



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

MARIAH DE SORDI

**ANÁLISE DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NO
CENTRO DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UEPB, CAMPINA GRANDE,
PARAÍBA.**

**CAMPINA GRANDE
2016**

MARIAH DE SORDI

**ANÁLISE DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NO
CENTRO DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UEPB, CAMPINA GRANDE,
PARAÍBA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia
Sanitária e Ambiental da Universidade
Estadual da Paraíba, em cumprimento às
exigências para a obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Sanitária e
Ambiental.

Área de concentração: Sustentabilidade
Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rui de Oliveira.

**CAMPINA GRANDE
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S713a Sordi, Maria de

Análise de um sistema de aproveitamento de água pluvial no Centro de Integração Acadêmica da UEPB, Campina Grande, Paraíba [manuscrito] / Maria de Sordi. - 2016.

48 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Prof. Drº. Rui de Oliveira, Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental".

1. Aproveitamento de água pluvial. 2. Não potável 3. Análise Econômica. 4. Centro de Integração Acadêmica da UEPB. I. Título.

21. ed. CDD 551.577

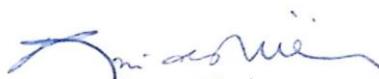
ANÁLISE DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NO CENTRO
DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UEPB, CAMPINA GRANDE, PARAÍBA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia
Sanitária e Ambiental da Universidade
Estadual da Paraíba, em cumprimento às
exigências para a obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Sanitária e
Ambiental.

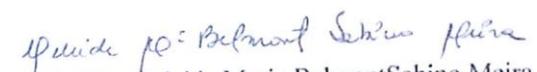
Área de concentração: Sustentabilidade
Ambiental

Aprovado em: 26/2/2016.
Nota: 9,5 (muito bom)

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rui de Oliveira
(Orientador – DESA/CCT/UEPB)



Prof. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira
(Examinadora – DESA/CCT/UEPB)



Prof. Dra. Andréa Carla Lima Rodrigues
(Examinadora – UAEC/CTRN/UFCG)

Aos meus pais que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu concluísse esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, pela saúde e por me guiar nos momentos mais difíceis.

À UEPB (Universidade Estadual da Paraíba), por favorecer as condições que tornaram viável a realização desta monografia.

À Pró-Reitoria de infraestrutura da UEPB, pela cooperação no fornecimento de dados para minha pesquisa.

Ao professor Rui de Oliveira, por ter sido um orientador dedicado e compreensivo que, com sabedoria, soube dirigir-me os passos e os pensamentos para o alcance de meus objetivos.

À todos os professores do curso, que foram importantes na minha formação e no desenvolvimento desta monografia.

À minha mãe Márcia Teresa dos Santos e ao meu pai Fábio de Sordi que sempre estiveram presentes na minha trajetória, me educaram, apoiaram e muito batalharam para eu concluir essa graduação.

Ao meu namorado Rafael Pontes de Oliveira que me incentivou, me apoiou e se fez presente em todos os momentos, compartilhando todas as conquistas e decepções e pela ajuda em determinadas etapas deste trabalho.

Aos meus amigos de longas datas Gabriela, Marília, Josiete, Caio, Raisia, Anne e Débora que sempre se mantiveram ao meu lado, em especial Lívia, Omar e João Neto, que me auxiliaram diretamente no desenvolvimento desse trabalho.

Aos meus amigos da universidade Thiago, João, Rennan, Jayne, Danyllo, Yuri e Rafael, pela amizade, força, cumplicidade nos momentos mais difíceis e pela alegria e descontração, tão necessárias ao nosso dia a dia.

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, doaram um pouco de si para que a conclusão deste trabalho se tornasse possível.

“Sabemos muito mais do que achamos e podemos muito mais do que imaginamos”

José Saramago

RESUMO

Este trabalho analisou a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para abastecimento de sanitários no Centro de Integração Acadêmica (CIAC), Campus I da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande/PB. Primeiramente, foram realizados levantamentos de dados de precipitação média da cidade de Campina Grande e a quantidade média mensal de água consumida no prédio em estudo, através das medições da CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba. Diante dessas informações foi possível quantificar a parcela de água consumida que é destinada aos vasos sanitários e dimensionar o reservatório de acumulação da água da chuva, orçado em R\$ 70.757,81. Todas essas etapas foram necessárias para a avaliação do potencial de economia de água potável, que resultou em 56,1%. O período de retorno do investimento foi de 1 ano e 11 meses. Assim, constatou-se que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no local do estudo mostrou-se economicamente viável para a instituição de ensino estudada, pois, além de apresentar um período de retorno do investimento relativamente curto, proporciona grande potencial de economia de água potável.

Palavras-Chave: Aproveitamento de água pluvial. Uso não potável. Análise Econômica.

ABSTRACT

This study analyzed the implementation of a rainwater system for non-potable uses, mainly toilet discharges, in the Academic Integration Center (CIAC), Campus I of the State University of Paraíba (UEPB), Campina Grande, Paraíba state, northeast Brazil. Based on data of average rainfall in the city of Campina Grande and monthly amount of water consumed in the building under study it was possible to quantify the amount of water consumed for flushing toilets and the size of the reservoir for rainwater storage, which was budgeted at R\$ 70,757.81. All these steps were necessary to evaluate the potential for potable water savings, which resulted in 56,1%. The payback period of the investment was 1 year and 11 months. Thus, it was found that the implementation of a rainwater utilization system in the study of the site proved to be economically feasible for the educational institution studied, because, in addition to a relatively short period of investment return, it provides great potential for saving drinking water.

Keywords: rainwater harvesting. non-potable use of water. economic analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados pluviométricos Campina Grande – média histórica (1911-1985).....	26
Figura 2 – Dados pluviométricos Campina Grande – média histórica (1911-1985).....	26
Figura 3 - Volume do açude de Boqueirão nos últimos 10 anos.....	27
Figura 4 - Fachada do Centro De Integração Acadêmica – UEPB.....	28
Figura 5 - Consumo de água do Centro de Integração Acadêmica no ano de 2014.....	32
Figura 6 - Bacia sanitária e mictório utilizados no CIAC.....	34
Figura 7 - Usos finais da água em uma instituição de ensino.....	35
Figura 8 - Sistema de drenagem do CIAC.....	35

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Distribuição da população e disponibilidade hídrica nas regiões brasileiras e no Estado da Paraíba.....	18
Quadro 2 - Projetos de leis federais tramitando na câmara dos deputados.....	22
Tabela 1 – Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl	37
Tabela 2 – Custo de água e esgoto do CIAc em 2014.....	39
Tabela 3 - Custo de implantação do sistema.....	40
Tabela 4 - Estimativa do tempo de retorno do investimento.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agência executiva de gestão das águas da Paraíba
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Cagepa	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CCSA	Centro de Ciências Sociais Aplicadas
CEDUC	Centro de Educação
CIAC	Centro de Integração Acadêmica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de desenvolvimento humano
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
PL	Projeto de lei
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SINAPI	Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil
SUDENE	Superintendência de desenvolvimento do Nordeste.

LISTA DE SÍMBOLOS

R\$	Real
%	Porcentagem
m	Metro
mm	Milímetro
L	Litro
CV	Cavalo-vapor
kW	Quilowatt

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivo geral	17
1.2	Objetivos específicos	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Disponibilidade de água no mundo	18
2.2	Aproveitamento da água pluvial	19
2.2.1	<i>Legislação brasileira</i>	20
2.2.2	<i>Sistema de aproveitamento da água da chuva</i>	22
2.2.2.1	Captação de água em telhado	23
2.2.2.2	Armazenamento	24
3	METODOLOGIA	26
3.1	Considerações iniciais	26
3.2	Área de estudo	26
3.3	Objeto de estudo	28
3.4	Levantamento de dados	30
3.4.1	<i>Áreas de Captação</i>	30
3.4.2	<i>Dados pluviométricos</i>	30
3.4.3	<i>Dados de consumo de água</i>	30
3.5	Dimensionamento do reservatório	30
3.6	Análise econômica	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	Consumo de água potável	33
4.2	Demanda de água pluvial	34
4.3	Áreas de cobertura	36
4.4	Dimensionamento do reservatório de água pluvial	37
4.5	Análise econômica	38
4.5.1	<i>Custos de implantação</i>	39
4.5.2	<i>Custos de operação</i>	40
4.5.3	<i>Tempo de retorno do investimento</i>	41
5	CONCLUSÃO	43

5.1	Sugestões para trabalhos futuros.....	43
	REFERÊNCIAS	44
	APÊNDICE A – ORÇAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR.....	47
	ANEXO A – CONTA DE ÁGUA CIAC 2014.....	48

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital, finito e vulnerável que deve ser utilizado racionalmente. Por ser um recurso limitado, suprir a demanda de água já está se tornando um problema. O acelerado crescimento populacional e o processo de urbanização sobrecarregam os sistemas de abastecimento convencionais, havendo assim, a necessidade de buscar fontes alternativas de abastecimento.

A urbanização é uma realidade e, segundo Barbosa (2014), atualmente, 54% da população mundial vive em cidades, proporção que deverá aumentar para 66% até 2050. O crescimento das cidades sem um planejamento hídrico e uma gestão ambiental eficiente, compromete a oferta de água em qualidade e quantidade.

Diante disto, cresce a necessidade de encontrar meios e formas de preservar a água potável, resultando necessariamente na busca de novas tecnologias que atendam à demanda sem comprometer a disponibilidade deste recurso.

O modelo do sistema de abastecimento de água utilizado no Brasil não está sendo eficiente. A água é tratada pelas concessionárias de serviços de saneamento para atender a exigentes padrões de potabilidade, porém ao chegar às residências a água potável é utilizada para todos os fins, inclusive para usos não potáveis (ANNECCHINI, 2005).

Os estudos sobre os diversos usos da água em residências mostram que uma parcela significativa da água potável está destinada a fins não potáveis, tais como em descargas de vasos sanitários, jardinagem, lavagem de roupas, lavagem de automóveis e calçadas. Estes usos com finalidades não potáveis podem representar em torno de 50% da água utilizada nas edificações (LAMBERTS, 2010).

O uso de fontes alternativas para abastecimento de água com fins não potáveis é uma importante prática na busca da sustentabilidade. Dentre as fontes alternativas pode-se citar o aproveitamento da água da chuva e o reuso de efluentes. O aproveitamento da água da chuva caracteriza-se por ser uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2008).

Segundo Scherer (2003) apud Marinoski (2007), “os edifícios escolares são uma fonte potencial para a implantação de sistemas de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis”. Os prédios escolares e Universidades geralmente possuem grandes áreas de telhados e coberturas. Assim, pode-se ter uma maior captação dessas águas. Outro fator

relevante, nessas edificações, são os usos finais da água, pois a parcela de uso para fim não potável é bem maior, comparada a edificações residenciais.

Existem no Brasil várias pesquisas e programas para o uso racional da água em edificações escolares ou universidades, enfocando principalmente questões como o uso de tecnologias para economizar a água e conscientização dos usuários para redução do consumo. Porém, poucos estudos relacionados exclusivamente à implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em instituições de ensino estão disponíveis na literatura nacional (MARINOSKI, 2007).

Diante do exposto, cabe ressaltar que a reduzida produção acadêmica brasileira no tocante ao aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, contrasta com a crescente importância que esta temática tem adquirido nos últimos anos.

1.1 Objetivo geral

Estudar a viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para uso não potável no Centro de Integração Acadêmica (CIAC), Campus I da UEPB.

1.2 Objetivos específicos

- Quantificar a demanda de água para uso não potável, especificamente, para abastecimento de bacias sanitárias e mictórios no CIAC;
- Quantificar o potencial de economia de água potável, com a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis no Centro de Integração Acadêmica da UEPB;
- Dimensionar o volume do reservatório de acumulação da água pluvial;
- Estimar os custos de instalação do sistema;
- Estimar tempo de retorno do investimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Disponibilidade de água no mundo

O acesso à água potável é uma necessidade humana fundamental e, assim, um direito básico, de acordo com a Lei nº 9.433 (1997). Não se consegue imaginar vida sem água, pois ela é utilizada para diversos fins essenciais à sobrevivência. As civilizações desenvolveram-se às margens de corpos hídricos, pois a água sempre foi um dos principais fatores que mais influenciaram a qualidade de vida do homem. Tornou-se um elemento essencial para a expansão dos povos e o desenvolvimento das organizações sociais (OLIVEIRA, 2008).

A pequena fração de água doce e de fácil acesso, que pode ser destinada ao abastecimento da população, não está distribuída de forma igualitária, havendo regiões onde o acesso a este recurso não é possível a todos. A disponibilidade de água, por muitas vezes, não é proporcional à densidade populacional. A Ásia, por exemplo, que concentra 60% da população mundial possui apenas 36% de disponibilidade hídrica, enquanto o continente americano, com cerca de 14% dos habitantes do globo, possui a maior quantidade de recursos hídricos (45%) (BARBOSA, 2014).

O Brasil é um país repleto de diversidades – climas, relevo, cultura e recurso hídrico. Algumas regiões do país são riquíssimas em água de boa qualidade, enquanto outras regiões podem sofrer longos períodos sem chuva. A exploração indiscriminada e a contaminação dos mananciais nos grandes centros urbanos brasileiros têm contribuído para o colapso dos sistemas de abastecimento em algumas regiões do país (OLIVEIRA, 2008).

No semiárido nordestino a distribuição das chuvas é muito irregular, podendo não haver precipitações, nesta região, por longos períodos todos os anos. A baixa disponibilidade de água, associada a um manejo inadequado deste recurso prejudica o desenvolvimento desta região. A oferta de água no nordeste, inclusive nas regiões mais áridas, é baixa, mas ainda assim é superior à de alguns países. Diante disto, observa-se a importância da gestão deste recurso (VICTORINO, 2007),

O Quadro 1 mostra os dados de distribuição dos recursos hídricos no Brasil e a disponibilidade hídrica em m³/hab.ano em cada região do país e no estado da Paraíba.

A Organização das Nações Unidas (ONU) classifica a disponibilidade hídrica de uma região, conforme a quantidade de água ofertada em m³/hab.ano. A Paraíba enquadra-se em situação hídrica crítica, segundo esta classificação, pois a oferta de água do estado é inferior a

1.500 m³/hab.ano. Nas regiões mais áridas, a escassez de água é mais evidente, assim como a necessidade de adoção de medidas que visem a conservação deste recurso (MARQUES, 2012).

QUADRO 1 – Distribuição da população e disponibilidade hídrica nas regiões brasileiras e no Estado da Paraíba.

Região	População (hab)	População (%)	Recursos hídricos (%)	Disponibilidade hídrica (m³/hab.ano)
Norte	12.919.949	7,6	68,5	494.445
Nordeste	47.676.381	28,1	3,3	3.853
Sudeste	72.262.411	42,6	6,0	4.545
Sul	25.071.211	14,8	6,5	14.824
Centro-Oeste	11.611.491	6,8	15,7	64.273
Paraíba	3.439.344	2,03	0,06	1.320

Fonte: Adaptado de MAIA NETO (1997) apud MARQUES (2012).

Diante do exposto, é evidente a importância da água para o desenvolvimento econômico e social. Este bem, finito, é dotado de valor econômico e deve ser utilizado racionalmente, sem desperdícios ou deterioração da qualidade das reservas disponíveis.

2.2 Aproveitamento da água pluvial

A redução do consumo de água é necessária, porém não deve comprometer o desenvolvimento de atividades produtivas. Neste sentido, os recursos hídricos devem ser utilizados de forma eficiente, evitando os desperdícios (JABUR; BENETTI; SILIPRANDI, 2011).

Dentre as práticas para conservação de água o aproveitamento de águas pluviais em edificações é uma alternativa, pois reduz a demanda dos sistemas públicos de abastecimento. Porém, sua utilização necessita de estudos acerca da viabilidade econômica de implantação e eficiência no atendimento dos usos a que será destinada, evitando a implantação de projetos inadequados que comprometam os aspectos positivos da alternativa (GUIMARÃES et al., 2015).

Existem inúmeras vantagens na instalação deste tipo de sistema, dentre os quais, se destacam: a água pluvial é gratuita; reduz o escoamento superficial nas áreas urbanas, pois parte da água pluvial é coletada, armazenada e utilizadas nas edificações; diminui o consumo

de água potável, destinando-a apenas para os usos mais nobres e promove o acesso à água nas comunidades que vivem em regiões áridas, onde não há um abastecimento público regular (JABUR; BENETTI; SILIPRANDI, 2011).

Atualmente o aproveitamento de água da chuva é praticado em muitos países, como Estados Unidos, Alemanha, Japão, entre outros. No Brasil, as cisternas são utilizadas nas regiões mais áridas como fonte de suprimento de água. Muitas cidades estão estabelecendo medidas que incentivem a captação de água da chuva nas novas edificações. É o caso de Curitiba/PR, que incentiva a utilização da água pluvial, através do PURAE (Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações) (JABUR; BENETTI; SILIPRANDI, 2011).

Nas Universidades, o aproveitamento de água pluvial significa uma expressiva economia de água potável, pois, segundo Marinoski e Ghisi (2008) o percentual de consumo de água para fins não potáveis nesse tipo de edificação, corresponde a 63,5% do consumo total de água, sendo 56,1% deste consumo, destinado apenas ao abastecimento das descargas de bacias sanitárias e mictórios.

2.2.1. Legislação brasileira

No tocante ao aproveitamento das águas pluviais, leis e proposições em âmbito federal, estadual e municipal, vêm sendo desenvolvidas. Segundo Veloso e Mendes (2013), os estados das regiões sul e sudeste são os que estão mais avançados legislativamente sobre a questão, pois existe a propositura de muitos projetos.

Segundo a Organization of American States (1997) apud May (2004), a dificuldade de implementar a gestão de águas pluviais, é consequência do fato de haver limitações econômicas e ausência de uma legislação adequada que estabeleça uma política pública nacional que efetivamente incentive o uso e a conservação dos recursos hídricos pela captação e manejo da água da chuva.

O Código das Águas (Decreto federal nº 24.643/34), no Art. 103 atribui ao dono do prédio o direito de uso das águas pluviais que caírem diretamente na sua propriedade.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) visa definir as melhores alternativas de utilização dos recursos hídricos e orientar a tomada de decisão, de modo a minimizar conflitos pelo uso da água, tendo em vista os múltiplos interesses dos usuários, do poder público e da sociedade civil organizada. (FERREIRA,G.; FERREIRA, N., 2006)

Os Planos de Recursos Hídricos são instrumentos para a implementação da PNRH. O conteúdo mínimo desses planos prevê o estabelecimento de metas de racionalização de uso visando à melhoria da qualidade das águas. Dentre os programas e subprogramas que integram o Plano Nacional de Recursos Hídricos destaca-se o Subprograma IV.1, que incentiva o desenvolvimento de pesquisas sobre o uso de técnicas de captação de água de chuva, visando ao desenvolvimento de metodologias de avaliação da eficiência dessas técnicas, bem como pesquisas sobre o escoamento superficial e metodologias e tecnologias de controle, visando a diminuição dos impactos nos corpos de água (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2011).

ANBR 10844 (ABNT, 1989) fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais em edificações. Entretanto, esta norma não prevê o aproveitamento da água de chuva. Porém, a NBR 15527 (ABNT, 2007), contempla essa prática, pois estabelece requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (VELOSO; MENDES, 2013).

No âmbito Federal, existem muitos projetos de leis sobre o aproveitamento da água da chuva, em tramitação na Câmara dos Deputados, como mostra o Quadro 2.

No âmbito estadual tem-se a Lei N° 10.559 de 18 de novembro de 2015, que dispõe sobre a Instituição da Campanha Permanente de Mobilização Estadual contra o Desperdício de Água no Estado da Paraíba, bem como, a Lei N° 9.130, de 27 de maio de 2010, que cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba. Esta Lei determina que os órgãos e entidades da administração pública do Estado da Paraíba, dos Três Poderes e do Ministério Público Estadual, podem instalar e projetar um sistema de aproveitamento de chuva e águas servidas (coletores, caixa de armazenamento e distribuidores) em todos os projetos e construções de prédios públicos, ou que utilizem de recursos do Tesouro.

A Lei complementar n° 042 de 24 de setembro de 2009, institui o código de defesa do Meio ambiente do município de Campina Grande e dá outras Providências. Esta Lei determina que haja um uso racional da água, de modo a assegurar a sua preservação. Entretanto, no tocante ao aproveitamento de água pluvial, ainda não existe uma legislação municipal em Campina Grande, que aborde esta temática.

QUADRO 2 – Projetos de leis federais tramitando na câmara dos deputados

Projeto de Lei	Ementa	Situação do trâmite
PL 3322/2004	Dispõe sobre a obrigatoriedade de reservatórios ou cisternas para o acúmulo de água da chuva no território brasileiro.	Apensado ao PL 2750/2003
PL 2565/2007	Dispõe sobre a instalação de dispositivos para captação de águas de chuvas em imóveis residenciais e comerciais.	Apensado ao PL 2750/2003
PL 1069/2007	Dispõe sobre a contenção de águas de chuvas nas áreas urbanas.	Apensado ao PL 2750/2003
PL 6250/2009	Dispõe sobre a utilização de energia solar e reaproveitamento da água da chuva na construção de habitações populares.	Apensado ao PL 5733/2009
PL 2457/2011	Altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade), e a Lei nº 4.380, de 21 de agosto de 1964, para instituir mecanismos de estímulo à instalação de sistemas de utilização de águas pluviais em edificações públicas e privadas.	Pronta para a pauta da Comissão de Desenvolvimento Urbano (CDU)
PL 682/2011	Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos em lotes e dá outras providências.	Apensado ao PL 2750/2003
PL 242/2011	Dispõe sobre a utilização de energia solar e reaproveitamento da água da chuva na construção de habitações populares.	Apensado ao PL 6250/2009
PL 432/2011	Estimula a adoção de medidas voltadas para o amortecimento e a retenção das águas pluviais em áreas urbanas, através do aproveitamento da água precipitada.	Apensado ao PL 6865/2010
PL 4109/2012	Institui o Programa Nacional de conservação, uso racional e reaproveitamento das águas.	Aguardando Parecer na Comissão de Minas e Energia
PL 7818/2014	Estabelece a Política Nacional de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais e define normas gerais para a sua promoção.	Aguardando Parecer na Comissão de Meio Ambiente

Fonte: Adaptado VELOSO e MENDES (2013)

2.2.2. Sistema de aproveitamento da água da chuva

A instalação predial de drenagem das águas pluviais se destina exclusivamente ao recolhimento e condução das águas pluviais, não se admitindo quaisquer interligações com outras instalações prediais. Esta tubulação pode ser ligada ao sistema de drenagem urbana ou a um reservatório de acumulação, para uso posterior (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1989).

Segundo Lamberts (2010), na elaboração de um projeto de aproveitamento de água de chuva, em todos os tipos de edificações, deve-se considerar a demanda de água de chuva para usos não potáveis; o regime pluviométrico local e, por fim, a área de captação.

Os principais componentes de um sistema de aproveitamento de água de chuva são:

- Área de captação;
- Sistema de drenagem pluvial da edificação;
- Dispositivo de desvio de água das primeiras chuvas;
- Reservatório de acumulação da água pluvial;

- Conjunto motobomba e sistema de recalque;
- Reservatório superior de água de chuva;
- Instalações hidrossanitárias para distribuição da água pluvial.

2.2.2.1. Captação de água em telhado

A área de captação influi diretamente na qualidade da água captada e nas perdas por evaporação e absorção. Os telhados são mais utilizados para captação. Por ser uma área mais isolada a qualidade da água acaba sendo melhor, comparada a outras áreas de captação, como jardins e pátios (GUIMARÃES, et al., 2015).

A precipitação, interceptada pelo telhado, é escoada para as calhas que irão conduzir até os condutores verticais e horizontais, e, por conseguinte, encaminhada aos reservatórios inferiores de acumulação. Para conter detritos de maiores dimensões como folhas, a utilização de telas sobre as calhas ou grelhas nos tubos de quedas é indispensável. No entanto, estes sistemas requerem contínua manutenção (JABUR; BENETTI; SILIPRANDI, 2011).

A primeira chuva comumente é descartada, pois sua qualidade é deteriorada pelas impurezas acumuladas na cobertura entre uma chuva e outra. Tomaz (2010) considera o período de três dias de estiagem o suficiente para o acúmulo de impurezas nas áreas de captação. Essas primeiras águas podem ser removidas manualmente com uso de tubulações que podem ser desviadas do reservatório ou automaticamente através de dispositivos de autolimpeza. Um exemplo de dispositivo de autolimpeza é o filtro vortex, que através do efeito vortex e da aderência superficial da água nas paredes laterais internas do filtro separa a água da chuva das impurezas. O filtro realiza uma autolimpeza, altamente eficiente e tem aproveitamento de aproximadamente 90% da água da chuva.

Na determinação da quantidade de água de chuva a ser coletada deve-se levar em consideração as perdas durante o processo. As perdas se dão através da evaporação de parte da água captada e da fração utilizada para a limpeza dos telhados, calhas e tubulações, que é desprezada. Na literatura encontram-se estimativas quanto à porcentagem de perdas, sendo estimado que de 20% a 50% do volume da água da chuva captada perde-se no processo. Os sistemas de descarte das primeiras águas mais modernos utilizam sensores programados para controlar esse volume, diminuindo o percentual de perdas (OLIVEIRA, 2005).

2.2.2.2. Armazenamento

O reservatório é a parte do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial mais onerosa devendo, portanto, ser dimensionado de forma bastante criteriosa para evitar custos desnecessários. Seu custo de implantação pode representar entre 50% e 85% do valor total do sistema. Assim, sua escolha influencia diretamente na viabilidade econômica de implantação do projeto (THOMAS, 2010).

Os métodos de dimensionamento de reservatório para sistemas de aproveitamento da água da chuva devem considerar alguns aspectos, dentre os quais, destacam-se a adequação do método às características regionais e locais e o regime de chuvas da região. Estes fatores são decisivos no dimensionamento do reservatório. Altos índices pluviométricos e distribuições mais constantes das precipitações ao longo do ano permitem a utilização de menores volumes de armazenamento (GUIMARÃES, et al., 2015).

Os reservatórios podem ser enterrados, apoiados ou elevados. Diversos materiais podem ser utilizados na sua construção, sendo, portanto, necessário avaliar em cada caso aspectos como capacidade de armazenamento, estrutura do material, viabilidade técnica e econômica e disponibilidade de área para a instalação. As condições básicas, que devem ser atendidas, são: não apresentar vazamentos; ser construído com material não poluente, para não ocorrer à poluição da água pluvial armazenada; ter uma tampa para evitar a evaporação da água e prevenir a entrada de sujeiras, e que não dificulte a limpeza do seu interior (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2008).

Em edificações já existentes ocorrem dificuldades na instalação de um sistema de coleta de águas pluviais, pois geralmente a disponibilidade de área para o reservatório é bem restrita, devido a limitações de espaço.

As dimensões dos reservatórios nos centros urbanos, onde há outras fontes de abastecimento, podem ser bem menores que as daquelas em regiões que não dispõem de outras fontes. Não há necessidade nem viabilidade de construir grandes reservatórios, pois são praticamente inexistentes áreas livres para instalação de grandes volumes de reservação. Nestas regiões a utilização de água pluvial deve funcionar apenas como uma fonte complementar, que será utilizada durante o período de chuvas, permitindo, porém que este sistema seja abastecido pela rede pública durante as estiagens (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2008).

Em se tratando do aproveitamento de água pluvial em áreas urbanas para fins não potáveis, diversos modelos de dimensionamento de reservatório são apresentados na norma

técnica NBR 15527 (2007), dentre os quais se destacam: Rippl, Maior período de Estiagem, Métodos empíricos (Brasileiro, Alemão e Inglês) e Simulações através de *Software*. Basicamente, os modelos calculam o balanço entre a quantidade de chuva captada e a demanda para esta água, utilizando como parâmetros a precipitação local, a área de captação e o consumo (GUIMARÃES, et al., 2015).

As instalações hidráulicas prediais para a distribuição da água pluvial seguem as mesmas normas aplicadas para o sistema de água potável NBR 5626 (ABNT, 1998) e NBR 10844 (ABNT, 1989). Entretanto, toda a instalação predial para água pluvial deve ser sinalizada através da cor das tubulações e adesivos para evitar a contaminação da água potável distribuída.

3 METODOLOGIA

3.1 Considerações iniciais

Para a verificação do potencial de economia de água potável obtido através de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, no Centro de Integração Acadêmica (CIAc), do Campus I da UEPB, foi desenvolvida uma metodologia que compreendeu as seguintes etapas: descrição do objeto de estudo, levantamento de dados referentes ao consumo de água, dados pluviométricos da região, determinação das áreas de cobertura, dimensionamento do reservatório para aproveitamento de água pluvial e análise econômica da viabilidade de implantação do sistema.

3.2 Área de estudo

O município de Campina Grande foi criado em 1788 e está localizado na Microrregião Campina Grande e na Mesorregião Agreste Paraibano do estado da Paraíba. Possui uma população total de 405.072 habitantes e seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,721, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010).

A sede do município tem uma altitude média de 551 metros distando 112 km da capital, sua área é 621 km². Está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba (BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME, 2005).

Possui um clima com temperaturas mais moderadas, com chuvas concentradas nas estações de outono e inverno, principalmente entre abril e julho. No verão, as temperaturas ficam mais altas, com máximas entre 28°C e 30°C, com mínimas agradáveis, em torno de 20°C. A pluviosidade média acumulada anual é de 758,7mm.

A partir da média histórica dos dados pluviométricos de Campina Grande – PB, (Figura 1 e 2) disponibilizados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, foi possível obter os índices pluviométricos da região (MARQUES, 2012).

O abastecimento de água provém do município de Boqueirão a partir do Açude Epitácio Pessoa, que foi construído em 1958. A Agência Nacional de Águas (ANA) outorgou os usos da água do Açude à Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), que é

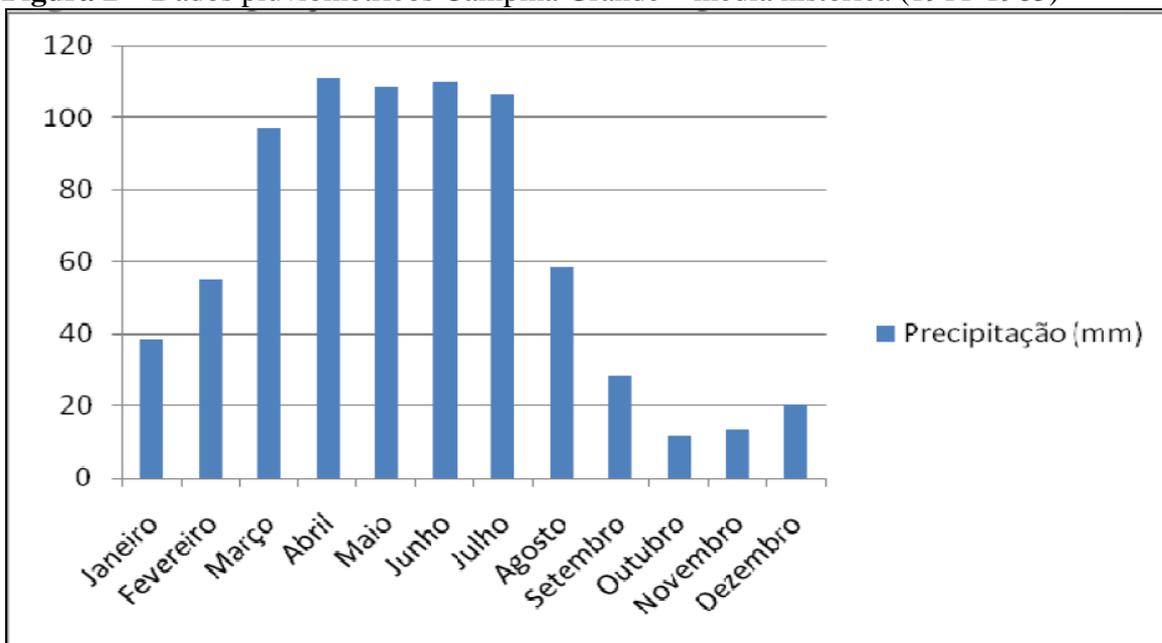
responsável pelo tratamento da água e abastecimento da cidade de Campina Grande (CHAVES, 2010).

Figura 1 – Dados pluviométricos de Campina Grande – média histórica (1911-1985)

Mês	Precipitação (mm)
Janeiro	38,3
Fevereiro	55,2
Março	97,0
Abril	110,9
Maiο	108,7
Junho	110,2
Julho	106,7
Agosto	58,4
Setembro	28,2
Outubro	11,5
Novembro	13,4
Dezembro	20,2
TOTAL	758,7

Fonte: SUDENE (2011) apud MARQUES (2012)

Figura 2 – Dados pluviométricos Campina Grande – média histórica (1911-1985)



Fonte: SUDENE (2011) apud MARQUES (2012)

Os baixos índices pluviométricos na região, no período de 1997 a 2000, resultou em um baixo nível de água acumulada no Açude Epitácio Pessoa. Nessa época houve a

necessidade da implantação de um sistema de racionamento d'água, que teve início em novembro de 1998 e prolongou-se, com interrupções, até os primeiros meses do ano 2000 (SILVA et al., 2014).

Esse ciclo de escassez hídrica voltou a ocorrer a partir do ano de 2012. A longa estiagem e o crescente aumento da demanda por água tornaram novamente crítica a situação do Açude de Boqueirão, pois o volume armazenado do reservatório prossegue em contínuo declínio. A Figura 3 ilustra esta situação. No ano de 2014, devido a diminuição do volume do Açude, iniciou-se novamente um esquema de racionamento, que ainda está vigente.

Figura 3 – Volume do açude boqueirão nos últimos 10 anos



Fonte: AESA, 2016.

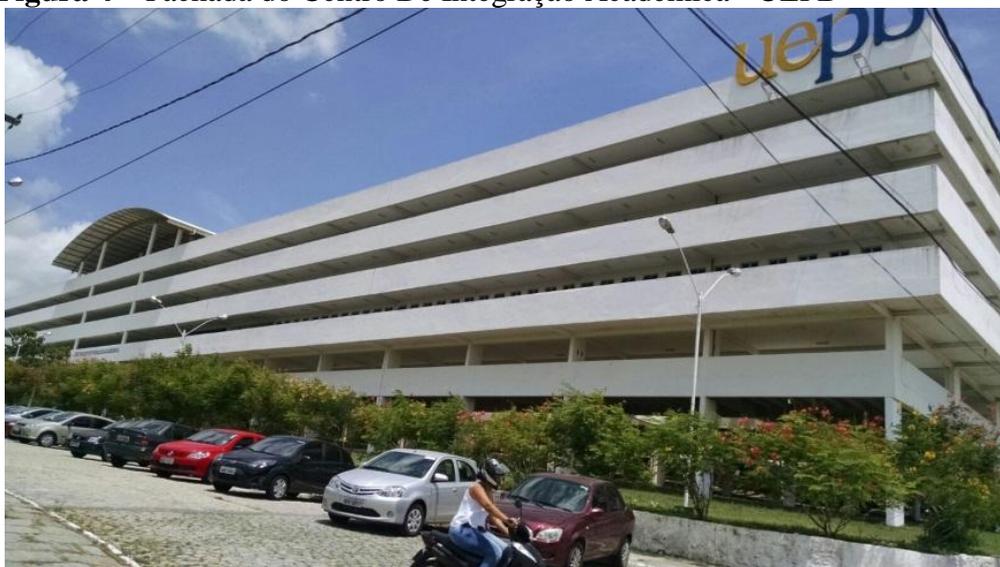
Diante deste cenário atual, a redução do consumo de água na região é imprescindível. Com isso, as discussões acerca da temática do uso racional da água enfocam em alternativas para a preservação deste recurso, tais como, o aproveitamento de água pluvial para uso não potável.

3.3 Objeto de estudo

A instituição de ensino objeto de estudo do presente trabalho é o Centro de Integração Acadêmica da UEPB (CIAc), localizado na Rua Domitila C. de Castro, 351, Novo Bodocongó, Campina Grande/PB.

O CIAC (Figura 4), foi inaugurado em Campina Grande/PB no ano de 2012. O prédio abriga a sede do Centro de Educação (CEDUC), que inclui os cursos de História, Geografia, Pedagogia, Filosofia e Letras e do Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA), que inclui os cursos de Administração, Ciências Contábeis, Serviço Social e Comunicação Social.

Figura 4 – Fachada do Centro De Integração Acadêmica - UEPB



Fonte: Arquivo próprio

O prédio em estudo possui uma área total de aproximadamente 27.680 m² dividida em quatro pavimentos onde se localizam salas de aula, bibliotecas setoriais, direções, departamentos, coordenações, sala dos professores, bancos, auditórios, laboratórios, salas de estudo, banheiros e recepção. O espaço atende a cerca de cinco mil estudantes, tanto de graduação como de pós-graduação da Instituição.

Na edificação, o fluxo de pessoas é contínuo, durante os três turnos de funcionamento. Entretanto, a permanência da maioria de alunos não ultrapassa um turno. Durante os fins de semana a circulação de pessoas é quase insignificante, rotina que se repete nos períodos de férias.

Atualmente está sendo implantado no CIAC um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, projeto este que tem pretensão de ser implantado em outros blocos do Campus I e estendido para os demais Campi da instituição, segundo informações da Pró-Reitoria de infraestrutura da UEPB.

3.4 Levantamento de dados

Para realizar o dimensionamento do reservatório de acumulação e a análise de viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para o CIAc, foi necessário realizar levantamentos de alguns dados, tais como: contas de consumo de água; área de captação, dados pluviométricos, entre outros. Algumas dessas informações foram disponibilizadas pela Pró-Reitoria de Infraestrutura (Proinfra), assim como as plantas arquitetônicas da edificação.

3.4.1 Áreas de Captação

Neste projeto a área de captação compreendeu apenas a área de cobertura do prédio. O cálculo foi feito baseado nas áreas de telhado verificadas na planta de cobertura da edificação, considerando as inclinações.

3.4.2 Dados pluviométricos

Devido à dificuldade de encontrar uma série de dados pluviométricos diários da região foi utilizada a média histórica dos dados pluviométricos de Campina Grande, encontrada na literatura.

3.4.3 Dados de consumo de água

O consumo de água foi estimado a partir das medições da CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba). A relação do consumo de todos os meses do ano de 2014 foi disponibilizada pela Proinfra da UEPB, para o desenvolvimento deste estudo (ANEXO A).

3.5 Dimensionamento do reservatório

Para realizar o dimensionamento de reservatório de acumulação da água pluvial foi utilizado o Método de Rippl, que consiste em uma planilha na qual os dados de entrada e de saída são detalhados da seguinte maneira:

Coluna 1 – É o período de tempo que vai de janeiro a dezembro.

Coluna 2 – Nesta coluna estão as chuvas médias mensais em milímetros do município de Campina Grande.

Coluna 3 – Demanda mensal de água pluvial para o abastecimento de bacias sanitárias e mictórios. A demanda também pode ser denominada de consumo mensal e é fornecido em metros cúbicos.

Coluna 4- É a área de captação da água de chuva que é fornecida em metros quadrados e representa a projeção do telhado sobre o terreno.

Coluna 5- Nesta coluna estão os volumes mensais disponíveis da água de chuva, obtidos através da multiplicação da coluna 2 pela coluna 4 e pelo coeficiente de *runoff*. O produto é dividido por 1000 para que o resultado do volume seja em metros cúbicos.

Coluna 6- Nesta coluna estão as diferenças entre os volumes da demanda e os volumes de chuvas mensais. É na prática a subtração da coluna 3 pela coluna 5. O sinal negativo indica que há excesso de água e o sinal positivo indica que o volume de demanda, nos meses correspondentes supera o volume de água disponível.

Coluna 7- Nesta coluna estão as diferenças acumuladas da coluna 6 considerando somente os valores positivos. Os valores negativos não foram computados, pois, correspondem a meses em que há excesso de água (volume disponível superando a demanda).

O volume máximo obtido na coluna 7 deverá ser o volume do reservatório para atender a demanda constante.

3.6 Análise econômica

Os custos de implantação e operação do sistema de aproveitamento de água pluvial resumem-se basicamente, em custos com materiais e equipamentos, custos de energia elétrica devido ao bombeamento de água para o reservatório superior e custos com mão de obra.

Considerando que na edificação já existe um sistema de drenagem da água pluvial e um reservatório superior para água de chuva, então não foi necessário incluir esses materiais na estimativa de custos.

Os custos com tubulações e conexões foram estimados em função de um percentual de 15% do custo total de implantação do sistema, conforme recomendado em outros estudos similares.

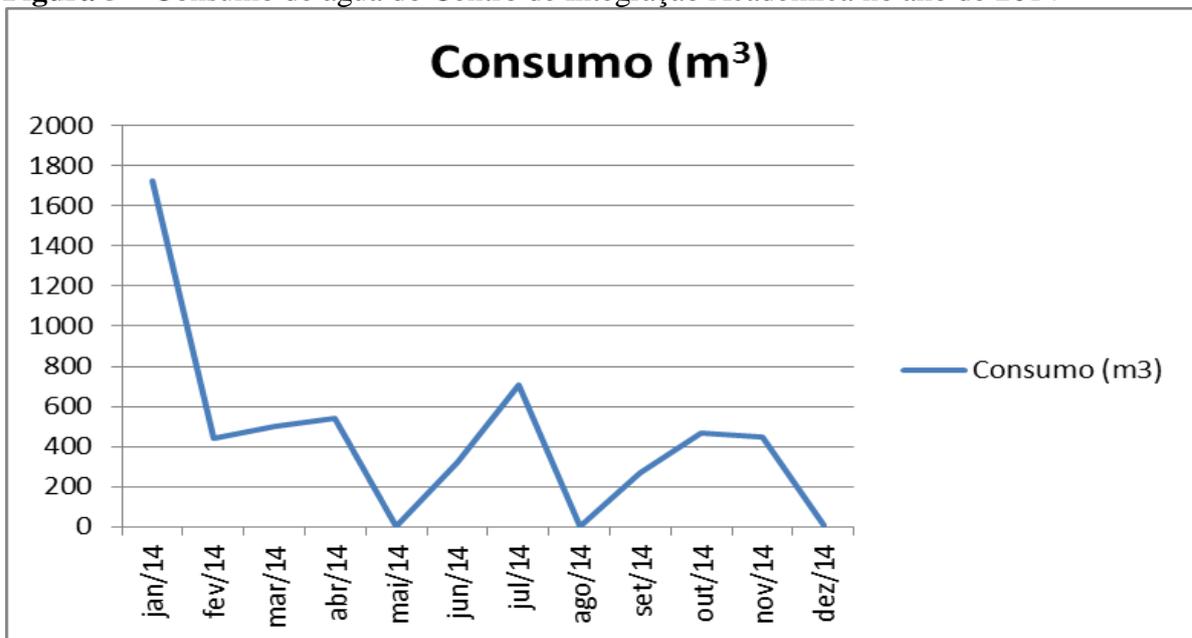
Por fim, foi realizada uma análise comparativa entre os custos de implantação e operação do sistema e a economia gerada pela redução do consumo de água comprada (potável), estimando o tempo necessário para obter o retorno do investimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumo de água potável

Primeiramente foram coletados os dados dos consumos mensais de água nas faturas da Cagepa, do ano de 2014. Optou-se por não utilizar os dados de 2015, pois as atividades foram interrompidas por muitos meses, por motivo de greve, não representando a realidade de consumo do prédio. A Figura 5 apresenta os consumos de água no ano de 2014.

Figura 5 – Consumo de água do Centro de Integração Acadêmica no ano de 2014



Fonte: Arquivo próprio

Os dados fornecidos nas contas de água do CIAC mostram variações bruscas de consumo, como no mês de janeiro de 2014, no qual as férias coletivas se encerraram no dia 20, portanto o consumo de água deveria ter sido abaixo da média, pois menos pessoas circularam no prédio durante esse período. Entretanto, nesse mês o consumo foi excepcionalmente alto, assim como no mês de maio no qual, apesar da conta indicar que não houve consumo, as atividades no CIAC estavam funcionando normalmente.

Funcionários da Proinfra, ao serem questionados sobre essas divergências, justificaram que podem ter ocorrido vazamentos no mês de janeiro, resultando em um consumo tão alto. Atribuíram também, essas variações, a erros de leitura dos funcionários da Cagepa. Nos

demais meses as variações do fluxo de pessoas no prédio, devido ao calendário acadêmico, condizem com os dados de consumo da Cagepa. Nos meses de agosto e dezembro houve diminuição de consumo por causa do período de férias.

Para estimar a média mensal de consumo só foram considerados os meses do período letivo, pois no período de férias o consumo é quase nulo, sendo obtido o consumo médio mensal de 462 m³.

De posse da média de consumo mensal do ano 2014, foi estimado o consumo médio diário, dividindo este consumo médio mensal por 20 dias úteis, resultando em um valor de 23.100 Litros/dia. O consumo *per capita* foi obtido através da divisão do consumo médio diário pela quantidade de pessoas que circulam no prédio (5.000 pessoas), resultando em 4,62 Litros/pessoa.dia.

O consumo diário *per capita* foi baixo, comparado ao apresentado na literatura. Tomaz (2010), estima que o consumo médio de água para escolas e universidades (externatos) varia de 10 a 50 litros/pessoa.dia. Um fator que pode ter influenciado para um valor *per capita* tão baixo, é a permanência limitada das pessoas no prédio, visto que a maioria dos alunos permanece por apenas um turno e muitos professores ministram aulas apenas alguns dias por semana.

4.2 Demanda de água pluvial

Para o cálculo da demanda de água pluvial é necessário conhecer os usos finais da água e, a partir dessa informação, estimar a porcentagem de água potável que é destinada ao abastecimento de bacias sanitárias e mictórios.

A quantidade de aparelhos sanitários a abastecer foi verificada através de visitas *in loco*. No CIAC existem 60 bacias sanitárias e 16 mictórios em funcionamento.

As fotos dos aparelhos sanitários são apresentadas na Figura 6.

Como não há nenhum estudo referente aos usos finais da água no Centro de Integração Acadêmica da UEPB, foram consideradas as estimativas encontradas na literatura.

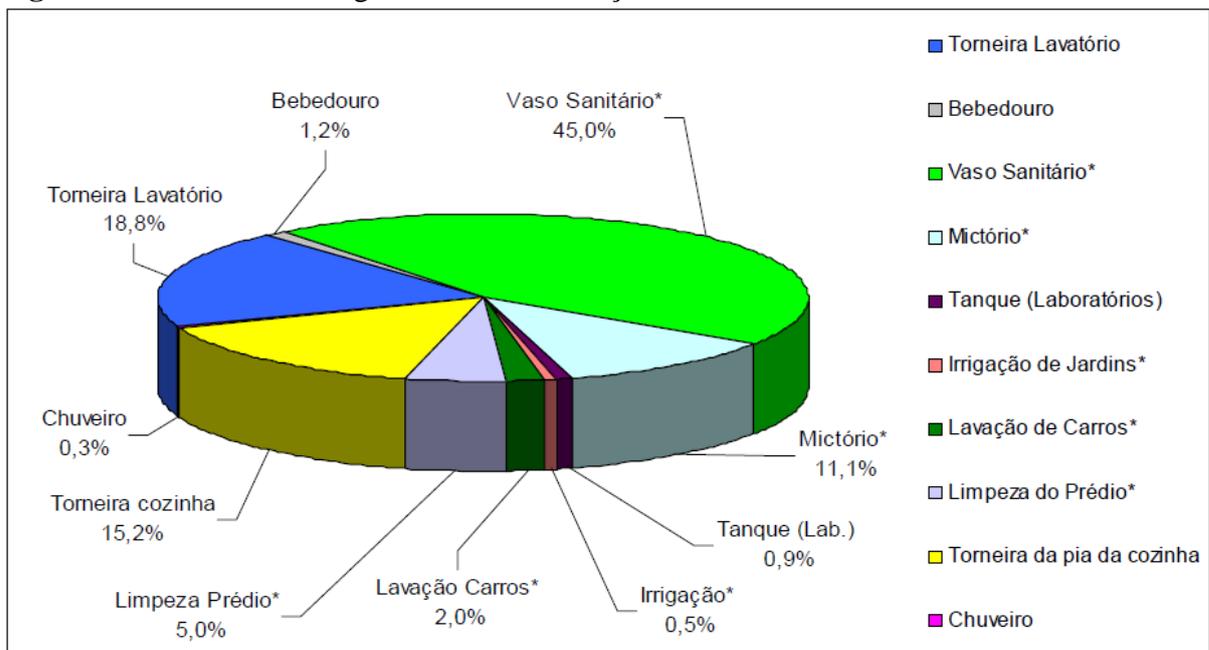
Marinoski (2007) constatou, através de um estudo dos usos finais da água no Senai/Florianópolis, que 63,54% da água consumida na instituição eram destinados a fins não potáveis e 45% eram utilizados apenas para o abastecimento de vasos sanitários, conforme ilustra a Figura 7.

Figura 6 – Bacia sanitária e mictório utilizados no CIAc



Fonte: Arquivo próprio

Figura 7 – Usos finais da água em uma instituição de ensino



Fonte: MARINOSKI (2007)

Considerando que o consumo de água destinado a vasos sanitários e mictórios corresponde a 56,1% do consumo médio de água de uma instituição de ensino. Foi possível estimar a demanda de água pluvial para o CIAC, a partir da média de consumo mensal. Através dos cálculos, foi concluído que as demandas mensal e diária de água pluvial para o abastecimento de vasos sanitários e mictórios do CIAC são de 259,2 m³/mês e 12,96 m³/dia, respectivamente.

4.3 Áreas de cobertura

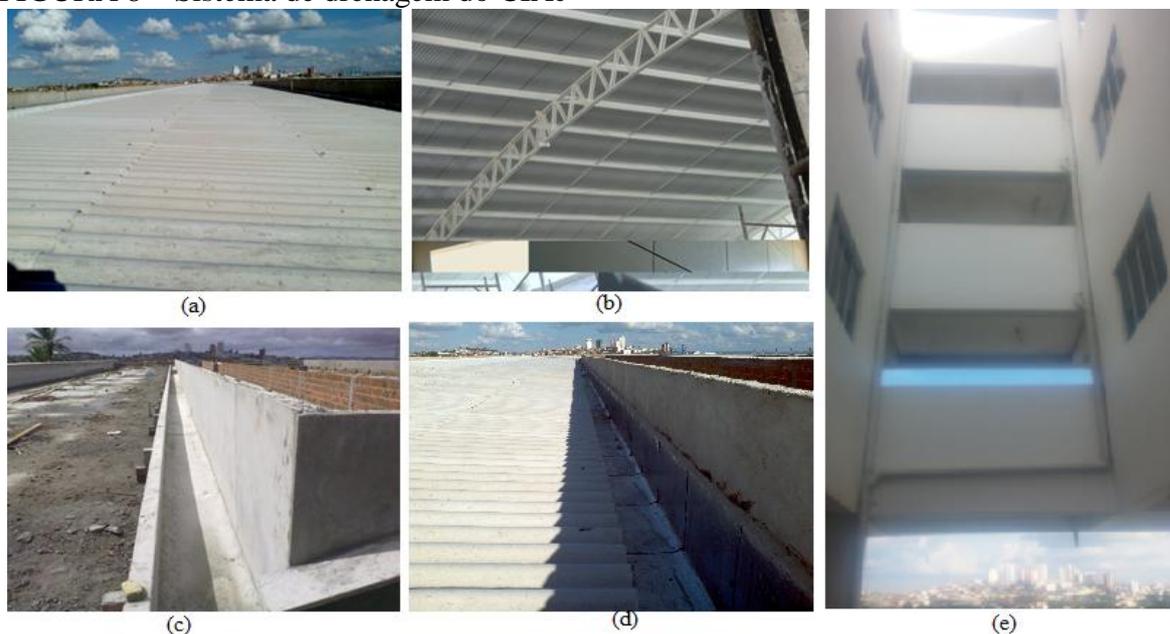
A área do telhado foi calculada a partir das plantas arquitetônicas do prédio, obtendo-se o valor de 6.920 m².

A cobertura do prédio é constituída de dois tipos de materiais. A parte central contém telhas metálicas, com estrutura metálica treliçada e nas demais áreas a telha utilizada é de fibrocimento, com estrutura de madeira.

Para a drenagem da água pluvial existem calhas de zinco sobre estrutura metálica, na parte central da cobertura. Além das calhas de concreto impermeabilizado localizadas na platibanda. Os condutores verticais e horizontais são de PVC, com 100 mm de diâmetro.

A Figura 8 mostra as partes constituintes do sistema de drenagem do prédio: cobertura geral (a), cobertura central (b), calha geral (c), calha central (d) e condutores verticais e horizontais (e).

FIGURA 8 – Sistema de drenagem do CIAC



Fonte: Pro-Reitoria de infraestrutura UEPB (2016)

4.4 Dimensionamento do reservatório de água pluvial

O dimensionamento do reservatório foi feito a partir do Método de Rippl. Este método foi escolhido por apresentar algumas vantagens, como o fato de considerar a demanda de água pluvial e de aceitar precipitações médias mensais. O volume estimado do reservatório foi de 639,57 m³, como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl

COLUNA 1	COLUNA 2	COLUNA 3	COLUNA 4	COLUNA 5	COLUNA 6	COLUNA 7
MESES	PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAS (mm)	DEMANDA CONSTANTE MENSAL (m ³)	ÁREA DE CAPITAÇÃO (m ²)	PRODUÇÃO MENSAL DE CHUVA (m ³) C=0,85	DEMANDA - PRODUÇÃO (M ³)	SOMATÓRIO DOS VALORES POSITIVOS DA COLUNA 6
JANEIRO	38,3	259,2	6920	225,28	33,92	33,92
FEVEREIRO	55,2	259,2	6920	324,69	-65,49	33,92
MARÇO	97	259,2	6920	570,55	-311,35	33,92
ABRIL	110,9	259,2	6920	652,31	-393,11	33,92
MAIO	108,7	259,2	6920	639,37	-380,17	33,92
JUNHO	110,2	259,2	6920	648,20	-389,00	33,92
JULHO	106,7	259,2	6920	627,61	-368,41	33,92
AGOSTO	58,4	259,2	6920	343,51	-84,31	33,92
SETEMBRO	28,2	259,2	6920	165,87	93,33	127,25
OUTUBRO	11,5	259,2	6920	67,64	191,56	318,80
NOVEMBRO	13,4	259,2	6920	78,82	180,38	499,19
DEZEMBRO	20,2	259,2	6920	118,82	140,38	639,57
Total	758,7	3110,4		4462,67		639,57

Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Tomaz (2010), o Método de Rippl geralmente apresenta o valor extremo do volume do reservatório em lugares onde há grande variação nas precipitações médias mensais. Diante disto, deve-se utilizá-lo sempre como uma referência máxima.

Observa-se que o volume de chuva acumulado (4.462,67 m³/ano) é superior à demanda anual de chuva no prédio (3.110,4 m³/ano). Portanto, para um reservatório com volume de 639,57 m³, a água de chuva suprirá totalmente a demanda de água para o abastecimento de vasos sanitários e mictórios. No entanto, não há uma área disponível para a construção de um reservatório com este volume.

Considerando a área disponibilizada pela Universidade, foi decidido utilizar dois reservatórios de 90m³ interligados, resultando em 180m³ de volume de reservação, conforme

previsto no projeto que está em andamento no CIAC. Esta capacidade adotada do reservatório corresponde a 28,14% do volume calculado pelo método de Rippl e aproximadamente 2/3 da demanda média mensal.

Segundo Marques (2012), a utilização de reservatórios de menor volume apresenta uma maior razão benefício/custo e menores períodos de retorno do investimento inicial, tornando-se uma alternativa viável.

Foi decidido construir dois reservatórios inferiores enterrados, para aproveitar as tubulações do sistema de drenagem existente. Deste modo, a água proveniente das calhas, seguirá por gravidade para abastecer os reservatórios. Posteriormente, haverá o bombeamento da água para o reservatório superior, realizado por motobombas.

O reservatório superior, já existente no prédio, localiza-se sobre a cobertura. Possui duas células, sendo uma célula destinada à água potável e a outra à água pluvial, com volume de 75 m³ cada.

4.5 Análise econômica

Inicialmente foram levantados os custos com a água potável. Para a determinação desses valores foi utilizada a tarifa da Cagepa. A estrutura tarifária da Cagepa, consiste em taxas específicas para cada uma das 4 categorias de consumidores. O CIAC se enquadra na categoria Público, onde a tarifa (até 10 m³) é de R\$ 54,58. Caso o consumo seja superior a 10 m³, acrescenta-se R\$ 9,16 para cada m³ excedente.

A instituição, em estudo, está ligada à rede pública de coleta de esgoto, portanto o custo de água tratada foi acrescido com o custo de coleta de esgoto. O custo de coleta de esgoto é igual a 80% do custo de água tratada.

A Tabela 2 apresenta o custo com abastecimento de água e coleta de esgoto no CIAC no ano de 2014.

Observa-se que o volume médio de água comprada no período letivo é de 462 m³/mês representando um gasto financeiro mensal de R\$ 7.550,82. Com a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, serão poupados aproximadamente 259,2 m³/mês de água potável. Considerando que a taxa de coleta de esgoto é estimada a partir do volume de água tratada que foi consumida, então a economia mensal na conta de água será de R\$ 3.775,41 e anual de R\$ 45.304,92.

Tabela 2 – Custo de água e esgoto do CIAc em 2014

ANO DE 2014	CONSUMO (M³)	CUSTO DE ÁGUA	CUSTO DE ESGOTO	TOTAL
JANEIRO	1724	R\$ 15.754,82	R\$ 12.603,86	R\$ 28.358,68
FEVEREIRO	438	R\$ 3.975,06	R\$ 3.180,05	R\$ 7.155,11
MARÇO	502	R\$ 4.561,30	R\$ 3.649,04	R\$ 8.210,34
ABRIL	543	R\$ 4.936,86	R\$ 3.949,49	R\$ 8.886,35
MAIO	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
JUNHO	321	R\$ 2.903,34	R\$ 2.322,67	R\$ 5.226,01
JULHO	705	R\$ 6.420,78	R\$ 5.136,62	R\$ 11.557,40
AGOSTO	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
SETEMBRO	269	R\$ 2.427,02	R\$ 1.941,62	R\$ 4.368,64
OUTUBRO	466	R\$ 4.231,54	R\$ 3.385,23	R\$ 7.616,77
NOVEMBRO	447	R\$ 4.057,50	R\$ 3.246,00	R\$ 7.303,50
DEZEMBRO	6	R\$ 54,58	R\$ 43,66	R\$ 98,24
TOTAL	5421	R\$ 49.322,80	R\$ 39.458,24	R\$ 88.781,04

Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida foram estimados os custos de implantação e operação do sistema de aproveitamento de água pluvial, para a realização da análise de viabilidade econômica. Estes custos são relativos aos gastos para aquisição de materiais, equipamentos, energia elétrica e mão de obra.

4.5.1 Custos de implantação

Consultando o catálogo de composições do SINAPI - Sistema Nacional De Pesquisa De Custos e Índices da Construção Civil do mês de outubro de 2015, foi possível orçar o reservatório inferior, e, através de uma pesquisa de preço de mercado, estimou-se os custos dos acessórios do reservatório e do conjunto motobomba (APÊNDICE A).

Em um sistema de aproveitamento de água pluvial o reservatório é a parte que necessita de um maior investimento. Seu custo de implantação pode representar de 50 a 85% do valor total do sistema, principalmente quando o volume demandado é grande e requer uma estrutura de concreto resistente. A escolha de um volume menor para o reservatório reduziu significativamente os custos.

A escolha da bomba foi realizada com auxílio de informações apresentadas em catálogos de fabricantes. Para o sistema de recalque deste projeto foi escolhido um conjunto

motobomba da marca Schneider, modelo BC-92 S/T 1A, potência $\frac{3}{4}$ CV, para uma altura manométrica de 20,95 m.c.a. com uma vazão de 5m³/h. Foi orçado o custo de aquisição de duas motobombas, para garantir o abastecimento de água no caso de falha de uma das unidades, atendendo a recomendação da NBR 5626 (ABNT,1998).

Os custos de mão de obra já estão embutidos nos valores obtidos no catálogo do SINAPI, assim como, os custos de materiais e encargos sociais.

Os custos do material das tubulações e conexões representam 15% do custo total de implantação. Portanto houve um incremento de 1,15 ao valor final do orçamento. A Tabela 3 apresenta a estimativa de custo de implantação do projeto.

Tabela 3 – Custo de implantação do sistema

Sistema de aproveitamento de água pluvial CIAC					
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
1	Reservatório inferior com capacidade de 90m ³	ud	2	R\$ 35.378,91	R\$ 70.757,81
2	Motobomba Schneider – centrifuga. 3/4 CV.	ud	2	R\$ 718,00	R\$ 1.436,00
3	Tubulações e conexões			15% do total	R\$ 10.836,07
TOTAL					R\$ 83.022,88

Fonte: Elaborado pelo autor

4.5.2 Custos de operação

Os custos de operação são referentes ao consumo de energia elétrica para o funcionamento do sistema de recalque e os gastos para a realização da manutenção do sistema.

Depois de selecionada a motobomba, foi necessário converter a potência para kW, obtendo o valor de 0,57 kW. Em seguida, foi estimado o tempo de funcionamento diário em 20 dias de uso no mês. Para determinar os custos com energia elétrica devido ao bombeamento, foram utilizadas as informações referentes às tarifas (R\$/kWh) cobradas pela Energisa, empresa responsável pelo fornecimento de energia elétrica na cidade de Campina Grande.

Considerando que a vazão da motobomba é de 5 m³/h, foi estimado que o seu tempo de funcionamento deverá ser de 3 horas por dia para suprir a demanda diária de água pluvial do prédio, que é em torno de 15 m³.

Para a categoria em que se enquadra o CIAC a tarifa da Energisa é de 0,34597 R\$/kWh. Portanto, o custo mensal de energia elétrica será de R\$ 11,83/mês e o anual de R\$ 141,98/ano.

Com relação à manutenção dos componentes do sistema de coleta de água pluvial, estimou-se um custo de R\$ 460,00/ano, destinado à limpeza das calhas e condutores e manutenção dos reservatórios.

4.5.3 Tempo de retorno do investimento

Com base nos dados das estimativas de custos de implantação e operação do sistema, foi possível estimar o tempo de retorno do investimento inicial, expresso na Tabela 4.

Subtraindo a economia mensal acumulada, resultante da implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva, dos custos de implantação, considerando os custos de manutenção e operação, obteve-se um balanço financeiro mensal.

De acordo com o balanço financeiro, em 23 meses corridos o total economizado irá se equiparar ao total investido. A partir do 24º mês o sistema de aproveitamento de água da chuva no CIAC passará a ser lucrativo, ou seja, o benefício do sistema será maior do que os custos de implantação, tornando-se uma alternativa altamente viável.

TABELA 4 – Estimativa do tempo de retorno do investimento

Meses	Implantação (R\$)	Manutenção (R\$/mês)	Operação (R\$/mês)	Economia acumulada de água potável (R\$/mês)	Balanco Financeiro
0	83022,88	0,00	0,00	0,00	83022,88
1	83022,88	38,33	11,83	3775,41	79297,63
2	83022,88	38,33	11,83	7550,82	75522,22
3	83022,88	38,33	11,83	11326,23	71746,81
4	83022,88	38,33	11,83	15101,64	67971,40
5	83022,88	38,33	11,83	18877,05	64195,99
6	83022,88	38,33	11,83	22652,46	60420,58
7	83022,88	38,33	11,83	26427,87	56645,17
8	83022,88	38,33	11,83	30203,28	52869,76
9	83022,88	38,33	11,83	33978,69	49094,35
10	83022,88	38,33	11,83	37754,10	45318,94
11	83022,88	38,33	11,83	41529,51	41543,53
12	83022,88	38,33	11,83	45304,92	37768,12
13	83022,88	38,33	11,83	49080,33	33992,71
14	83022,88	38,33	11,83	52855,74	30217,30
15	83022,88	38,33	11,83	56631,15	26441,89
16	83022,88	38,33	11,83	60406,56	22666,48
17	83022,88	38,33	11,83	64181,97	18891,07
18	83022,88	38,33	11,83	67957,38	15115,66
19	83022,88	38,33	12,83	71732,79	11341,25
20	83022,88	38,33	13,83	75508,20	7566,84
21	83022,88	38,33	14,83	79283,61	3792,43
22	83022,88	38,33	15,83	83059,02	18,02
23	83022,88	38,33	16,83	86834,43	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÃO

Este estudo estimou uma demanda de 259,2 m³/mês de água para fins não potáveis no Centro de Integração Acadêmica da UEPB, quantificando um potencial de economia de água potável em aproximadamente 56,1%, com a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis.

De posse dos dados de consumo de água, da Cagepa, e também com base nos dados pluviométricos e área de captação, estimou-se que 639,57 m³ seria o volume ideal do reservatório inferior de água pluvial. Porém, por não haver espaço suficiente no prédio para a implantação de um reservatório com essa dimensão, optou-se por adotar dois reservatórios de 90m³, conforme está previsto no projeto da Proinfra, em andamento no CIAC. A redução da capacidade do reservatório não prejudicará o funcionamento do sistema, pois este volume atende à demanda diária do prédio.

Foi também realizada uma estimativa dos gastos para implantação dessa alternativa, considerando os custos de implantação, operação e manutenção do sistema, orçados em R\$ 83.022,88, R\$ 141,96/ano e R\$ 460,00/ano, respectivamente.

Por fim, com base na economia mensal de água potável gerada e no custo total de implantação do sistema, foi estimado que o período de retorno do investimento será de 1 ano e 11 meses, constatando que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no CIAC é economicamente viável, pois proporcionará uma significativa economia de água potável, trazendo benefícios financeiros em curto prazo, além de promover o uso racional da água.

5.1. Sugestões para trabalhos futuros

- Levantamento dos usos da água no CIAC, para obter uma estimativa mais precisa da fração de uso para fins não potáveis;
- Análise da viabilidade de um sistema de aproveitamento de água pluvial para outros usos não potáveis;
- Análise da viabilidade de um sistema de reúso no CIAC.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527 – Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2007. Disponível em <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf>> Acesso em 05/02/2016.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626 – Instalações Prediais de Água Fria**. 1998. Disponível em <<http://pt.slideshare.net/sheyqueiroz/nbr-562698-instalao-predial-de-gua-fria>> Acesso em 05/02/2016.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais**. 1989. Disponível em <<http://xa.yimg.com/kq/groups/1102027/1509256356/name/NBR+10844>> Acesso em 05/02/2016.

AESA – **Agencia Executiva de Gestão da Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em www.aesa.pb.gov.br Acesso em 09/02/2016.

ANNECCHINI, K. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf> Acesso em 25/01/2016.

BARBOSA, V. **A última gota**. 1. Ed. São Paulo: Planeta, 2014. 155 p.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Institui o Código das Águas**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm> Acesso em: 04/01/2016.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm> Acesso em: 10/02/2016

CHAVES, E. **Abastecimento de água e Saneamento básico em Campina Grande: Uma questão política, social e econômica**. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRÁFOS, 16., 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre/RS.

COHIN, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A. Captação e aproveitamento de água de chuva: Dimensionamento de reservatórios. In: SIMPÓSIO DERECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9. 2008, Salvador. **Anais...** Salvador/BA.

FERREIRA, G.; FERREIRA, N. Fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. In: SIMPEP, 8. 2006, Bauru. **Anais...** Bauru/SP.

GUIMARÃES, B. Captação e aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis e potáveis. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 2926-2939, jun./2015.

GORSKI, M. **Rios e Cidades: Ruptura e Reconciliação**. 2008. 237 f.. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2008. Disponível em <<http://dspace.mackenzie.br:8080/bitstream/handle/10899/6070/Maria%20Cecilia%20Barbieri%20Gorski1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 20/01/2016.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia Estatística**. Disponível em <www.ibge.gov.br> acesso em 12/02/2016.

JABUR, A.; BENETTI, H.; SILIPRANDI, E. Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis. In: Congresso Nacional de Excelência Em Gestão, 7. 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. ISSN 1984-9354.

LAMBERTS, R., et al. (Ed.). **Casa eficiente: uso racional da água**. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010. v. 3. 72p. Disponível em <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_III_WEB.pdf> Acesso em 05/02/2016.

MARINOSKI, A. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis - SC**. 2007.

MARINOSKI, A.; GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, abr./jun. 2008. ISSN 1678-8621.

MARQUES, C. **Proposição de sistema de aproveitamento de água de chuva para o Campus Campina Grande do IFPB**: Estudo da viabilidade econômica. 2012. 112 f.. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012. Disponível em <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/5468/1/arquivototal.pdf>> Acesso em 02/01/2016.

MAY, S. **Estudo de viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 150f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/publico/simonemay.pdf>> Acesso em 02/02/2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: Prioridades 2012-2015**. Integra a série de documentos que compõe o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instrumento de gestão aprovado em 2006. 2011. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao16032012065259.pdf> Acesso em 05/02/2016.

BRASIL. Ministério de Minas E Energia – MME. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por Água subterrânea Estado de Paraíba - Diagnóstico do município de**

campina grande. 2005. Disponível em<<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/CUIT218.pdf>> Acesso em 10/02/2016.

OLIVEIRA, N. Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2008. Disponível em<<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/15nancy.pdf>> Acesso em 05/02/2016.

OLIVEIRA, S. Aproveitamento da água da chuva e reuso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em palhoça – SC. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Sulayre_Mengotti_Oliveira.pdf> Acesso em 07/02/2016.

PARAÍBA. Lei nº 9.130, de 27 de maio de 2010. Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba, conforme especifica e adota outras providências. Disponível em: <<https://sistemas.uepb.edu.br/e-rh/fotos/28-05-2010.pdf>> Acesso em: 10/02/2016

PARAÍBA. Lei nº 10.559, de 18 de novembro de 2015. Dispõe sobre a Instituição da Campanha Permanente de Mobilização Estadual contra o Desperdício de Água no Estado da Paraíba e dá outras providências. Disponível em: <<http://static.paraiba.pb.gov.br/2015/11/Diario-Oficial-19-11-2015.pdf>> Acesso em: 10/02/2016

SILVA, P., et al. A gestão de recursos hídricos na visão midiática – o caso do Açude Epitácio Pessoa/Boqueirão – PB. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 12. 2014, Natal. **Anais...** Natal/RN.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. 2010. Disponível em <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Capitulo%2000-%20Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso 23/01/1016

VELOSO, N.; MENDES, R. R. L. Aspectos legais do uso da água da chuva no Brasil e a gestão dos recursos hídricos: notas teóricas. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS: Água – Desenvolvimento econômico e sustentável, 20. 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves/RS, 2013. p. 1-8.

VICTORINO, C. Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. 1. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2007. 231 p.

APÊNDICE A – ORÇAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR

OBRA		RESERVATÓRIO INFERIOR				
PREÇOS: SINAPI COM BDI = 26,5%						
ÍTEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT.	PREÇO	TOTAL
1	79480	ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM SOLO EXCETO ROCHA.	m ³	180,00	R\$ 2,66	R\$ 478,80
3	72920	REATERRO DE VALA COM MATERIAL GRANULAR REAPROVEITADO	m ³	6,00	R\$ 13,60	R\$ 81,60
5	74048/007	LASTRO DE CONCRETO, ESPESSURA 3 CM, PREPARO MECÂNICO, INCLUSO ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	M ²	6,00	R\$ 18,70	R\$ 112,20
6	73346	CONCRETO ARMADO DOSADO 15 MPA, ÁREA MOLDADA, FORMAS E ESCORAMENTO, 60 KG DE AÇO CA-50 INC. MAO DE OBRA P/CORTE DOBRAGEM MONTAGEM E COLOC NAS FORMAS.	M ³	38,70	R\$ 1.688,30	R\$ 65.337,21
12	PREÇO DE MERCADO	Kit Acquasave para cisterna (conjunto flutuante de sucção: bóia – mangueira; filtro VF1; sifão ladrão e freio d'água)	ud	2,00	R\$ 2.374,00	R\$ 4.748,00
13	PREÇO DE MERCADO	MOTOBOMBA SCHNEIDER - CENTRIFUGA MONOESTÁGIO DE 3/4 CV.SÉRIE BC - 92 S/T 1 A. ALIMETA CAIXA D'ÁGUA SUPERIOR.	ud	2,00	R\$ 718,00	R\$ 1.436,00
TOTAL						R\$ 72.193,81

ANEXO A – CONTA DE ÁGUA CIAC 2014

12/12/2014 CAGEPA - Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba - Agência Virtual

Relação de Consumos

Matricula : 70382464 Hidrômetro : G12XA00065
 Inscrição : 018.42.005.0100 Consumo Médio : 447
 Cliente : CENTRO DE INTEG ACADEMICO/UEPB Sit. Água : 3
 Endereço : RUA DOMITILA C DE CASTRO, 351 A UEPB
 Dados atualizados até : 11/12/2014 Sit. Esgoto : 1

Mês/Ano	Período de Consumo	Consumo (m3)	Leitura
12/2014	10/11/2014 a 09/12/2014	6	5490
11/2014	09/10/2014 a 10/11/2014	447	5456
10/2014	10/09/2014 a 09/10/2014	466	5037
09/2014	11/08/2014 a 10/09/2014	790	4571
08/2014	07/07/2014 a 11/08/2014	0	4275
07/2014	10/06/2014 a 07/07/2014	765	4730
06/2014	09/05/2014 a 10/06/2014	321	4030
05/2014	09/04/2014 a 09/05/2014	0	3709
04/2014	11/03/2014 a 09/04/2014	543	4413
03/2014	10/02/2014 a 11/03/2014	510	3870
02/2014	09/01/2014 a 10/02/2014	438	3368
01/2014	10/12/2013 a 09/01/2014	1724	4841

PROCENGE

*a primeira - Bom
 pl. ciência.
 Ch. 10.10.14*

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
 Prof. Dr. César Augusto Brito
 Pós-Graduação em Engenharia de Sanitária e Ambiental
 Matrícula 122.514-6

http://agenciavirtual.cagepa.pb.gov.br/RelacaoConsumo.asp