeste Brasileiro, em que o regime de chuvas é irregular com total precipitado inferior as taxas da evapotranspiração, ficando abaixo das necessidades da região, torna-se necessário o armazenamento de água para suprir, principalmente, as demandas potáveis (SONDA et al, 2001; MAY, 2004).

A captação e o aproveitamento da água de chuva surgem como alternativas interessantes na busca de amenizar a problemática da escassez nos dias de hoje, enquanto em algumas regiões existe abundância desse recurso, em outras, a falta dele leva várias pessoas a viverem em condições sub-humanas.

O Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar está situado no Semiárido Paraibano, o qual apresenta baixos índices pluviométricos e em geral irregulares. Considerando o consumo exorbitante de água nas atividades desenvolvidas no local, em especial as relacionadas a manutenção geral do *campus* e as pesquisas desenvolvidas pelos cursos de graduação e pós-graduação, com ênfase para o curso de Agronomia que demanda uma grande quantidade de água para irrigação de experimentos. Sendo assim, o *campus* necessita de sistemas eficientes e eficazes para captar, transportar e armazenar a água de chuva.

O presente estudo partiu de um trabalho desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande no *Campus* de Pombal-PB, que considerou alguns benefícios frequentemente associadas à captação e aproveitamento de água pluviais em edifícios, como: a redução nas despesas com água potável, acarretando economia no sistema de tratamento.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é estimar o potencial de captação de águas pluviais nas áreas cobertas no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Pombal-PB. Esta temática foi escolhida considerando a dimensão das áreas cobertas e as condições propícias de seus edifícios, além dos seus altos índices de consumo da água potável. Tais ações têm como intuito mobilizar a comunidade acadêmica para futuramente elaborar e implantar o projeto de captação e armazenamento da água de chuva.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estimar o potencial de captação de águas pluviais nas áreas cobertas no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Pombal-PB.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a área de estudo do *campus*;
- Estimar o potencial de captação da água de chuva no *campus*;
- Analisar a viabilidade de implantação da captação da água de chuva no *campus*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

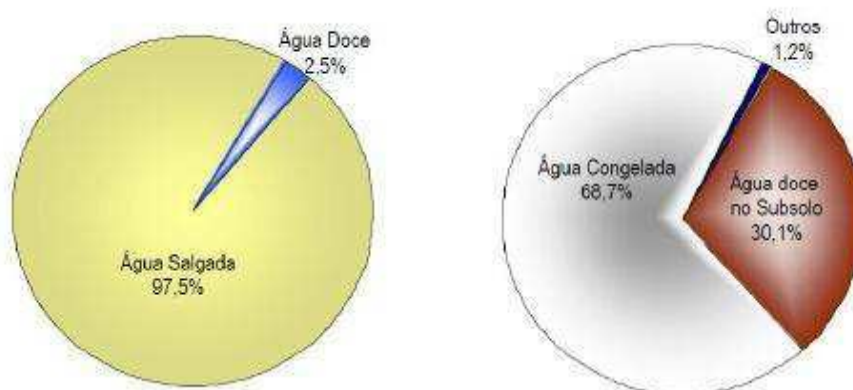
3.1 Recursos Hídricos

Como recursos hídricos entende-se a água disponível de elevada garantia associada (intra e interanual), de boa qualidade e acessível a todos os setores da população que dela necessitem para a sobrevivência (BRASIL, 2012). A mesma detém de um valor incalculável, a qual deve ser protegida e cuidada sob qualquer situação, tornando-se útil em diversos usos, por exemplo, navegação, irrigação de culturas agrícolas, geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, recreação, piscicultura, aquicultura, pesca, assim como no tratamento de esgotos, entre outros (BRASIL, 2001).

Segundo Shiklomanov (1998) e May (2004) o planeta Terra possui aproximadamente 1.386 milhões de m³ de água, estando em sua maioria nos oceanos e em menores quantidades em rios, lagos, geleiras e no subsolo. Acrescentando também a porção de água na forma gasosa presente na atmosfera.

Na Figura 1 é apresentado o quantitativo de água em porcentagem no planeta Terra.

Figura 1 - Distribuição de água no planeta Terra



Fonte: BRASIL, 2001.

Do volume total de água existente no planeta Terra apenas 2,5% é de água doce. Porém, somente 0,3% dessa parcela de água doce são constituídas de porção superficial, estando em rios e lagos (SHIKLOAMNOV, 1997).

A região Norte dispõe de 68,5% da água doce e representa 6,83% da população, enquanto que a região Centro-Oeste dispõe de 15,70% e possui 6,43%, a região Sul apresenta 6,5% de água onde vivem 15,07% da população, na região Sudeste esse valor é de 6% que representa 42,73% da população e a região Nordeste dispõe de 3,30% de água e possui 28,94% da população. Demonstrando assim o grande desequilíbrio entre a quantidade de água e a população no Brasil (TOMAZ, 2000).

De acordo com Vieira et al., (2005) a região Nordeste possui um volume de água em torno de 37 bilhões de m³, porém a falta de políticas para gerenciar esse recurso e distribuir de maneira coerente, para que assim, as necessidades da população sejam atendidas.

3.2 Sistemas de aproveitamento das águas pluviais

De acordo com May (2004) a propagação de informações relacionada ao risco de escassez de água tem aumentado a conscientização da população com relação a seu uso. Assim sendo, a alocação de sistema que visam o uso de forma racional da água são cada vez mais aplicados, tal como os de aproveitamento da água de chuva.

Dependendo a qual uso será destinado à água de chuva, o planejamento dos sistemas poderá ser do mais barato ao mais caro (CAMPOS e AMORIM, 2004).

Segundo Santos (2002) o sistema de aproveitamento da água de chuva consta em seu formato básico, da área de captação, dispositivos de condução de água, uma unidade de tratamento e do reservatório de armazenamento.

Existem diferentes técnicas de captação de águas pluviais, que vão desde a construção de cisternas até a construção de barragens. O uso dessas tecnologias tende a minimizar os efeitos da falta de água, dessa forma, o cenário no semiárido está sendo modificado positivamente (GNALDLINGER, 2001).

No Brasil, principalmente na região semiárida, são bastante empregados os sistemas de aproveitamento da água de chuva, por meio da construção de cisternas. Que através da implantação de programas que buscam formas de minimizar a falta desse recurso em tempos de escassez, dentre o qual, o APIMC (Associação Programa Um Milhão de Cisternas) ou Programa de Formação de Cisternas Rurais, gerenciado pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) e com o apoio do governo federal, cujo o objetivo é fornecer cisternas para o abastecimento de famílias da zona rural (SILVA, 2014).

Na Figura 2 é mostrado o modelo de cisterna implantada pelo Programa AP1MC.

Figura 2 - Modelo de cisterna



Fonte: CONTRAF, 2011.

Segundo Tomaz (2003) as cisternas são confeccionadas com placas pré-moldadas de concreto ou com telas de arame recoberto com argamassa, com capacidade para armazenar 16m³ de água.

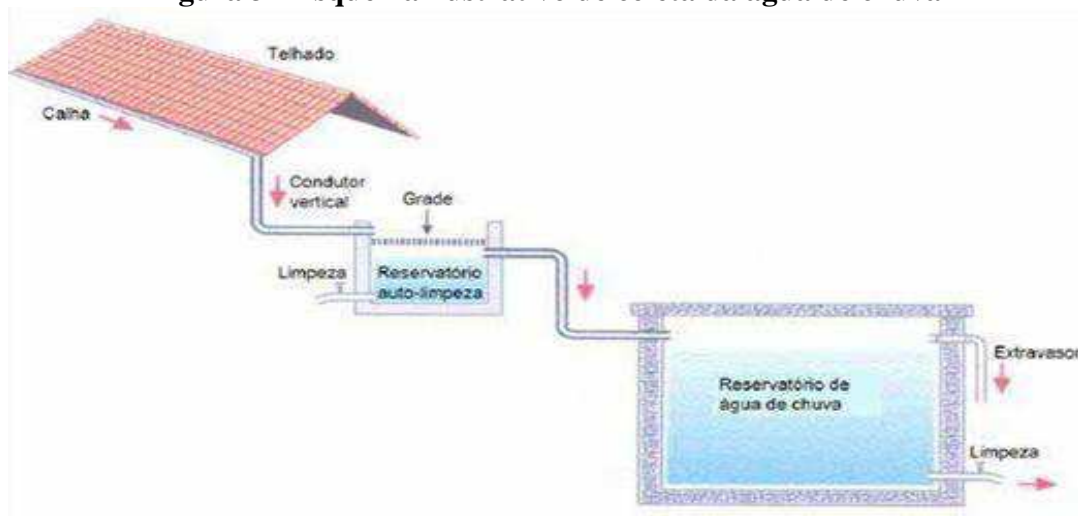
A utilização de reservatórios individuais, como as cisternas, pode ser utilizada para armazenar a água da chuva. Sua execução é uma alternativa para quem procura captar a água em época de chuva, no intuito de armazenar e utilizar no período de estiagem. Seu uso é comum em regiões de altos índices pluviométricos, ou, em casos extremos, em regiões que sofrem com a escassez (AZEVEDO NETTO, 1991).

O aproveitamento da água de chuva deve estar incluído em todos os cenários, agregando incentivos e implantando novas tecnologias que reduzam os impactos da escassez, que atinge praticamente todas as regiões do Brasil.

Diante disso, essas novas tecnologias surgem como uma ação de grande interesse, visto que ao mesmo tempo em que coopera para o uso racional da água potável, contribui como para a eficiência do sistema de drenagem urbana.

Constituí como equipamentos necessários em um sistema de aproveitamento da água de chuva: calhas, condutores, dispositivo de descarte da água de lavagem do telhado e a cisterna para seu armazenamento (GONÇALVES, 2006), como mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Esquema ilustrativo de coleta da água de chuva



Fonte: May, 2004.

De acordo ANA et al. (2005) para se projetar um sistema de aproveitamento e uso da água pluvial é preciso seguir uma metodologia básica:

- Determinação da precipitação média local (mm/mês);
- Determinação da área de coleta;
- Determinação do coeficiente de escoamento superficial;
- Caracterização da qualidade da água pluvial;
- Projeto do reservatório de descarte;
- Projeto do reservatório de armazenamento;
- Identificação dos usos da água (demanda e qualidade);
- Estabelecimento do sistema de tratamento necessário;
- Projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc.).

Atuando diretamente no sucesso do sistema de aproveitamento da água de chuva, a precipitação, é determinada em função dos dados mensais nos níveis nacionais, regionais ou locais, e também em função das séries históricas de chuvas na região. É uma das etapas mais importante, sendo conveniente a análise dos dados de no mínimo, um período de 10 anos (TOMAZ, 2010).

Um dos principais pontos a ser considerado no sistema de aproveitamento da água de chuva, é a área de captação, pois será nela que será coletada toda a água da chuva e determinada a quantidade de água a ser captada.

A NBR n.º 10.844/89 fixa exigências e critérios necessários aos projetos de águas pluviais, visando garantir a segurança, funcionamento, higiene, economia e

durabilidade (ABNT, 1989). De acordo com essa norma, as áreas cobertas podem ser inclinadas, pouco inclinadas ou planas (ANA et al., 2005).

Para cada tipo de material há um tipo de inclinação e um fator de escoamento, devido à perda, nem todo volume precipitado é aproveitado, geralmente evapora ou é perdido em virtude dos vazamentos nas tubulações.

Os coeficientes variam entre 0,8 a 0,95 existindo para cada tipo de material utilizado no sistema de captação uma faixa de valores numéricos correspondente ao coeficiente de *runoff* (C).

Segundo Tomaz (2003) o Brasil adota $C=0,80$ como coeficiente de *runoff*. Significando dizer que há uma perda de 20% de toda a água precipitada. Conforme mostrado na Tabela 1 os valores para C de acordo com cada material utilizado.

Tabela 1 - Valores usuais de coeficiente de *runoff* (C)

MATERIAL DO TELHADO	COEFICIENTE DE RUNOFF
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico, PVC	0,9 a 0,95

Fonte: Adaptado de SILVA (2014, p. 35).

3.2.1 Métodos de dimensionamento de reservatórios

Na literatura são identificados diversos métodos para dimensionamento de reservatórios. Basicamente os métodos calculam o balanço entre quantidade de chuva captada e a demanda para esta água, utilizando como parâmetro local, a área de captação e o consumo.

A NBR 15.527/07 apresenta os requisitos para aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, contém alguns métodos para dimensionamento de reservatórios destinado ao armazenamento de água pluvial, são eles: Método de Rippl, Método de Simulação, Método Prático Alemão, Método Prático Brasileiro (Método Azevedo Neto), e o Método Prático Inglês (ABNT, 2007).

- *Método de Rippl*

Consiste num balanço de massa, podendo ser utilizados dados de precipitação mensal ou diário. A utilização de dados mensais implicará em reservatórios maiores. Assim, recomenda-se que, quando possível, sejam utilizados dados diários.

É um método de cálculo de volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão regularizada constante durante o período crítico de estiagem observado. São utilizadas as seguintes Equações (1, 2 e 3):

$$Q(t) = P(t) \times A \times C \quad (1)$$

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (2)$$

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0 \quad (3)$$

Onde:

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

Q(t) = volume de chuva captada no tempo t;

D(t) = demanda ou consumo no tempo t;

P(t) = precipitação no tempo t;

C = coeficiente de *Runoff*;

A = área de captação; e

V= volume do reservatório.

- *Método de Simulação*

A maioria dos modelos de simulação, para dimensionamento de reservatórios para água pluvial, encontrados na literatura, faz o balanço hídrico a partir de volumes pré-definidos de reservatórios. Estes podem ser escolhidos pelo usuário ou sugeridos pelo método, dando como repostas os indicadores: confiabilidade, satisfação e eficiência. O cálculo consiste na avaliação do balanço hídrico calculado pelas Equações (4 e 5):

$$Q(t) = P(t) \times A \times C \quad (4)$$

$$S(t) = S(t-1) - Q(t) - D(t), \text{ sendo } 0 \leq S(t) \leq V \quad (5)$$

Onde:

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

$S(t-1)$ = volume de água no reservatório no tempo $t-1$;

$Q(t)$ – volume de chuva captada no tempo t ;

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

$P(t)$ = precipitação no tempo t ;

C = coeficiente de escoamento superficial;

A = área de captação; e

V = volume do reservatório.

- *Método Prático Alemão*

Trata-se de um método empírico onde se toma o menor valor de volume do reservatório; 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual em de precipitação aproveitável. O cálculo realizado pela Equação (6):

$$V = \text{mín}(V_c; D) \times 0,06 \quad (6)$$

Onde:

V_c = volume anual de água de chuva captada, em litros;

D = demanda anual da água não potável, em litros;

V = volume do reservatório, em litros.

- *Método Prático Brasileiro (Azevedo Neto)*

Utiliza uma série de precipitação de forma anual relacionando com a quantidade de meses com pouca chuva ou seca. Neste método empírico, é desconsiderada a influência da demanda, considerando apenas o volume captado e o período de estiagem (mensal). Desta forma, o volume de reservatório é calculado através da Equação (7).

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (7)$$

Onde:

V = volume do reservatório, em litros;

P = precipitação média anual, em mm;

A = área de captação, em m²; e

T = números de meses de pouca chuva ou seca.

- *Método Prático Inglês*

É um método empírico. Nele, a demanda também não é considerada no cálculo, o volume do reservatório é calculado por meio da Equação (8).

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (8)$$

Onde:

P = precipitação média anual, em mm;

A = área de captação, em m²; e

V = volume do reservatório, em litros.

3.3 Captação das águas pluviais

De acordo com Silva e Domingos (2009) a captação de águas pluviais é vista como uma opção para diminuir o consumo junto ao sistema de abastecimento público, em especial em regiões com sofrem com a escassez.

Ponderando que a aplicação dessa prática reduza a pressão sobre o sistema de abastecimento público, e água captada possa ser empregada em diversos usos, tais como vaso sanitário, máquina de lavar, irrigação de jardim, lavagem de carro, dentre outros fins. Assim sendo, a utilização da água de chuva pode gerar uma economia significativa no consumo da água na concessionária de abastecimento.

Segundo Resende e Pizzo (2007) toda economia gerada pelo aproveitamento da água de chuva recai em economia para a água de uso nobre, logo que a partir do instante em que não se usa a água fornecida pelo sistema público, considerando uso menos nobre, esse recurso é preservado diretamente para consumo humano.

A captação direta da água de chuva nas edificações pode ser vista como uma forma alternativa para diminuir a procura pela água fornecida pelo sistema público.

Sendo assim, proporcionando o menor uso dos equipamentos do sistema de abastecimento da cidade, o aproveitamento da água de chuva mostra-se ser bastante eficaz, até mesmo na economia de energia (COHIM et al., 2007).

Trabalhos semelhantes foram realizados em uma residência popular no município de Nova Odessa-SP, onde foi realizado o estudo da implantação do sistema de captação da água de chuva e a viabilidade econômica.

3.4 Qualidade das águas pluviais

A qualidade da água de chuva vai depender exclusivamente do seu uso. Em locais onde o consumo de água é destinado para a irrigação e, ou, descarga de vasos sanitários é pouco necessário à verificação e a correção de sua qualidade.

A água de chuva, em geral, é apropriada para o consumo humano, sua qualidade vai depender da limpeza do local de captação e da existência de poluição atmosférica (ANDRADE NETO, 2003).

Pode ser utilizada para consumo humano, desde que haja controle da sua qualidade, e ocorrendo o devido tratamento, essa etapa é de grande importância para a saúde das pessoas que irão consumi-la, uma vez que, o tratamento inadequado potencializa o surgimento de doenças de veiculação hídrica.

Segundo Amorim e Porto (2003) a atenção com a qualidade vai além da sua distribuição de água de boa qualidade, pois, ao contrário de um sistema de água potável tradicional, onde é vedada a entrada de contaminantes, uma cisterna é um sistema “aberto”, cuja manutenção da qualidade da água é essencial para que seja distribuída aos consumidores.

Segundo Brito et al., (2005b) e Al-Salaymeh et al., (2011) ainda que, em certas circunstâncias, se tenha água armazenada em cisternas o suficiente para que as necessidades básicas sejam atendidas no período de seca, geralmente a qualidade dessa água se encontra fora dos padrões ideal para consumo. A partir de então, é sugerido adotar mecanismos que possa melhorar a qualidade da água de chuva para usos nobres, como o consumo humano.

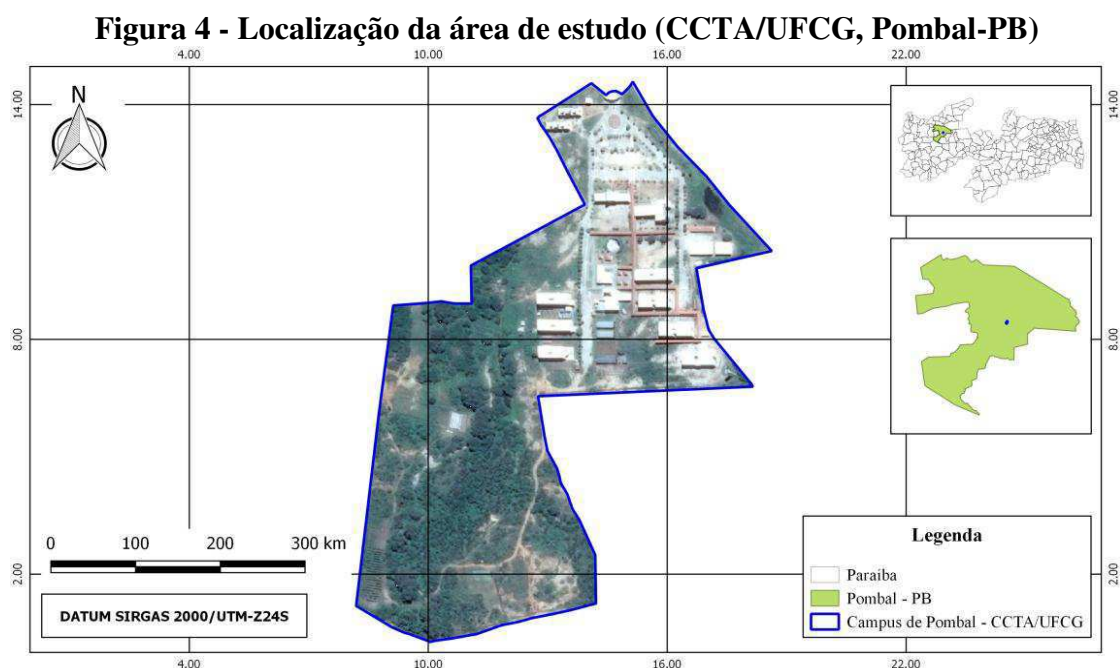
4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus de Pombal – PB.

4.1 Localização da área de estudo

O município de Pombal compreende uma área de 892, 70 km² e está localizado na mesorregião do sertão paraibano, distante 387 km da capital do estado da Paraíba, João Pessoa, e apresenta as seguintes coordenadas geográficas (latitude 6°45' S e longitude 37°48' W). O mesmo é cortado pelo Rio Piancó e Rio Piranhas, e o principal acesso é feito a partir da rodovia federal BR – 230.

A Figura 4 apresenta o mapa da área de estudo, destacando a localização do *Campus* da UFCG em Pombal – PB.



O *Campus* de Pombal é um dos seis campi de ensino superior público pertencente à UFCG. Sendo implantado em Pombal desde 2006, conta atualmente com os cursos de graduação em Agronomia, Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos e Engenharia Civil; e com os cursos de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais e Pós-Graduação em Horticultura Tropical. Atualmente é composto de

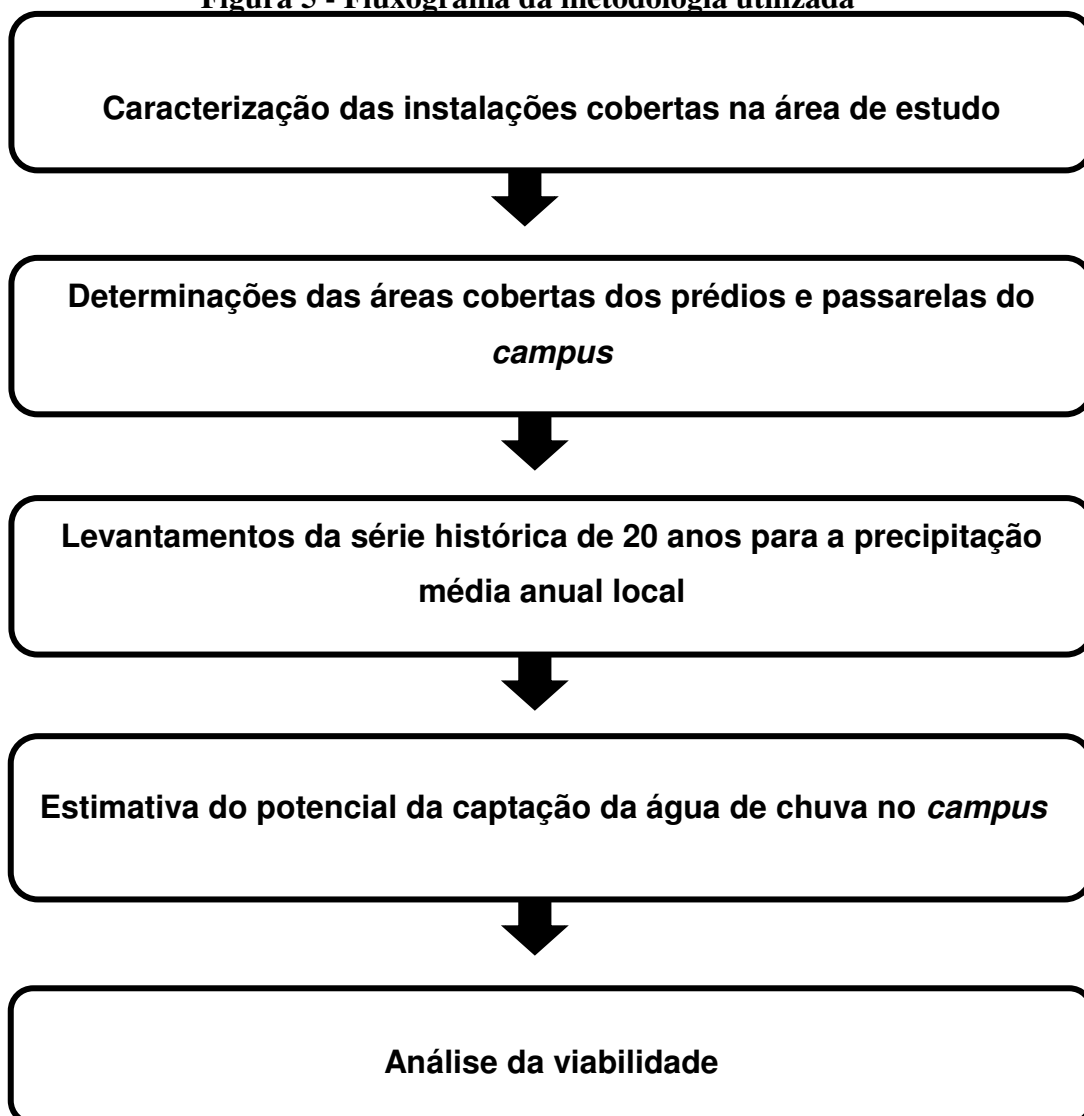
um total de 1.361 pessoas, isso inclui Alunos da graduação e pós (1182), Docentes (77), Técnicos Administrativos (38) e Terceirizados (64).

4.2 Métodos

O método utilizado é um estudo de caso, por meio da coleta de dados primários e secundários, levantamentos bibliográficos e documentais.

A metodologia proposta divide-se em cinco etapas que determinam o escopo do trabalho. Na Figura 5 encontra-se o fluxograma das etapas metodológicas.

Figura 5 - Fluxograma da metodologia utilizada



Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

4.2.1 Caracterização das instalações cobertas na área de estudo

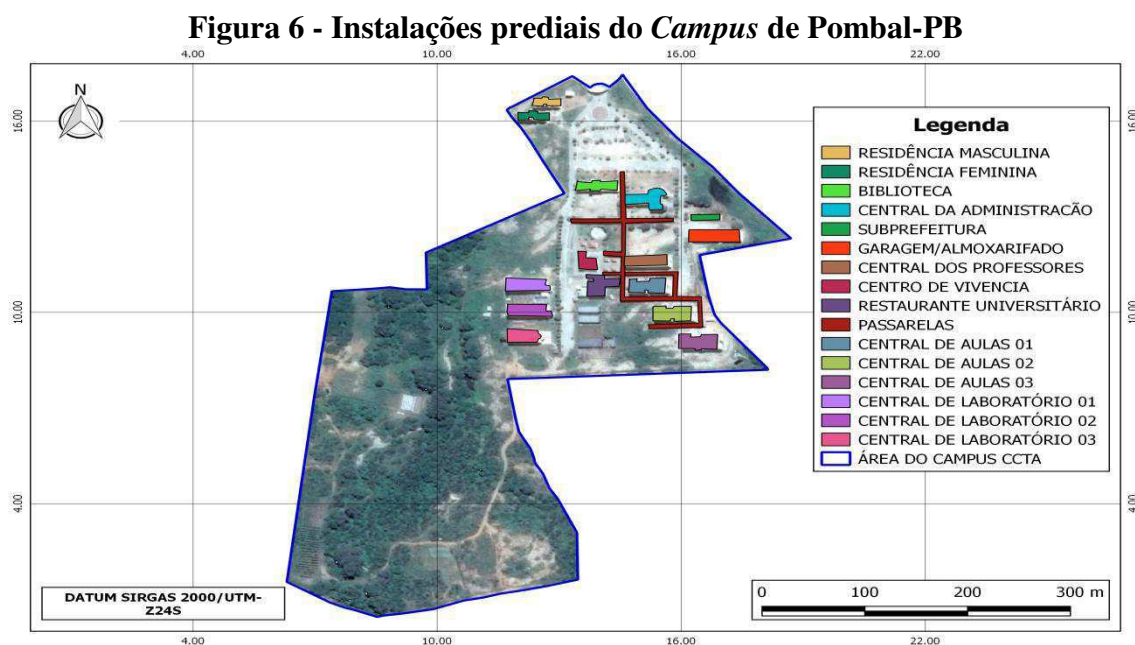
Para obtenção das informações relacionadas às instalações prediais do *campus* foi necessária a coleta de dados das características das instalações prediais e dados históricos do consumo de água no local.

A descrição das características das instalações do local é o primeiro passo, juntamente com o levantamento dos projetos arquitetônicos para conhecer o local onde será realizado o estudo. Pois o conhecimento das instalações é fundamental para sua execução. Tais informações foram cedidas pela administração do *campus*, junto à subprefeitura e por meio de visitas *in loco* (UFCG, 2017).

O consumo de água do *campus* foi obtido a partir das faturas de cobrança, referente aos anos de 2014, 2015 e 2016, emitidas a partir de registros na CAGEPA.

4.2.2 Determinações das áreas cobertas das edificações do campus

Estimou-se a área dos telhados das construções dentro do *campus*. Que possui atualmente 16 instalações passíveis de captação da água de chuva, conforme mostra a Figura 6.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

4.2.3 Levantamentos da série histórica de precipitação média anual local

Os dados de precipitação média mensal para a cidade de Pombal-PB foram obtidos no site da AESA, o qual disponibilizou a série histórica de precipitação mensal compreendida no período de vinte anos, entre 1996 a 2016. A tabela 2 apresenta os valores de precipitação mensal.

Tabela 2 - Série mensal de precipitação do município de Pombal-PB.

Precipitação Pluviométrica (mm)												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1996	887,9	126,6	153,2	360,8	96	14,4	13,6	7,0	0,0	0,0	11	7,0
1997	120,4	66,2	154,4	133	133,2	0,0	23,2	8,0	0,0	0,0	8,5	47,5
1998	172,7	67,2	143,5	33	24	0,0	22	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	29,6	6,2	324,2	21,9	132,3	8,4	1,5	0,0	0,0	13	42,5	115,3
2000	45,2	137,5	204,6	244,1	53,4	46	67,2	47,4	7,1	0,0	11,2	65,4
2001	4,8	4,0	230,6	68	8,0	40,9	10,8	0,0	0,0	18,2	0,0	10,6
2002	299,9	173,6	174,1	200,3	151,4	31	6,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
2003	97,4	227,2	266,2	124,1	63,7	8,5	14,8	0,0	0,0	0,0	14	10,4
2004	575,4	437,9	209,8	52,6	28,6	157,6	21,2	5,0	0,0	0,0	0,0	12
2005	20,3	69,6	205,8	56,8	140,3	50,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,3
2006	2,3	373,8	215,7	213,5	127,5	21,9	7,8	9,1	0,0	5,3	0,0	0,0
2007	2,1	379,7	58,3	210,3	132,3	21	22,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	87	78,7	474,4	333,7	151	29,6	31,7	5,0	0,0	0,0	0,0	11,7
2009	92,3	200,4	159,4	397,1	218,3	91,3	28,6	102	0,0	0,0	0,0	36,5
2010	117,2	141	98	288,4	5,0	63,9	0,0	0,0	0,0	229,6	0,0	74,7
2011	172,2	224	20,5	197,8	219,4	36,5	21,8	0,0	0,0	55,5	11,6	0,0
2012	47,6	62,4	51,7	83,7	5,3	17,2	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	56,2	15	132,3	105,9	25,8	60,5	51,8	9,2	0,0	5,9	14,7	62,4
2014	0,0	50,5	284,7	99,9	142,1	31,7	9,5	0,0	8,4	9,6	77	0,0
2015	0,0	102,7	228,6	86	57,5	17,1	28,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	111,1	78,4	230,6	71,1	6,4	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9
Média	102	143,9	191,4	161	91,5	36,5	18,7	9,3	0,9	16,1	9,1	26,7
Máximo	575,4	437,9	474,4	397,1	219,4	157,6	67,2	102	8,4	229,6	77	115,3
Mínimo	0,0	4,0	20,5	21,9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DP*	131,3	124,7	100,7	112,3	69,4	35,8	16,9	23,6	2,4	50,5	18,5	35,5

Fonte: Elaborada pelo autor com dados da AESA (2017). *Desvio Padrão (DP)

A análise de viabilidade e estimativa do potencial e volume requerido de armazenamento foi realizada, neste estudo uma metodologia própria, em que a série histórica de precipitação foi dividida em três cenários, descritos a seguir.

- **Cenário seco:** correspondente aos anos em que a precipitação ocorre, igual a média da precipitação ocorrida no terço mais seco dos anos da série histórica;

- **Cenário médio:** correspondente aos anos em que a precipitação ocorre, igual a média da precipitação ocorrida no terço intermediário dos anos da série histórica;
- **Cenário chuvoso:** correspondente aos anos em que a precipitação ocorre, igual a média da precipitação ocorrida no terço mais chuvoso dos anos da série histórica.

4.2.4 Estimativa do potencial de captação da água de chuva no campus

A estimativa do potencial de captação da água de chuva para aproveitamento baseia-se no levantamento das áreas cobertas das instalações prediais e passarelas e nos valores de precipitação para a região utilizando a série histórica (Tabela 2). Calculou-se a área dos telhados dos prédios e das passarelas por meio das plantas arquitetônicas do projeto. Posteriormente, se realizou os cálculos da estimativa de água de chuva através da Equação (9):

$$V = A * P * C * 1/1000 \quad (9)$$

Onde:

V = Volume captado (m³);

A = Área total da instalação predial (m²);

P = Precipitação anual da região (mm); e

C = Coeficiente de *Runoff* (valor adotado = 0,8).

Sendo utilizados para a resolução dessa fórmula os dados da série histórica de precipitação.

4.2.5 Análise da viabilidade

Nesse estudo utilizou-se o Método Prático Brasileiro (Método Azevedo Neto) e o Método Prático Inglês, e obteve-se um comparativo desses valores para a escolha do volume de reservatório.

Para quantificar o parâmetro T, adotou-se neste estudo que, um mês seria considerado de pouca chuva ou seco se sua precipitação total correspondesse a 0 ou a

um valor inferior a 20% da precipitação média do referido mês em cada cenário analisado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização das instalações cobertas na área de estudo

5.1.1 Características das instalações prediais

Atualmente, as instalações do *Campus* de Pombal-PB é composta por 15 edificações mais as passarelas, todas com potencial de captação. Contendo uma área territorial total de 155.500,47 m², tendo em sua composição vegetação nativa da Caatinga, além de prédios, pavimentação, estufas e áreas de cultivos e experimentos (UFCG, 2017).

5.1.2 Histórico de consumo de água

Diante disso, foi possível realizar os gastos financeiros do *campus* com a utilização da água.

O *Campus* da UFCG de Pombal-PB tem contabilizado nos anos de 2014, 2015 e 2016, um consumo aproximado de 60.419m³ de água.

Esse consumo incluiu desperdício e perdas existentes nos prédios, dividido entre seus usos, como irrigação dos jardins, nos experimentos em estufas e plantações de culturas, laboratórios, e o consumo em geral.

A Tabela 3 apresenta os dados do consumo de água em metros cúbicos do *Campus* de Pombal-PB.

Tabela 3 - Consumo de água no *Campus* de Pombal-PB

Ano	Consumo (m³)
2014	21.241
2015	20.514
2016	18.664
Total	60.419

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

É importante ressaltar que existe apenas um hidrômetro instalado no *campus*, todos os dados são registrados em apenas um local, não sendo desta forma possível diferenciar o consumo individual de cada instalação.

Nesse período, podem ser destacados alguns fatos relevantes para justificar esse consumo. Entre esses anos, houve um aumento no número de edificações do campus, como a construção da Central de Aulas 3, Central de Laboratório 3, Restaurante Universitário, além das estufas e pavimentação.

Os dados referentes ao consumo líquido (R\$) para esses mesmos anos são no valor de R\$ 507.826,01 como tá exemplificado na Tabela 4.

Tabela 4 - Consumo líquido do *Campus* de Pombal-PB

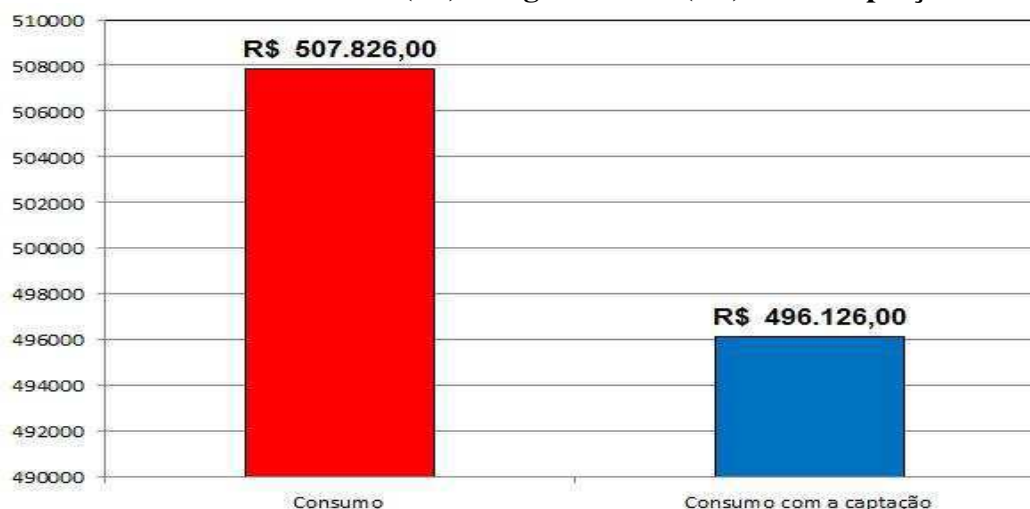
Anos	Consumo (R\$)
2014	162.924,34
2015	169.643, 24
2016	175.258,43
Total	507.826,01

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Comparando o consumo total de água no *campus* e o custo total nesses anos com a estimativa de captação de 13.919m³, poderia ter sido economizado cerca de R\$ 116.990,00. Tal valor poderá ser investido em outras atividades na gestão do campus.

O Gráfico 1 mostra o consumo de água e o custo sem e com a captação de águas pluviais, demonstrando a possível geração dessa economia, caso fosse implantado um sistema de captação.

Gráfico 1 - Consumo (m³) de água e custo (R\$) sem a captação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

5.2 Determinações das áreas cobertas dos prédios e passarelas do *campus*

A partir das dimensões obtidas nas plantas de coberturas e de medições *in loco* foram determinadas as áreas de contribuição para o aproveitamento da água de chuva, conforme apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Dimensões das áreas das instalações prediais

Setores	Área (m ²)
Residência Masculina	247,5
Residência Feminina	247,5
Biblioteca	483,13
Central da Administração	578,6
Subprefeitura	136,1
Garagem/Almoxarifado	443,41
Central dos Professores	557,56
Centro de Vivência	258,39
Restaurante Universitário	488,07
Passarelas	874,9
Central de Aulas 1	667,53
Central de Aulas 2	667,53
Central de Aulas 3	667,53
Central de Laboratório 1	530,1
Central de Laboratório 2	530,1
Central de Laboratório 3	523,51
Total	7.901,4

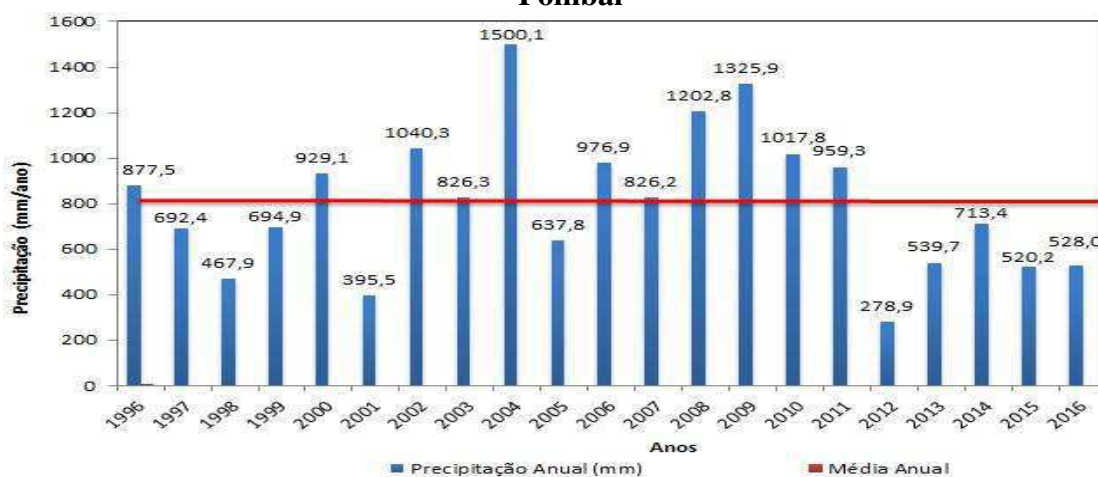
Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Com base nas informações geradas, o *Campus* de Pombal conta com uma área de aproximadamente 7.901,4 m². Na Tabela 5 é possível observar a área de captação de cada instalação, e o seu somatório evidenciando uma área bastante ampla passível para captar água de chuva.

5.3 Levantamentos da série histórica de 20 anos para a precipitação média anual da cidade de Pombal-PB

Com base nos dados de precipitação e no cálculo do desvio padrão (60,1mm) na Tabela 2 conforme dados apresentados o período chuvoso começa em janeiro e estende até maio e o restante do ano compõe o período seco para o município de Pombal-PB. A precipitação média anual (linha vermelha) em Pombal é de 807,4mm.

Gráfico 2 - Histograma dos valores anuais de precipitação pluviométrica de Pombal



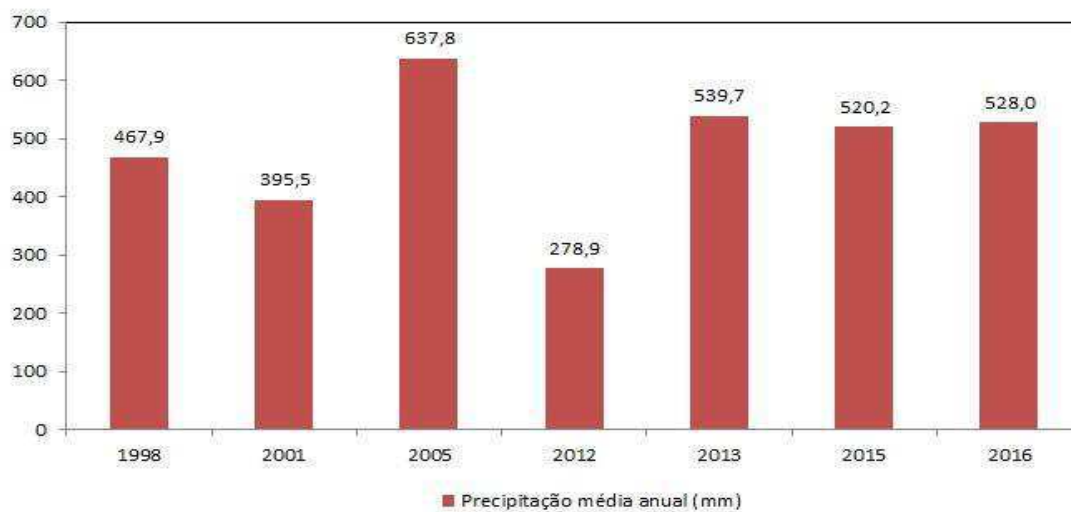
Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

A seguir, foi realizando a análise do histograma no Gráfico 1 para os diferentes cenários.

5.3.1 Cenário Seco

A partir da série histórica, foram selecionados os anos de menor precipitação média para esse período. Demonstrando que mesmo nos anos de menor índice pluviométrico, houve uma considerável variação de um ano para outro, sendo 2005 (637,8mm) sendo o ano com maior precipitação, e 2012 (278,9mm) o de menor precipitação, com uma média anual para esse cenário de 481,1mm.

Percebe-se que mesmo em um cenário seco (Gráfico 3), ou seja, de menor índice pluviométrico, a série histórica do mesmo obteve uma intensidade pluviométrica na maioria dos anos acima da média anual da série, mostrando que é viável a captação da água de chuva.

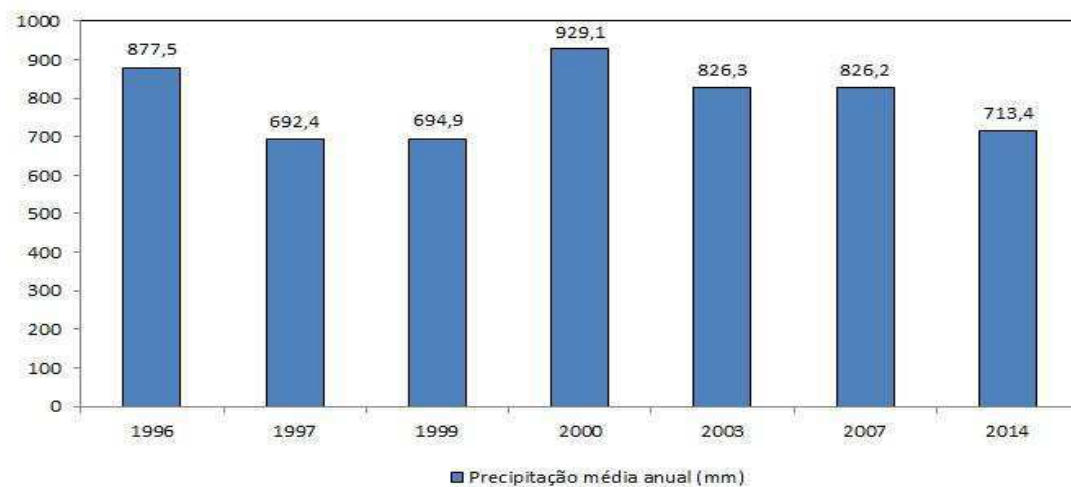
Gráfico 3 - Índice Pluviométrico (Cenário Seco)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

5.3.2 Cenário Médio

Para o Cenário Médio o ano de maior índice pluviométrico (Gráfico 4) foi 2000 (929,1mm) e o de menor intensidade 1996 (877,5mm).

Tendo uma precipitação média de 794,3mm, demonstrando que a índice pluviométrico anual para esse cenário se manteve acima da média, com exceção dos anos de 1997, 1999 e 2014.

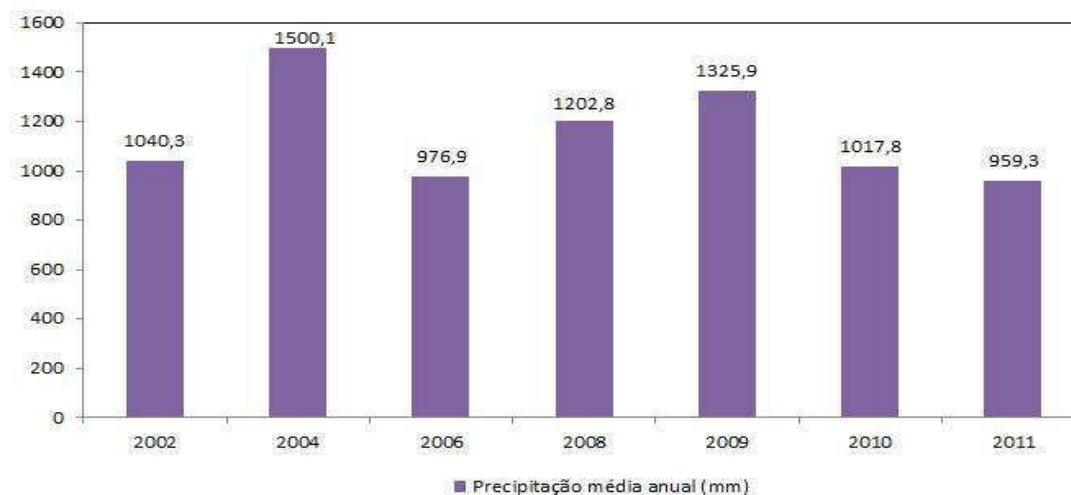
Gráfico 4 - Índice Pluviométrico (Cenário Médio)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

5.3.3 Cenário Chuvoso

Utilizando os anos com maior índice pluviométrico (Gráfico 5) constata-se que o ano de 2014 registrou a maior precipitação do período, sendo esta de aproximadamente 1.500,1mm, enquanto que o ano de 2011 apresentou a menor precipitação, chegando a 959,3mm, estando abaixo da média (1.146,2) para período.

Gráfico 5 - Índice Pluviométrico (Cenário Chuvoso)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

5.4 Estimativa do potencial de captação da água de chuva no *campus*

Na Tabela 6 é apresentada a estimativa de captação do volume de água para os três cenários de precipitação analisados.

Tabela 6 - Estimativa de Captação (Cenários Seco, Médio e Chuvoso)
continua

Setores	Estimativa de Captação (m ³)		
	Cenário Seco	Cenário Médio	Cenário Chuvoso
Residência Masculina	95,3	157,3	226,9
Residência Feminina	95,3	157,3	226,9
Biblioteca	186,0	307,0	443,0
Central da Administração	222,7	367,6	530,5
Subprefeitura	52,4	86,5	124,8
Garagem/Almoxarifado	170,7	281,7	406,6
Central dos Professores	214,6	354,3	511,2
Centro de Vivência	99,5	164,2	236,9
Restaurante Universitário	187,9	310,1	447,5

Setores	Estimativa de Captação (m ³)		
	Cenário Seco	Cenário Médio	Cenário Chuvoso
Passarelas	336,8	555,9	802,2
Central de Aula 1	256,9	424,2	612,1
Central de Aula 2	256,9	424,2	612,1
Central de Aula 3	256,9	424,2	612,1
Central de Laboratório 1	204,0	336,8	486,1
Central de Laboratório 2	204,0	336,8	486,1
Central de Laboratório 3	201,5	332,6	480,0
Total	3.041,4	5.020,6	7.245,0

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

A estimativa de captação de águas pluviais para o cenário seco (3.041,4m³) demonstrou que, mesmo para um período de pouca precipitação, há um volume considerável de água a ser captado e armazenado.

Já no que se refere ao cenário chuvoso (7.245,0m³), observa-se que a coleta e reservação de águas pluviais para fins não potáveis apresentam-se como uma alternativa viável, diminuído assim, a pressão sobre os mananciais, e permitindo o direcionamento deste recurso para atendimento á usos mais nobres. Além disso, contribui significativamente nos custos.

5.5 Análise da viabilidade

A viabilidade do sistema de captação e uso de água pluvial em edificações é caracterizada pela diminuição da demanda de água fornecida pelas companhias, tendo como consequência a redução de custos com água potável e o menor risco de enchentes em caso de chuvas fortes.

Apesar dos benefícios visíveis, estimar o volume adequado para um reservatório de águas pluviais não é algo simples, uma vez que, depende da precipitação, da frequência em que as chuvas irão ocorrer e também do consumo do local. Na Tabela 7 apresenta-se o volume requerido para captação de água de chuva dos reservatórios, utilizando estimativa pelo método Prático Inglês, e, a Tabela 8, utilizando o Método prático brasileiro.

Tabela 7 - Volumes dos reservatórios (Método Prático Inglês)

Setores	Volume de reservatórios (m ³)		
	Cenário	Cenário Médio	Cenário
	Seco		Chuvoso
Residência Masculina	6,0	9,8	14,2
Residência Feminina	6,0	9,8	14,2
Biblioteca	11,6	19,2	27,7
Bloco da Administração	13,9	23,0	33,2
Subprefeitura	3,3	5,4	7,8
Garagem/Almoxarifado	10,7	17,6	25,4
Central dos Professores	13,4	22,1	32,0
Centro de Vivência	6,2	10,3	14,8
Restaurante Universitário	11,7	19,4	28,0
Passarelas	21,0	34,7	50,1
Central de Aula 1	16,1	26,5	38,3
Central de Aula 2	16,1	26,5	38,3
Central de Aula 3	16,1	26,5	38,3
Central de Laboratório 1	12,8	21,1	30,4
Central de Laboratório 2	12,8	21,1	30,4
Central de Laboratório 3	12,6	20,8	30,0
Total	190,1	313,8	452,8

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

A partir do Método Inglês para o cenário seco, o volume do reservatório necessário seria de 190,1m³, embora seja o período dos anos onde tiveram o menor índice pluviométrico, considerando a área de captação das passarelas, que é a maior, se torna viável para esse cenário a captação da água em reservatório para uso menos nobre.

Para os demais cenários, médio e chuvoso, o volume do reservatório seria 313,8m³ e 452,8m³, respectivamente. Tal diferença, deve-se a quantidade de chuva e a área de captação.

Tabela 8 - Volumes dos reservatórios (Método Prático Brasileiro - Azevedo Neto)

Setores	Volume de reservatórios (m ³)		
	Cenário		Cenário
	Seco	Cenário Médio	Chuvoso
Residência Masculina	22,9	27,1	44,3
Residência Feminina	22,9	27,1	44,3
Biblioteca	44,6	53,0	86,4
Bloco da Administração	53,4	63,4	103,5
Subprefeitura	12,6	14,9	24,3
Garagem /Almoxarifado	41,0	48,6	79,3
Central dos Professores	51,5	61,1	99,7
Centro de Vivência	23,9	28,3	46,2
Restaurante Universitário	45,1	53,5	87,3
Passarelas	80,8	95,9	156,4
Central de Aula 1	61,7	73,2	119,4
Central de Aula 2	61,7	73,2	119,4
Central de Aula 3	61,7	73,2	119,4
Central de Laboratório 1	49,0	58,1	94,8
Central de Laboratório 2	49,0	58,1	94,8
Central de Laboratório 3	48,4	57,4	93,6
Total	729,9	866,1	1412,8

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Pelo Método Prático Brasileiro, o volume necessário para armazenar água nos períodos seco e médio foram próximos, isso se deve ao fato da quantidade de meses de período de estiagem serem distintos, com o cenário seco (4,6 meses) e o médio (3,3 meses).

6 CONCLUSÕES

- Sabe-se que o crescimento populacional acelerado juntamente com a constante poluição, desperdício de água, contribuem diretamente para que um dos bens mais necessários à vida esteja se tornando escasso. O grande desafio para o uso consciente da água potável e a sua conservação é a conscientização. Ela abrange todos os setores da sociedade e é a parte mais difícil dessa luta, tendo em vista que os costumes já adquiridos por uma sociedade são os pontos mais difíceis de serem mudados.

- Analisando os métodos de dimensionamento para os diferentes cenários constata-se grande dispersão entre os resultados, sendo o Método Brasileiro o que apresentou maior média de volumes para nos três cenários.

- Em regiões onde ocorre escassez hídrica em determinadas estações do ano, como por exemplo, a Região Nordeste, que tem um baixo índice pluviométrico, distribuído de maneira irregular durante o ano, seria mais conveniente utilizar métodos que superdimensionem o reservatório, para que a água coletada nas temporadas de chuva possa suprir a demanda nos períodos secos.

- Para isso, nos períodos em que o reservatório não possa suprir à demanda, devem existir outras alternativas de abastecimento de água. Com as simulações realizadas, pode-se concluir que a captação de água e aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, com o dimensionamento de reservatório adequado, é alternativa viável.

- Faz-se necessária a adoção de políticas públicas voltadas para a temática em questão em área urbana, visando a coleta e posterior armazenamento em cisternas, pois a sua utilização no espaço urbano reduzirá o desperdício da água potável e significará reserva de água em situação de necessidade. Na zona rural, esta prática já é adotada, conforme citado anteriormente, trata-se do Programa Um milhão de cisternas, cujo objetivo principal beneficiar as famílias rurais do semiárido.

- Diante do cenário exposto, pode-se concluir que o Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar-CCTA da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG *Campus* de Pombal possui um considerável potencial de captação de águas pluviais, visto que, a

área construída é grande, podendo então, através desta, coletar e armazenar a água das chuvas para posterior uso, gerando economia financeira e ambiental.

7 PROPOSTAS FUTURAS

- Para coletar a água proveniente das chuvas, deve-se projetar um sistema de coleta utilizando calhas e tubulações que liguem a superfície de captação a um reservatório.
- Diante disso, deve-se destacar que para a implementação de um sistema de reúso em edificações é imprescindível levar em consideração as necessidades do ambiente e suas disponibilidades, além dos processos e procedimentos envolvidos, dentre outros fatores.
- Comprovada a viabilidade de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva no *Campus* de Pombal deve-se desenvolver um projeto completo do sistema com especificações dos materiais, dimensionamento e localização dos componentes como reservatórios e sistema de condutores e de tratamento.
- Campanhas educativas aos usuários desse meio, propondo objetivos a serem alcançados, e buscando as melhores formas de difundir essa mensagem para a comunidade acadêmica (professores, técnicos, terceirizados e alunos) e principalmente a externa (colégios, órgãos públicos e a comunidade no geral).

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR: 10844: **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, p. 13, 1989.

_____. NBR 15527: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos. Rio de Janeiro, p. 11, 2007.

AESA. **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Pesquisa: Monitoramento Pluviométrico. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria>>. Acesso em: 07 jan. 2017.

AL-SALAYMEH, A. et al. **Towards sustainable water quality: management of Rainwater harvesting cisterns in southern Palestine**. In: Water Resources Management, p. 25, 2011.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. **Considerações sobre o controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos**. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Juazeiro, BA. Anais... Juazeiro, BA: Embrapa Semiárido/IRPAA/IRCSA, 2003. v. 4.

ANA; MMA; FIESP; SindusCon-SP. **Conservação e Reuso da Água em edificações**. Prol Editora Gráfica. 2. Ed. São Paulo. p.151, 2005.

ANDRADE NETO, C. O. **Segurança sanitária das águas de cisternas rurais**. In: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido. 4º ed. Petrolina, PE. Anais... Petrolina: ABCMAC, 2003.

AZEVEDO NETTO, J. M.. **Aproveitamento de Águas de chuva para Abastecimento**. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente – Revista BIO. ABS, Rio de Janeiro, ano III, n.2, p. 44 – 48, abr. jun. 1991.

BRASIL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF. p. 207, 2001.

_____. **Instituto Nacional do Semiárido e Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: Estudos e Aplicações**. Campina Grande, PB e Cruz das Almas, BA. p. 258, 2012.

BRITO, L. T. L. et al. (2005b) **Análise da qualidade das águas de cisternas em cinco municípios do Semiárido Brasileiro**. In: Anais do III Congresso Brasileiro de Agroecologia, Florianópolis: A sociedade construindo conhecimentos para a vida, 2005.

CAGEPA. **Companhia de Água e Esgotos da Paraíba**. Pesquisa: Relação de Consumo. Disponível em: <<http://agenciavirtual.cagepa.pb.gov.br/RelacaoConsumo.asp>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

CAMPOS, A. L. et al. **Estudo para o aproveitamento de água da chuva em uma montadora de veículos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Anais... Belo Horizonte: ABES. p. 1 - 13, 2007.

CAMPOS; M.A.S., AMORIM, S.V. **Aproveitamento de água pluvial em um edifício residencial multifamiliar no município de São Carlos.** In: IV Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental: Qualidade ambiental e Responsabilidade Social. Porto Alegre: ABES. 2004

COHIM, E. et al. **Captação de água de chuva no meio urbano para usos não potáveis.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Anais... Belo Horizonte: ABES. p. 13, 2007.

CONTRAF. **Confederação Nacional de Trabalhadores do Ramo Financeiro.** Disponível em: <<http://www.contrafcut.org.br/>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

GONÇALVES, R. F. **Uso Racional da água em edificações.** Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

GNADLINGER, J. **A contribuição da captação de água de chuva para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro** – uma abordagem focalizando o povo. Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido. Campina Grande – PB. Anais eletrônicos, 2001. v.3.

HESPANHOL, I. **Potencial de reuso de água no Brasil:** agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. BAHIA ANÁLISES & DADOS, Salvador. n. ESPECIAL, p. 411 – 437, 2003. v. 13.

LIMA, R. M. A. **Gestão da Água em Edificações: Utilização de Aparelhos economizadores, Aproveitamento de Água Pluvial Reuso de Água cinza.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, p. 159, 2004.

PETERS, M. R. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 109, 2006.

RESENDE, R.; PIZZO, H. S. **Estimativa de suficiência de água de chuvas para fins não nobres em residência unifamiliar na cidade de Juiz de Fora – MG.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Anais... Belo Horizonte: ABES. p. 24, 2007.

SANTOS, D. C. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental.** Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre: ANTAC, v.2, n.4, p. 7-18, 2002.

SHIKLOMANOV, I. A. **World water resources. A new appraisal and assessment for the 21st century.** United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 1998. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/001126/112671eo.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

_____. **Comprehensive assessment of the fresh water resources to the world.** In: Assessment water resources and water availability in the world. WMO/SEI, p. 85, 1997.

SILVA, K. B. **Estudo sobre o desperdício de água no campus universitário da UFCG em Pombal – PB.** n.3, Pombal, Paraíba, p.33, 2014.

_____. **Estudo sobre o desperdício de água no campus universitário da UFCG em Pombal – PB.** n.3, Pombal, Paraíba, p. 35, 2014.

SILVA, V. N.; DOMINGOS, P. **Captação e manejo de água de chuva.** Saúde & Ambiente em Revista, Duque de Caxias, n.1, 2009. v.2.

SONDA, C. et al. **A convivência da mulher com o semiárido: A vida antes e depois das cisternas.** In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO. Anais. Paraíba: ABRH, 2001.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva.** 4ª ed. São Paulo: Navegar Editora, 2000.

_____. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins potáveis.** São Paulo: Navegar Editora, 2003.

_____. **Economia de água para empresas e residências: Um estudo atualizado sobre o uso racional da água.** São Paulo: Editora Hermano&Bugelli Ltda., 2001.

UFCG. UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. **Subprefeitura do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar,** Pombal – PB, 2016.

_____. **Histórico do Consumo e Leituras do Hidrômetro. Direção do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar,** Pombal – PB, 2016.

VIEIRA, J. M. P. et al. **Planos de segurança em sistemas públicos de abastecimento de água para consumo humano – Série guias técnicos,** Portugal, Universidade do Minho, 2005.