

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

RENAN TEIXEIRA MARTINS

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA USO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO
HOSPITAL METROPOLITANO DE SANTA RITA**

João Pessoa

2017

Renan Teixeira Martins

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA USO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO
HOSPITAL METROPOLITANO DE SANTA RITA**

Trabalho de conclusão de Curso de Graduação
apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da
Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial
para a obtenção do título Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior

João Pessoa

2017

M366e Martins, Renan Teixeira

Estudo de viabilidade econômica para uso de águas pluviais no Hospital Metropolitano de Santa Rita / Renan Teixeira Martins. – João Pessoa, 2017.

55f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Junior.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

FOLHA DE APROVAÇÃO

RENAN TEIXEIRA MARTINS

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA USO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO HOSPITAL METROPOLITANO DE SANTA RITA

Trabalho de Conclusão de Curso em 09/11/2017 perante a seguinte Comissão Julgadora:

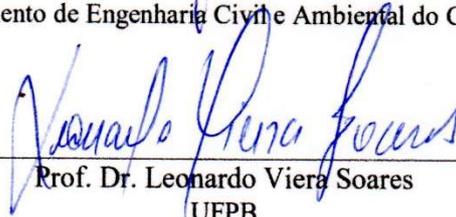


Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior – UFPB

Orientador

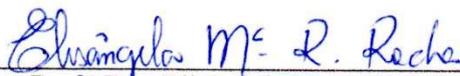
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Dr. Leonardo Viera Soares
UFPB

APROVADO



Prof.ª Dra. Elisângela Maria Rodrigues Rocha
UFPB

APROVADO



Prof.ª Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
Matrícula Siape: 1668619

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir concluir mais uma etapa de minha vida.

À minha família, por todo amor, carinho, tempo e paciência dedicados para a realização deste sonho.

À minha namorada, por toda a atenção e amor que tem me dedicado.

Ao prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Junior, por ter aceitado me orientar em uma etapa tão importante de minha vida.

Aos membros da banca examinadora, por terem se disponibilizado a este serviço.

Aos meus colegas e professores de curso, que carrego muitos como verdadeiros amigos, onde sei que poderei contar no futuro profissional que me espera.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para que este sonho se realizasse.

RESUMO

A escassez de água vem aumentando durante o tempo, devido aos grandes usos, aumentos da população e poluição. Este problema gera uma busca por novas formas de aproveitamento de água. Uma das maneiras encontradas é o de reaproveitamento das águas pluviais. Na cidade de João Pessoa – PB, a água da chuva é tida como boa qualidade, necessitando de tratamentos simples, por filtros de areia, para estar apta ao consumo humano. Neste trabalho, considerou-se estudar a viabilidade econômica de um reservatório de águas pluviais como alternativa para o abastecimento da rega de jardim, vasos sanitários do bloco de apoio e mictórios do Hospital Metropolitano de Santa Rita, atualmente em execução. Para isto, foi calculado o reservatório necessário para suprir toda a demanda de água anual para os usos, de 1200 m³, e variou-se o tamanho até chegar ao volume do reservatório de projeto, 25m³. A partir da estimativa do consumo de água para esses usos e levantamento dos custos de construção, manutenção e operação, e considerando diferentes Taxas de Juros a Longo Prazo (TJLP), foi analisado a viabilidade econômica do projeto de reaproveitamento de águas pluviais por meios dos parâmetros econômicos de Valor Presente Líquido (VPL) e Benefício/Custo (B/C), onde, estimou-se qual reservatório traria maior benefício econômico. A TJLP média para os últimos anos é 6,12% e para este trabalho considerou-se ainda as TJLP's de 4%, 8%,10% e 12%, sendo o aumento da TJLP prejudicial para a viabilidade econômica do projeto. Para ambos os parâmetros de cálculo, o projeto de reaproveitamento é viável, porém, para o VPL é mais benéfico o reservatório de 1200 m³ e para o B/C o reservatório de 25 m³ apresenta melhor benefício econômico.

Palavras-chave: água pluvial; viabilidade econômica; reservatório;

ABSTRACT

Water scarcity has been increasing over time due to large uses, population increases and pollution. This problem generates a search for new forms of water use. One of the ways found is the reuse of rainwater. In the city of João Pessoa - PB, rainwater is considered as good, requiring simple treatments, such as sand filters, to be useful for human consumption. In this work, it was considered to study the economic viability of a rainwater reservoir as an alternative for the supply of garden watering, sanitary vessels of the support block and urinals of the Santa Rita Metropolitan Hospital, currently in execution. To do this, was calculated the reservoir to supply all the demand of annual water, reaching the valor of 1200 m³ and it was varied until it reached the value of 25 m³, what is the real reservoir of the hospital. Based on the estimation of the water consumption for these uses and the costs of construction, maintenance and operation costs, and considering different Long-Term Interest Rates (LTIR), the economic viability of the rainwater reuse project was analyzed by means of the economic parameters of Net Present Value (NPV) and Benefit / Cost (B / C), where it was estimated which reservoir would bring greater economic benefit. The average LTIR for the last years is 6.12% and for this work, the LTIR's of 4%, 8%, 10% and 12% were considered. The LTIR increase is detrimental to the economic viability of the project. For both parameters, the reuse project is viable, however, for the NPV the reservoir of 1200 m³ is more beneficial and for the B / C the reservoir of 25 m³ presents the best economic benefit.

Keywords: Rainwater; economic viability; reservoir.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição do uso da água.....	13
Figura 2 – Ciclo Hidrológico	15
Figura 3 – Pedra Moabita.....	16
Figura 4 – Desenho do Palácio de Knossos.....	17
Figura 5 – Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva	18
Figura 6 – Fachada (projeto) do HMSR	24
Figura 7 – Planta de cobertura do HMSR.....	23
Figura 8 – Média da TJLP	33
Figura 9 – Porcentagem do Consumo no uso de águas pluviais	39
Figura 10 – Reservatório de 1200m ³	42
Figura 11 – Reservatório de 900m ³	43
Figura 12 – Custo X Volume	44
Figura 13 – VPL X Volume do reservatório inferior	46
Figura 14 – B/C X Volume do reservatório inferior	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo de água diário médio por ano	9
Tabela 2 – Porcentagem de água no planeta	10
Tabela 3 – Disponibilidade Hídrica por Estado na região Nordeste	11
Tabela 4 – Usos e requisitos da água	14
Tabela 5 – Descarte mínimo de chuva.....	20
Tabela 6 – Parâmetros para águas de aproveitamento	21
Tabela 7 – Parâmetros para a cidade de João Pessoa	22
Tabela 8 – Dados do Posto Pluviométrico	26
Tabela 9 – Número de funcionários por leito.....	27
Tabela 10 – Número de funcionários por leito para hospital público terciário	28
Tabela 11 – Consumo por aparelhos hidrossanitários	29
Tabela 12 – Consumo para usos externos de edificações.....	30
Tabela 13 – Porcentagens do uso de água para Hospitais.....	30
Tabela 14 – Dados pluviométricos para cidade de João Pessoa	36
Tabela 15 – Consumo estimado do HMSR	38
Tabela 16 – Dimensionamento do reservatório inferior.....	40
Tabela 17 – Dimensões dos reservatórios inferiores	42
Tabela 18 – Custo total dos reservatórios	44
Tabela 19 – VPL para diferentes valores da TJLP	46
Tabela 20 – B/C para diferentes valores da TJLP.....	47

SUMÁRIO

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA	11
2	OBJETIVOS:	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	DEMANDA DE ÁGUA	13
3.2	CICLO HIDROLÓGICO	14
3.3	HISTÓRICO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	15
3.4	ESTRUTURA PARA UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	17
3.5	RELAÇÕES ENTRE SAÚDE PÚBLICA E A ÁGUA	18
3.6	A QUALIDADE DA ÁGUA	19
3.7	QUALIDADE DA ÁGUA EM JOÃO PESSOA E USO EM REGAS DE JARDIM, BACIAS SANITÁRIAS E MICTÓRIOS.	21
3.8	VIABILIDADE ECONÔMICA	23
4	METODOLOGIA:	24
4.1	HOSPITAL METROPOLITANO DE SANTA RITA	24
4.2	USOS PARA ÁGUA PLUVIAL	26
4.3	LEVANTAMENTO DA OFERTA PLUVIOMÉTRICA	26
4.4	LEVANTAMENTO DOS FUNCIONÁRIOS E CONSUMO ESTIMADO TOTAL ..	26
4.5	LEVANTAMENTO DE VISITANTES	28
4.6	LEVANTAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA	29
4.7	RESERVATÓRIO INFERIOR	30
4.8	CUSTOS E BENEFÍCIOS DO PROJETO DE APROVEITAMENTO	31
5	RESULTADOS:	36
5.1	DISPONIBILIDADE DE ÁGUAS PLUVIAIS	36
5.2	DEMANDA DE ÁGUA	38
5.3	DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR	40
5.4	VIABILIDADE ECONÔMICA	41
6	CONCLUSÃO	49
7	REFERÊNCIAS:	50

1 INTRODUÇÃO

No relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), divulgado em 2015, a população estimada de 7,1 bilhões de pessoas deve atingir 8,5 bilhões, no ano de 2030 e 9,7 bilhões de habitantes, até 2050. Esse crescimento populacional, aliado ao desenvolvimento social, tem tornado a água de boa qualidade um recurso cada vez mais raro.

Segundo relatório da ONU, citado por Santos (2015), a média do consumo humano deveria ser de 110 litros por dia, quantidade suficiente para o consumo humano (2 a 5 litros por dia), higiene pessoal e preparação de alimentos. Segundo dados divulgados pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), o consumo humano médio diário no Brasil para os anos de 2015, 2014 e 2013 está expresso na tabela 1.

Tabela 1 - Consumo de água diário médio por ano

ANO	2015	2014	2013
CONSUMO (L.hab.dia)	154,02	161,96	166,29

Assim, a média do consumo diário no país é de 160,76 litros, valor 46% superior ao indicado pela ONU.

Além do consumo humano, a água é de extrema importância na economia brasileira, de modo especial, na produção de energia elétrica, na agricultura irrigada e na produção industrial.

Segundo divulgação da Sabesp, a superfície do planeta Terra é composta de $\frac{3}{4}$ de água e apenas $\frac{1}{4}$ de continentes e ilhas. Apesar da imensa quantidade hídrica disponível, apenas 2,5% deste valor é de água doce e propícia para consumo humano, distribuída da seguinte forma:

- 0,3% nos rios e lagos;
- 68,9% nos polos, geleiras e icebergs;
- 29,9% em leitos subterrâneos;
- 0,9% em outros.

A estimativa da quantidade de água total no planeta vem sendo estudada desde a metade do século XIX. Chow, Maidment & Mays (1988, *apud* Dias, 2007), apresentou a porcentagem de água, expressa na tabela 2.

Tabela 2 - Porcentagem de água no planeta

Item	Área (10 ⁶ km ²)	Volume (m ³)	Porcentagem da água total	Porcentagem de água fresca
Oceanos	361,3	1.338.000.000	96,5	
Água subterrânea				
Fresca	134,8	10.530.000	0,76	30,1
Salina	134,8	12.870.000	0,93	
Umidade do solo	82	16.500	0,0012	0,05
Gelo Polar	16	24.023.000	1,7	68,6
Outro Gelo e neve	0,3	340.600	0,025	1
Lagos				
Doce	1,2	91.000	0,007	0,26
Salgado	0,8	85.400	0,006	
Pântanos	2,7	11.470	0,0008	0,03
Rios	148,8	2.120	0,0002	0,006
Água biológica	510	1.120	0,0001	0,003
Água atmosférica	510	12.900	0,001	0,04
Água total	510	1.385.984.610	100	
Água fresca	148,8	35.029.210	2,5	100

Fonte: Chow, Maidment e Mays, (1988) *apud* Dias, (2007)

O Brasil é uma região bem privilegiada com relação a porcentagem de detenção da água doce no planeta, com cerca de 13%, concentradas, em sua maioria, na região Amazônica, segundo relatório da Agência Nacional de Águas (ANA), divulgado em 2013. A menor porcentagem se encontra no Nordeste, com 3% dos recursos hídricos (MARINOSKY, 2007).

A tabela 3 apresenta os dados da população e dos recursos hídricos disponíveis nos Estados desta região.

Tabela 3 – Disponibilidade Hídrica por Estado na região Nordeste

REGIÃO	POPULAÇÃO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA (m ³ /hab.ano)
Alagoas	2.816.172	1.546
Bahia	13.066.910	2.720
Ceará	7.418.476	2.058
Maranhão	5.642.960	14.794
Paraíba	3.439.344	1.320
Pernambuco	7.911.937	1.171
Piauí	2.841.202	8.604
Rio Grande do Norte	2.771.538	1.526
Sergipe	1.781.714	1.431

Fonte: Maia Neto, 1997 apud Dias, 2007

A disponibilidade hídrica mínima é de 1.700 m³/hab.ano (Maia Neto, 1997 *apud* Dias, 2007), estando os Estados de Alagoas, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe abaixo do valor recomendado.

1.1 Aproveitamento de água da chuva

Com a crise hídrica e o aumento dos custos de implementação e manutenção do sistema de abastecimento de água, procurou-se buscar novas formas de sua obtenção. Diminuir desperdícios e fazer o uso racional da água está deixando de ser uma preocupação ambiental e se tornando também uma preocupação econômica (DIAS, 2007).

O aproveitamento de água da chuva passou a ter maior destaque a partir da década de 80, sendo aplicado na agricultura, na indústria, em atividades recreacionais, para uso doméstico, na manutenção de vazões, na aquicultura e na recarga de aquíferos subterrâneos (WESTERHOFF, 1984 *apud* OLIVEIRA, 2005.)

2 OBJETIVOS:

2.1 Objetivo geral

A proposta deste trabalho é analisar a viabilidade econômica do reservatório existente no projeto do Hospital Metropolitano de Santa Rita, sugerindo outros reservatórios maiores, e propor novos usos para a água captada da chuva, como o abastecimento dos mictórios do bloco hospitalar e dos vasos sanitários do bloco de apoio.

2.2 Objetivos específicos

- Levantamento dos custos para projeto de aproveitamento de água da chuva;
- Analisar a viabilidade econômica para diferentes taxas de juros a longo prazo;
- Analisar qual reservatório é mais benéfico a sociedade.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Demanda de água

A ANA, em relatório divulgado em 2013, afirma que, no ano de 2006, a vazão retirada das águas dos rios era de 1.842 m³/s. No ano de 2010, a vazão passou a ser de 2.373 m³/s, representando um aumento de cerca de 29%. Já a vazão de consumo teve um aumento de 18%, saindo inicialmente de 986 m³/s para 1.161 m³/s.

Em 2010, segundo a ANA, a irrigação foi responsável por maior parte do consumo, representando cerca de 72%. Em segundo lugar está o consumo para uso de animais, com 11%, seguido do uso urbano, 9%, e industrial, 7%. O consumo de pessoas em zona rural e de atividade não agrícola representa 1% da vazão, como apresentado na figura 1.

De acordo com Sperling (1998, *apud* Silva *et al.*, 2014), a qualidade da água está diretamente ligada ao seu uso, independentemente da legislação. A água para uso doméstico é utilizada para beber, preparar alimentos, cuidar da higiene pessoal, da casa e das roupas, irrigar hortas e criar animais. Por estar em contato direto com o ser humano, a água deve ser de excelente qualidade e preencher as condições de potabilidade (Silva, *et al.*, 2014). A tabela 4 apresenta os principais usos e requisitos de qualidade da água.

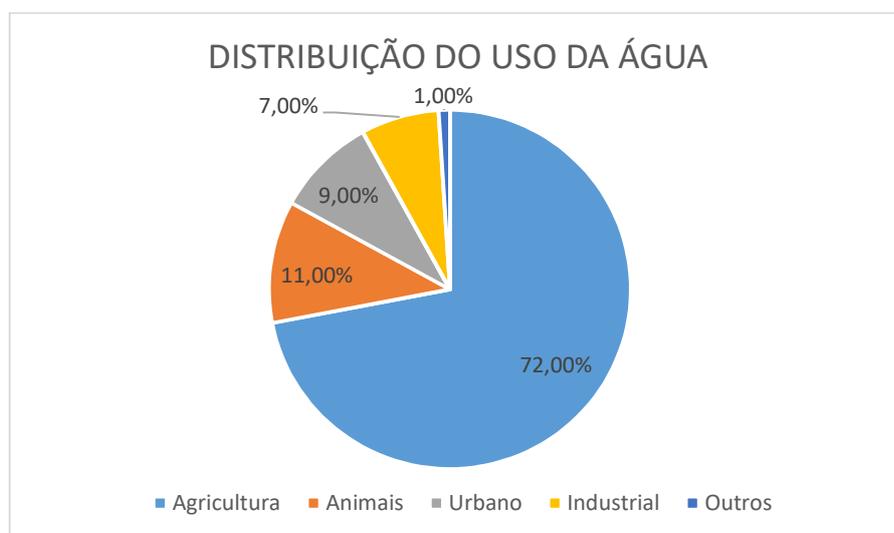


Figura 1 – Distribuição do uso da água

Fonte: Adaptado da Agência Nacional de Águas (2010)

Tabela 4 – Usos e requisitos da água

USO GERAL	USO ESPECÍFICO	QUALIDADE REQUERIDA
DOMÉSTICO		- Isenta de substâncias, químicas e organismos prejudiciais à saúde; - Adequada para serviços domésticos
		- Baixa agressividade e dureza - Agradável esteticamente (baixa turbidez, cor, sabor e odor, ausência de microrganismos)
INDUSTRIAL	Água é incorporada ao produto (alimento, bebidas e remédios).	- Isenta de substâncias, químicas e organismos prejudiciais à saúde
	Água entra em contato com o alimento	- Agradável esteticamente (baixa turbidez, cor, sabor e odor) - Variável com o produto
	Água não entra em contato com o produto (ex: refrigeração, caldeiras)	- Baixa dureza e baixa agressividade
IRRIGAÇÃO	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com cascas	- Isenta de substâncias, químicas e organismos prejudiciais à saúde - Salinidade não excessiva
	Demais plantações	- Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo, as plantações e a saúde.
DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS		Isenta de substâncias, químicas e organismos prejudiciais à saúde dos animais

Fonte: Adaptado de Silva, et al. (2014)

Segundo Rodrigues (2013), com dados baseados pesquisa realizada pelo WaterSense, programa da U.S. Environmental Protection Agency (EPA), no ano de 2012, a água utilizada em hospitais e outros estabelecimentos de saúde compreende 7% do consumo de água em instalações comerciais e institucionais nos Estados Unidos. Resfriamento de equipamentos, consumo doméstico, paisagismo e procedimentos médicos são os que mais se destacam no consumo.

3.2 Ciclo hidrológico

As principais características de qualquer volume de água superficial são a mobilidade e instabilidade. A água passa por todos os estados da matéria, que são:

sólidos, líquidos e gasosos de maneira cíclica e perpétua. A figura 2 apresenta um esquema do ciclo hidrológico. Alguns fatores influenciam este ciclo, como: energia térmica solar, a força dos ventos, que carregam o vapor d'água dos oceanos para o continente e a força da gravidade, que provoca os fenômenos da precipitação, da infiltração e dos deslocamentos das massas de água. (TUNDISI, 2003.)

A maioria das águas de escoamento superficial retornam para a atmosfera e oceanos. Anualmente, cerca de 47 mil m³ retornam aos oceanos provindos de rios, represas, lagos e águas subterrâneas. (TUNDISI, 2003.)

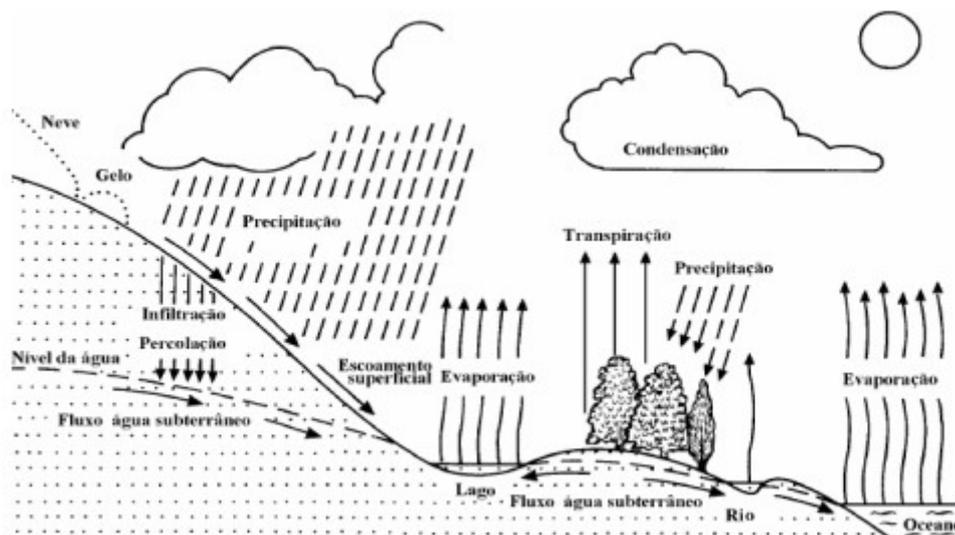


Figura 1 – Ciclo Hidrológico

Fonte: Tucci (2001)

3.3 Histórico do aproveitamento de águas pluviais

Segundo Tomaz (2010), uma das primeiras inscrições a respeito do aproveitamento de águas pluviais é datada de 830 a.C, inscrita pelo rei Meshu, dos Moabitas. Na Pedra Moabita, (Figura 3) encontrada no Oriente Médio, o rei pede para que seja feito um reservatório em cada residência afim de armazenar a água da chuva.



Figura 3 - Pedra Moabita

Fonte: Tomaz,2010

Algumas civilizações desenvolveram sistemas ainda antes. Na ilha de Creta, no Palácio de Knossos (Figura 4), a água pluvial era utilizada em descargas sanitárias em aproximadamente 2000 a.C. Em 2750 a.C, alguns registros já datam a utilização da água da chuva na Mesopotâmia. (Tomaz, 2010)

Desde então, o uso da água oriunda da chuva só vem aumentando. No nordeste brasileiro, por exemplo, buscou-se por meio do Projeto 1 milhão de Cisternas (P1MC), desenvolvido pelo Governo Federal, atender a um milhão de famílias carentes que sofrem com problemas falta d'água. O programa visa contribuir com o processo educativo e a transformação social dessa população (Dias, 2007).



Figura 4 - Desenho do Palácio de Knossos

Fonte: História digital, 2012

3.4 Estrutura para um Sistema de aproveitamento de águas pluviais

A captação das águas oriundas da chuva é o primeiro processo necessário para o correto funcionamento. Nessas áreas de captação, comumente são utilizados materiais como telhas galvanizadas pintadas ou esmaltadas com tintas não tóxicas, superfícies de concreto, cerâmicas, policarbonato e fibra de vidro. As calhas, responsáveis por conduzir a água até o reservatório, também devem ser fabricadas com materiais inertes, como PVC ou outros tipos de plásticos, evitando assim, que sejam levadas para os tanques de armazenagem partículas tóxicas provenientes destes dispositivos. (MACOMBER, 2001)

A água passa por alguns equipamentos de filtragem e desinfecção antes de chegar ao seu local de armazenamento. Em alguns sistemas, há o descarte das primeiras águas da chuva, já que estas trazem consigo as impurezas acumuladas nas lajes, telhados e tubulações.

Dependendo de quais serão os usos desta água, o sistema de bombeamento pode encaminhá-la para um reservatório elevado ou diretamente para o seu ponto final.

A figura 5 representada um esquema padrão de funcionamento de um sistema de reaproveitamento de água, exemplificando a posição de cada componente.



Figura 5- Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva

Fonte: (BELLA CALHA, 2007, apud MARINOSKI,2007).

3.5 Relações entre saúde pública e a água

Entende-se como salubridade ambiental, segundo Guimarães, et al. (2007, p. 2) como:

O estado de higidez (estado de saúde normal) em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas (que diz respeito ao clima e/ou ambiente) favoráveis ao pleno gozo de saúde e bem-estar.

Várias civilizações antigas desenvolveram técnicas de aprimoramento da água. No Egito, por exemplo, armazenavam a água para irrigação e consumo humano, pois dependiam das cheias do rio Nilo. Mesmo sem imaginar que muitas doenças podem ser transmitidas pela água, os egípcios armazenavam a água durante cerca de 1 ano, deixando a sujeira depositar no fundo do reservatório (CARDOSO, 1982).

Com o crescimento das cidades e aumento da população, o número de doenças passou a aumentar consideravelmente. O homem passou a deter de novas

e melhores tecnologias para o tratamento da água, e concomitantemente passou a poluir cada vez mais o meio ambiente.

Ribeiro e Rooke (2010) destacam que a humanidade se viu obrigada a encontrar soluções para o abastecimento de água propício ao consumo humano, de saneamento para a coleta e o tratamento de esgotos, para a coleta e tratamento dos resíduos sólidos e para a drenagem das águas de chuva, devido aos problemas de saúde pública e de poluição do meio ambiente.

Conforme Freitas & Almeida (1998, *apud* FREITAS *et al.*, 2001), algumas fontes de contaminação antropogênica em água subterrâneas são: despejos domésticos, industriais e chorume oriundos de aterros de lixo. Estes materiais acabam por contaminar os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos.

Problemas causados por doenças hídricas se tornaram também problemas econômicos. Estima-se que se perde, em média, um décimo do tempo produtivo de cada pessoa por doenças relacionadas à água. Um outro dado alarmante é que, nos países em desenvolvimento, 80% de todas as moléstias e mais de um terço dos óbitos sejam provocados pelo consumo de água contaminada. Por ano, é estimado que, a cada 14 segundos, morre uma criança vítima de doenças hídricas. (MORAIS *et al.*, 2002).

3.6 A qualidade da água

Segundo Tomaz (2010), alguns fatores podem alterar a composição da água da chuva consideravelmente, como: localização geográfica, condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.), a presença ou não de vegetação e também, a presença de carga poluidora.

A contaminação da água pode ser diretamente pelo ar ou quando entra em contato com a cobertura das edificações. No ar, a água pode entrar em contato com o dióxido de carbono (CO₂), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), chumbo, zinco, etc. Quando chega no telhado, pode ter contato com fezes de animais, poeiras, folhas de árvores, revestimento do telhado, tintas, dentre outros (TOMAZ, 2010).

Conforme Terry (2001), os melhores telhados quanto ao aspecto bacteriológico são, pela ordem decrescente: metálico, plásticos, telhas cerâmicas.

Para evitar a contaminação da água ao entrar em contato com a cobertura é muito utilizado o sistema de descarte das primeiras chuvas. Figueiras (2012), cita a importância do desvio do primeiro milímetro de água pluvial, pois, em seu estudo, houve um decaimento dos coliformes totais, redução de cor, turbidez e nos teores de sólidos suspensos de aproximadamente 99%.

A *American Rainwater Catchment* (2009 apud Tomaz, 2010), determina que o descarte mínimo deve variar de acordo com o nível de contaminação, com valores expressos na tabela 5.

Tabela 5 – Descarte mínimo de chuva

CLASSIFICAÇÃO	DESCARTE
Contaminação baixa	0,5mm
Contaminação média	2,0mm
Contaminação alta	8,0mm

Fonte: Adaptado da American Rainwater Catchment, apud Plínio Tomaz (2010).

Além da legislação que trata da classificação das águas, existem também algumas classificações para a sua reutilização. O manual de conservação e reúso de água em edificações (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005), especifica as condições mínimas e padrões de qualidade para a água reaproveitada, subdividindo-a em 4 classes e estabelece valores máximos expressos na tabela 6:

I - Classe 1: destinada ao uso de bacias sanitárias, lavagens de piso e fins ornamentais, lavagem de roupas e veículos;

II - Classe 2: destinadas aos usos associados à fase de construção de um edifício (lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação do solo, controle de poeira, etc.);

III - Classe 3: destinada a irrigação de áreas verdes e regas de jardins;

IV - Classe 4: destinada ao resfriamento de equipamentos de ar condicionado (torres de resfriamento).

Tabela 6 – Parâmetros para águas de aproveitamento

PARAMÊTRO	UNIDADES	CLASSES			
		1	2	3	4
Alcalinidade		-	-	-	350
Cloreto	mg/L	-	-	-	500
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	N.D.	1000	200	2,2
Cor	uH	10	-	30**	-
DBO (mg/L)	mg/L	10	30	-	-
DQO	mg/L	-	-	-	75
Dureza	mg/L	-	-	-	650
Ferro(mg/L)	mg/L	-	-	-	0,5
Fósforo	mg/L	0,1	-	-	1
Manganês	mg/L	-	-	-	0,5
Nitrato	mg/L	10	-	-	-
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	-	-	1
Nitrogênio Total	mg/L	-	-	5,0-30,0	-
pH		6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	-	-	500
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5	30	20	100
Sulfato	mg/L	-	-	-	200
Turbidez	UNT	2	-	5	

Fonte: Hagemann, 2009

No uso para rega de jardins, a água não precisa ser de excelente qualidade, diminuindo, em muitos casos, a necessidade de tratamento, ou mantendo apenas tratamentos simplificados. Já para o uso em bacias sanitárias e mictórios é exigido um maior padrão de qualidade, sendo necessário tratamento para melhoria da água pluvial.

3.7 Qualidade da água em João Pessoa e uso em regas de jardim, bacias sanitárias e mictórios.

A cidade de João Pessoa, localizada no Estado da Paraíba, com população estimada pelo IBGE para o ano de 2016 de 801.718 habitantes e área estimada de 211 km². Em pesquisa realizada por Costa *et al.* (2007), encontrou-se os seguintes parâmetros para a chuva de João Pessoa, apresentados na tabela 7 abaixo.

Tabela 7 – Parâmetros para a cidade de João Pessoa

PARÂMETROS	UNIDADE	TELHADO	JARDIM (PRECIPITAÇÃO LIVRE)
pH	-	6,72	5,24
Condutividade	µS/cm	25	24
Turbidez	UT	0,81	0,34
Cor	uH	0	0
Dureza	mg/L	21,4	20,2
Cloretos	mg/L	10,5	17,2
Alcalinidade	mg/L	13,4	6,5
STD	mg/L	13,9	12,1
Nitrito	mg/L	0	0,1
Nitrato	mg/L	0	0
Amônia	mg/L	0	0
Sulfato	mg/L	ND	ND

*STD = sólidos totais dissolvidos

Fonte: Costa, 2007

Comparando estes resultados com o da tabela 6, nota-se que para a utilização em rega de jardim, classificado como Classe 3, todos os parâmetros são atendidos. Já para uso em bacias sanitárias, Classe 1, alguns parâmetros não são satisfatórios, como a dureza, cloretos e alcalinidade. Outros parâmetros não puderam ser comparados, pois não estavam presentes na tabela 6, como: Condutividade e STD.

Em outra pesquisa realizada por Santana (2012), verificou-se que a água do estudo realizado na área de João Pessoa é caracterizada como boa, tendo em vista os elevados percentuais de atendimento aos padrões normativos estabelecidos para usos não potáveis e inclusive e maioria dos padrões de potabilidade, com exceção apenas dos coliformes totais e termotolerantes.

Os jardins fazem parte das paisagens urbanas e trazem conforto, quando bem cuidados, à população. Em estudo divulgado pela Universidade Médica de Viena (Áustria), no ano de 2016 concluiu-se a importância das áreas verdes de hospitais, pois são capazes de promover bem-estar entre pacientes, além dos integrantes do corpo profissional hospitalar.

Devido as grandes áreas verdes dentro dos hospitais, há um alto consumo de água para a sua manutenção. O uso de água pluvial torna-se uma alternativa atraente, tendo em vista que, para este uso, a água não precisa de um tratamento complexo.

Para mictórios e bacias sanitárias o padrão de qualidade exigido é maior. Existem várias formas de tratar a água captada, sendo uma delas o filtro de areia. Este apresenta uma boa eficiência na retenção de partículas, como o iodo, grãos de areia, resíduos de encanamentos, coliformes fecais, dentre outros.

Segundo Santos, (2011), no sistema de aproveitamento de água, o filtro mais comum é o de sedimentos, que remove partículas com dimensões superiores ou iguais a 5µm. Os filtros de areia, se utilizados em série, filtram as partículas de dimensões ainda menores.

Pode-se atestar, a partir dos estudos acima, que a água proveniente das chuvas de João Pessoa, aliada com um tratamento simples, é de boa qualidade, podendo ser utilizada para fins potáveis e não potáveis, incluído o uso nas bacias sanitárias, mictórios e rega de jardim.

3.8 Viabilidade econômica

Analisar a viabilidade econômica de um novo projeto significa levantar todos os custos e comparar com a economia proporcionada pelo respectivo projeto. Devem ser considerados os seguintes custos para análise de um projeto de reutilização da água da chuva (Papadopoulos, 1990 *apud* Hespanhol, 2002):

- Custos de sistemas de tratamento, que inclui projetos, serviços de engenharia, materiais e equipamentos, preparação do terreno e construção em geral;
- Custos de operação e manutenção, contabilizando os custos de administração, mão de obra, energia, testes e monitoramentos, dentre outros;

A partir do levantamento de todos os custos e da comparação com a economia gerada pelo reaproveitamento da água é possível determinar a viabilidade de todo o processo.

4 METODOLOGIA:

4.1 Hospital Metropolitano de Santa Rita

Conforme informações disponibilizadas no sítio do Governo do Estado da Paraíba, o Hospital Metropolitano de Santa Rita (HMSR), atualmente em construção, localizado no município de Santa Rita- Paraíba, possui terreno de aproximadamente 28 mil metros quadrados, sendo 18 mil metros quadrados de área construída. O hospital conta com 5 pavimentos e atenderá diversos segmentos, como: Urgência e emergência, Hemoterapia, Centro de Imagem, serviços de Pediatria e Maternidade, Unidades de Terapia Intensiva – neonatal, materno, infantil e adulto, e o centro cirúrgico com salas destinadas as cirurgias gerais e salas de parto.

O HMSR contará com 210 leitos, distribuídos entre os pavimentos térreo, primeiro e segundo pavimento. Os três primeiros andares são destinados as salas, centro cirúrgicos, UTI, dentre outros. O quarto pavimento funciona como área técnica para as máquinas de refrigeração e equipamentos. O último pavimento é o heliponto, que garante melhor acessibilidade aos usuários. O hospital deverá ser referência no atendimento cardiológico. A figura 6 apresenta o projeto de fachada do HMSR e a figura 7 a planta de cobertura do HMSR.



Figura 6 – Fachada (projeto) do HMSR

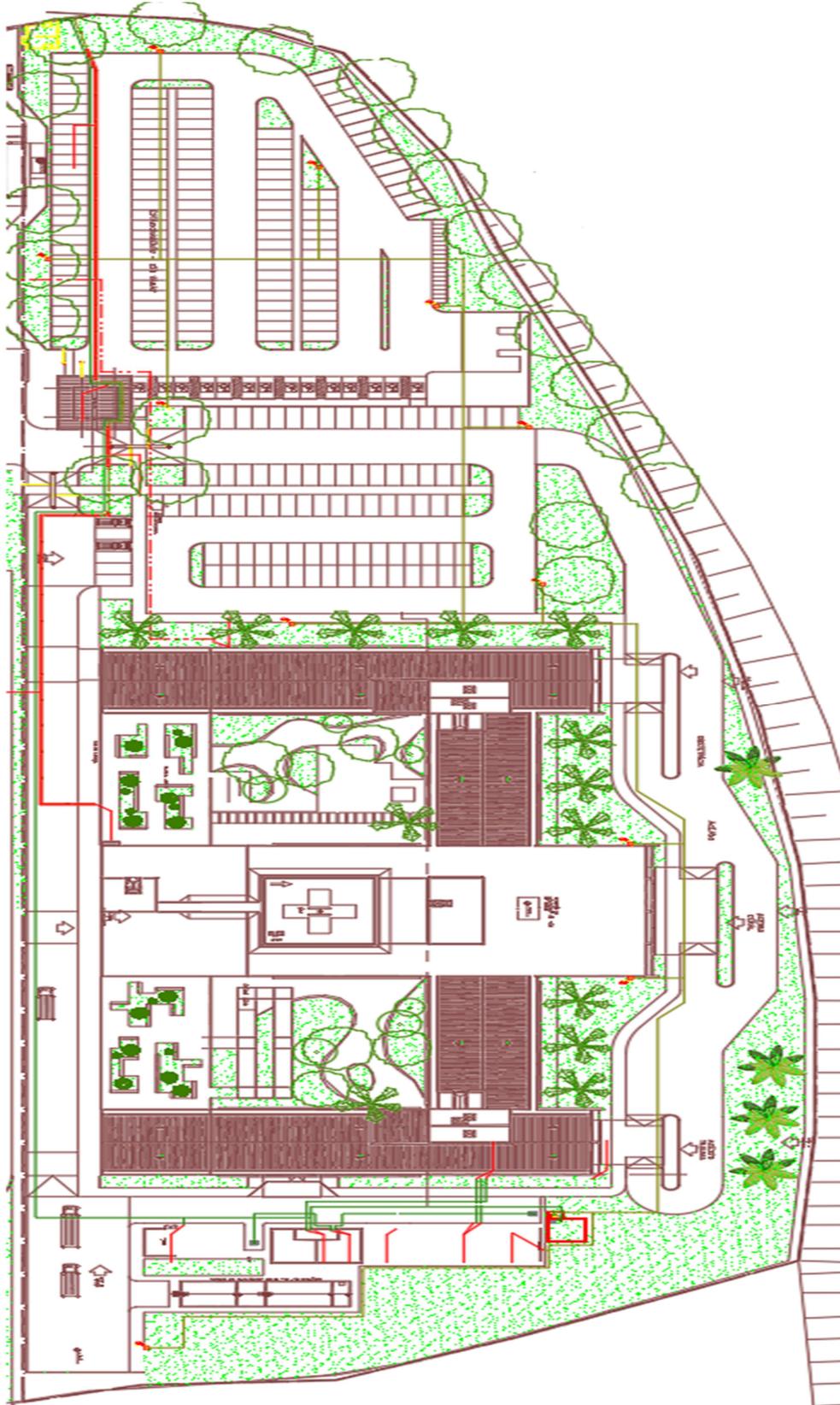


Figura 7 – Planta de cobertura do HMSR

Toda a área verde apresentada na figura 7 será de jardim.

4.2 Usos para água pluvial

Mesmo a água pluvial de João Pessoa sendo considerada como de boa qualidade, por se tratar de um hospital, onde o risco de contaminação é mais alto e demanda um maior cuidado com o tratamento de água, adotou-se, para uma melhor qualidade, a utilização do filtro de areia como tratamento preliminar. Para garantir uma maior segurança contra as doenças transmissíveis pela água, é proposto a utilização apenas nos vasos sanitários do bloco de apoio (estrutura física separada do bloco hospitalar), nos mictórios do bloco hospitalar e na rega dos jardins.

4.3 Levantamento da oferta pluviométrica

O Hospital Metropolitano de Santa Rita (HMSR) está localizado na cidade de Santa Rita – PB, que faz parte da região metropolitana de João Pessoa. Como os dados para esse município são escassos, o levantamento da oferta pluviométrica foi feito por meio de dados do posto pluviométrico, expressos na tabela 8, da SUDENE, na cidade de João Pessoa, com dados de 1912 a 1969, administrado pelo DNOCS (Dias, 2007). Os dados pluviométricos são apresentados na tabela 14.

Tabela 8 – Dados do Posto Pluviométrico

Posto	Latitude	Longitude	Dados disponíveis de precipitação	Total de anos
SUDENE	07°07'S	34°53'W	1912-1931 1937 – 1969	53

Fonte: Dias, 2007

4.4 Levantamento dos funcionários e consumo estimado total

A SABESP, na norma técnica NTS 181, apresenta uma equação para se estimar o consumo de água de um hospital, expressa abaixo pela equação 1.

$$\begin{aligned} & \text{Consumo de Água Estimado (m}^3\text{/ mês)} \\ & = (2,9 \times n^{\circ} \text{ de funcionários}) + (11,8 \times n^{\circ} \text{ de bacias}) + (2,5 \times n^{\circ} \text{ de leitos}) + 280 \quad (1) \end{aligned}$$

O número de bacias e leitos pode ser levantado a partir do projeto arquitetônico do HMSR, disponível no canteiro de obras. Porém, como o hospital ainda está na fase de construção, precisa-se estimar o número de funcionários. De acordo com Zuchi e Bittar (2002), pode estimar o número de funcionários de acordo com a quantidade de leitos. No seu trabalho, citam também alguns estudos já realizados, como:

- Bittar, no ano de 1989, realizou estudo em 26 hospitais complexos, públicos e privados, no Brasil, encontrando uma variação de 1,0 a 7,2. Já em 1992, observou que a relação funcionários-leitos variava de 4,0 a 9,0 em hospitais públicos.
- Novaes procedeu um estudo em três hospitais gerais públicos, na cidade de Niterói- RJ, sendo o primeiro de ensino, cujas relações são, respectivamente, de 7,3; 8,7 e 10,7 funcionários por leito.

Os dados encontrados por Zuchi *et al*, 2002, estão expressos na tabela 9:

Tabela 9 – Número de funcionários por leito

TIPO DE HOSPITAL	Mínimo	Máximo	Mediana
PÚBLICO SECUNDÁRIO	7,10	15,60	11,35
PRIVADO SECUNDÁRIO	5,10	5,20	5,15
PRIVADO TERCIÁRIO	6,60	9,00	6,95
HOSPITAL DE ENSINO	5,40	9,40	7,00

Fonte: Zuchi et al, 2002.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), em relatório divulgado no ano de 2000, o sistema de saúde é subdividido em três níveis, podendo ser uma instituição pública ou privada.

- Primário: Neste nível, encontram-se as unidades básicas de saúde (UBS) ou Postos de Saúde, que são a porta de entrada para o sistema único de saúde (SUS), onde são prestadas consultas, marcação de exames, procedimentos básicos, entre outros.
- Secundário: Estão presentes as Unidades de Pronto Atendimento, hospitais e unidades de atendimento de média complexidade. Médicos de áreas especializadas como cardiologistas, oftalmologistas, ortopedistas, etc. já estão disponíveis.

- Terciário: São os hospitais de grande porte e alta complexidade, que contam com equipamentos de ressonância magnética e tomógrafos, e médicos com formação mais extensiva, como neurocirurgiões e nefrologia.

Zuchi *et al*, (2002) cita também a importância do tipo de hospital, nível de resolubilidade de atenção à saúde e quantidade de especialidades médicas existentes para uma estimativa correta do número de funcionários.

O HMSR deve ser classificado como terciário, pois, contará com médicos de áreas especializadas e equipamentos de ressonância magnética e raio-X. Assim, a tabela 9 não pode ser usada diretamente para o cálculo.

Para efeito de cálculo, foi considerado o valor médio obtido entre as medianas do hospital público secundário e hospital privado terciário, demonstrado na tabela 10.

Tabela 10 – Número de funcionários por leito para hospital público terciário

TIPO DO HOSPITAL	Mínimo	Máximo	Mediana
PÚBLICO TERCIÁRIO	6,85	12,3	9,15

O número de bacias sanitárias será dado em função do projeto arquitetônico do hospital, desenvolvido pela NEAN Arquitetura e Design LTDA, localizada no Estado de São Paulo, assim como o número de leitos. Assim, estima-se que o número de funcionários total deverá ser de 1922. Conhecer o número estimado de funcionários é de extrema importância para poder estimar corretamente o volume de água necessário para abastecer os mictórios da unidade hospitalar.

4.5 Levantamento de Visitantes

O número de visitantes de um hospital varia de acordo com sua direção. Em consulta as normas e rotinas hospitalares do Hospital Unimed e Hospital Nossa Senhora Auxiliadora, notou-se que o número de visitantes varia de acordo com a área de internação, estando, em média, entre um e dois pacientes por leito. Em áreas, como pediatria, Unidades de tratamento Intensivo Neonatal, Obstetrícia, Clínica Médica, e berçário, são autorizados 2 visitantes por leito.

Para fins de cálculo do valor médio de visitantes por dia, adotou-se como sendo 1 visitante por leito. Conhecer o número de visitantes médio também se faz importante para estimar, de forma mais precisa, o volume de água utilizado nos mictórios.

4.6 Levantamento da demanda de água

Conhecer o perfil de utilização da água se torna primordial para qualquer estudo referente ao abastecimento de água. Desde o final da década de 1970, vem-se buscando conhecer melhor o perfil do consumo. Soares (2010), em estudo realizado, apresenta valores para dispositivos, considerando o tempo de uso correto do aparelho, por utilização, que são expressos na tabela 11 abaixo:

Tabela 11 – Consumo por aparelhos hidrossanitários

USO INTERNO	Unidades	Valores
Lavatório	Litros/utilização	< 5
Chuveiro	Litros/utilização	10 a 100
Banheira	Litros/utilização	100 a 180
Bacia Sanitária	Litros/utilização	5 a 16
Máquina de lavar	Litros/utilização	< 150
Pia	Litros/utilização	10 a 15
Mictório (com fluxômetro)	Litros/utilização	2 a 6

Fonte: Soares, 2010.

Os mictórios podem ser de dois tipos: com ou sem fluxômetro. Este dispositivo regula a passagem de água, temporizando a abertura das válvulas, o que gera uma maior economia. O projeto original do HMSR já conta com mictórios com sistemas de regulação, o que garante uma maior economia.

Tomaz (2010) relata alguns consumos que podem ser tomados como base para usos externos de edificações, expressos na tabela 12.

Tabela 12 – Consumo para usos externos de edificações

USO EXTERNO	Unidades	Valores
Casas com piscina	Porcentagem	0,1
Gramado ou jardim	Litros/dia/m ²	2
Lavagem de carros	Litros/lavagem/carro	150
Lavagem de carros: frequência	Lavagem/mês	4
Manutenção de piscinas	Litros/dia/m ²	3
Perdas p/ evaporação em piscina	Litros/dia/m ²	5,75
Reenchimento de piscinas	anos	10
Tamanho da casa	m ²	30 a 450
		125
Tamanho do lote	m ²	a750

Fonte: Tomaz, 2010.

Soares (2010), afirma que o consumo doméstico varia de acordo com serviço prestado pelos edifícios não habitacionais. Na tabela 13 a seguir apresenta-se as porcentagens do uso da água em hospitais.

Tabela 13 – Porcentagens do uso de água para Hospitais

USO DA ÁGUA	Porcentagem
Consumo Doméstico	39,6
Água para lavanderias	12,4
Aquecimento e ar condicionado	10,8
Ar condicionado sem reaproveitamento da água	8,8
Água de Processos	7,5
Perdas de água	5,4
Água para limpeza	4,8
Água para cozinhas	4,5
Água para regas de jardim	3,8
Outros usos	2,4
Total	100

Fonte: Soares, 2010.

4.7 Reservatório Inferior

Um dos principais problemas enfrentados para o projeto de reutilização de água é o dimensionamento do reservatório. May (2004) cita que os principais fatores que influenciam no dimensionamento do reservatório são: área do telhado, quantidade de

água necessária para atender a demanda e definição do tipo de reservatório que será utilizado em função de custos, métodos construtivos e recursos.

Para a determinação do volume do reservatório inferior foi utilizado o Método de Rippl, comumente utilizado. Uma das grandes vantagens deste método é que pode ser resolvido para demandas constantes ou variáveis, por duas formas de cálculo: Analítico ou Sintético.

O método utiliza da série histórica de precipitações mensais mais longa possível daquela região. O Hospital Metropolitano de Santa Rita encontra-se localizado no município de Santa Rita – PB. Porém, foram utilizados dados pluviométricos da cidade de João Pessoa – PB, capital do Estado e conurbada com a cidade de Santa-Rita, pois apresenta uma série histórica maior e mais confiável.

4.8 Custos e benefícios do projeto de aproveitamento

Para o estudo considerou-se dois custos principais, sendo: Custo de instalação (subdividido em custos diretos e indiretos) e custo de exploração.

Custo de Instalação diretos:

a) Reservatórios

Os reservatórios inferiores serão realizados em estrutura de concreto moldada em loco. Para seu orçamento utilizou-se a tabela SINAPI não desonerada, divulgada pela Caixa Econômica Federal, do mês de fevereiro de 2017, para a cidade de João Pessoa – PB. O reservatório superior será considerado como sendo de 1000 litros e seu custo será dado por meio de pesquisa de preço no local.

b) Tubulação e Conjunto Motor-Bomba

A partir do projeto de instalações de água fria já existente será previsto o comprimento das tubulações, assim como, a potência da bomba necessária para suprir todas as necessidades, calculada pela expressão a seguir:

$$P = \frac{\gamma \cdot Qr \cdot Hg}{\eta} \quad (2)$$

Onde P é a potência da bomba (watts), γ é o peso específico da água (N/m^3), H_g é a altura manométrica (m) e η o rendimento e Q_r (m^3/s) a vazão de projeto.

c) Filtro de Areia

O filtro de areia é utilizado quando se deseja um tratamento simplificado, após a coleta da água. Foi considerado um filtro de camada simples, com taxa de filtração de $180m^3/m^2$ e espessura da camada filtrante de 0,7m. A vazão que chega no filtro é calculada pela expressão 3 (Dias, 2007):

$$Q = 0,024 \times I \times A \quad (3)$$

Onde Q é a vazão em m^3/dia , I a intensidade de precipitação (140mm/h), considerando período de recorrência de 5 anos e A a área de captação em m^2 .

A área do leito (A_f) é dada pela expressão 4 abaixo.

$$A_f = \frac{Q}{T_x} \quad (4)$$

Onde T_x representa a taxa de infiltração.

Seu orçamento foi realizado através da planilha SINAPI, já citada acima.

Custos de instalação indiretos:

O Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), utiliza como custo básico dos financiamentos concedidos a Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP), que tem período de vigência de um trimestre.

Através da média da variação da TJLP entre os anos de 2006 a 2016 foi calculado um valor médio, de 6,13%, como apresentada na figura 8.

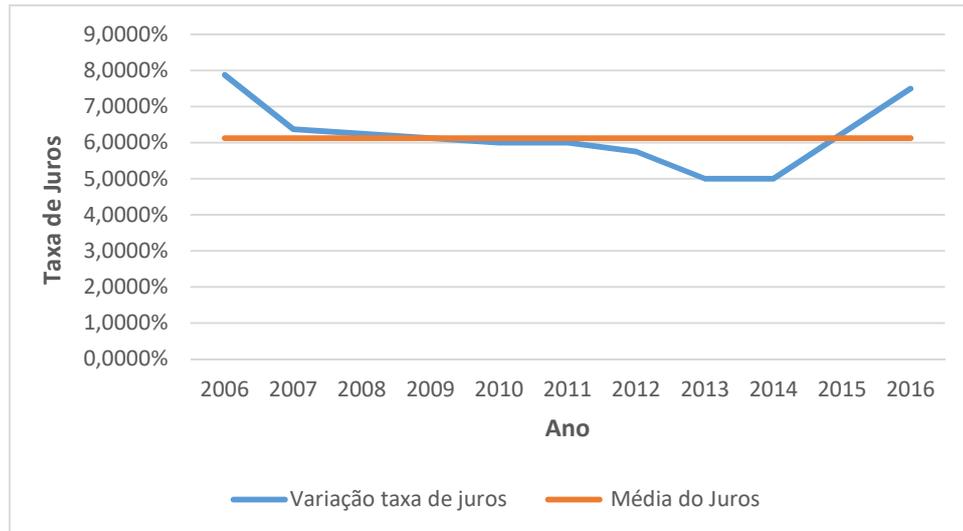


Figura 8 – Média da TJLP

Custos de exploração:

Existem dois grandes custos de exploração. O primeiro é um custo fixo da energia de bombeamento do sistema e o segundo, variável, da manutenção do sistema.

a) Manutenção do sistema:

Os custos de manutenção do sistema são referentes aos pequenos reparos na tubulação, troca da tubulação e conserto de bombas. Estimou-se um gasto de R\$1000,00 por ano.

b) Energia de Bombeamento

Devido à necessidade de lançar a água a grandes distâncias e alturas, o uso de bombas tornou-se indispensável. Muitas dessas bombas são movidas a energia elétrica. A energia pode ser calculada pela expressão 5.

$$E = \frac{V \cdot \rho \cdot g \cdot H}{3,6 \cdot 10^6 \cdot n} \quad (5)$$

Onde,

- V é o volume de água aproveitado em m³/ano;
- ρ representa o peso específico da água, igual a 1000kg/m³
- g é a aceleração da gravidade, igual a 9,8 m/s²

- H a altura manométrica
- n refere-se ao rendimento do conjunto motor-bomba.

O custo de energia do motor-bomba será dado pelo consumo de energia multiplicado pelo custo unitário da energia, em KWh, unidade padrão de medida da concessionária fornecedora.

A Energisa, empresa responsável pelo fornecimento de energia na cidade de João Pessoa, tem adotado um valor médio de R\$ 0,20674 por KWh, para serviços públicos de alta tensão.

Benefícios econômicos

O benefício econômico é dado pela quantidade de água economizada com o aproveitamento das águas pluviais. Para isto, é preciso conhecer o valor cobrado pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). Para a categoria público e com consumo maior que 10 m³ por mês, faixa a qual se enquadra o Hospital Metropolitano de Santa Rita, a tarifa cobrada, no ano de 2017, está no valor de R\$ 12,53 por metro cúbico.

Serão considerados dois parâmetros para avaliação do benefício econômico. O primeiro será o Valor Presente Líquido (VPL) e o segundo a relação Benefício/Custo.

O VPL é um método simples de cálculo que elucida se o investimento será viável ou não. Para isto, o método considera dentro de sua equação um fator de extrema importância: o tempo, que gera a desvalorização do investimento. É usado, normalmente, em análises de retorno de projetos ou na valorização de empresas.

O cálculo do VPL é dado pela expressão 6 abaixo.

$$VPL = \sum_{n=1}^{20} \frac{\text{receita líquida}}{\left(1 + \frac{TJLP}{100}\right)^n} - \text{Custos iniciais} \quad (6)$$

- Receita Líquida: É o valor anual oriundo do que foi economizado, subtraído dos custos de operação e manutenção, além da compra de água quando o reservatório não é suficiente para satisfazer todo o ano;
- Custos iniciais: São os custos anuais diretos para a execução do reservatório, como construção, tubulação, conjunto motor-bomba e filtro de areia;
- TJLP: taxa de juros a longo prazo ao ano;
- N: número de anos do projeto, adotado como 20 anos.

A partir do resultado encontrado pode classificar o investimento como viável ou não, seguindo a seguinte classificação:

- Se $VPL > 0$: viável;
- Se $VPL = 0$: Indiferente;
- Se $VPL < 0$: inviável.

Da equação 6 pode-se calcular o Valor Presente Bruto (VPB) retirando-se a subtração dos custos iniciais, expressa, pela formula 7, a seguir:

$$VPB = \sum_{n=1}^{20} \frac{\text{receita líquida}}{\left(1 + \frac{TJLP}{100}\right)^n} \quad (7)$$

O segundo método, benefício/custo (B/C), consiste em dividir o Valor Presente Bruto, ou seja, o que vai ser ganho com a instalação do sistema de uso de água pluvial, dividido pelo somatório dos custos iniciais. A equação 8 apresenta o método de cálculo para o benefício/custo.

$$\frac{B}{C} = \frac{VPB}{\text{Custos iniciais}} \quad (8)$$

Este parâmetro pode ser utilizado em várias situações, como a de decidir contratar ou não novos funcionários, avaliação de novos projetos, determinação da viabilidade econômica, dentre outros. Porém, a análise por este método é bastante simples, não sendo muito bem aplicada para problemas mais complexos.

5 RESULTADOS:

5.1 Disponibilidade de águas pluviais

Para cálculo médio da oferta de água pluvial, foi analisado os dados da estação pluviométrica da SUDENE entre os anos de 1912-1931 e 1937-1969, totalizando 53 anos, apresentada na tabela 13 (Dias, 2007).

Tabela 14 – Dados pluviométricos para cidade de João Pessoa

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
1912	X	X	X	X	X	X	129,00	123,70	48,20	20,00	27,10	7,60	-
1913	9,00	285,40	102,80	258,40	88,50	268,90	297,50	129,10	2,30	x	x	32,5	-
1914	287,60	128,10	76,00	296,00	202,30	580,80	313,00	328,20	58,10	5,30	82,40	34,30	2392,10
1915	24,50	16,60	11,40	110,00	187,00	219,30	144,40	142,70	29,60	14,80	36,40	16,30	953,00
1916	48,80	61,90	182,10	200,70	241,50	242,70	143,00	41,80	18,40	2,40	7,10	60,60	1251,00
1917	75,40	235,00	259,20	122,20	459,20	280,00	122,80	75,60	47,60	13,50	21,90	41,60	1754,00
1918	179,00	243,30	198,30	128,50	299,90	254,40	182,30	151,60	68,50	15,20	3,10	8,80	1732,90
1919	92,40	16,30	38,80	69,30	98,90	296,10	224,90	207,30	166,40	33,10	16,20	9,40	1269,10
1920	55,60	16,00	152,30	136,60	324,20	193,90	278,90	25,90	51,60	65,10	13,20	123,00	1436,30
1921	51,00	100,10	293,10	270,30	362,60	177,90	259,60	94,10	143,00	13,50	48,00	71,80	1885,00
1922	112,50	53,70	80,10	441,60	342,10	409,00	222,20	171,90	15,20	1,60	36,10	6,50	1892,50
1923	120,60	173,40	34,20	204,20	49,00	224,50	194,80	88,80	44,80	15,30	53,50	23,80	1226,90
1924	29,60	200,60	318,60	302,60	418,50	380,10	181,40	187,50	43,00	18,90	18,70	14,80	2114,30
1925	127,40	97,40	130,30	416,70	390,50	239,10	160,90	105,70	148,10	28,00	16,70	24,70	1885,50
1926	90,20	83,30	389,70	261,60	138,40	300,10	134,30	78,50	57,30	3,40	24,40	21,00	1582,20
1927	22,50	94,20	264,30	408,30	157,20	215,50	258,40	49,50	33,20	17,50	30,80	8,10	1559,50
1928	34,10	34,50	185,30	364,70	207,20	197,40	172,60	69,40	103,60	x	15,2	x	-
1929	197,80	19,80	502,80	157,10	203,10	222,70	261,50	161,80	54,50	43,60	37,10	30,70	1892,50
1930	118,00	45,50	109,70	152,60	104,70	268,10	122,00	13,50	x	x	x	x	-
1931	57,70	163,20	55,30	331,00	282,00	570,00	207,30	184,40	53,10	12,70	11,50	40,40	1968,60
1937	5,30	62,60	43,40	325,70	282,00	388,30	253,90	145,80	19,80	16,50	24,70	18,20	1586,20
1938	80,90	61,80	251,10	204,60	181,10	244,40	119,90	225,30	77,90	25,40	75,80	21,70	1569,90
1939	39,00	136,20	405,70	104,40	215,10	71,30	362,90	380,40	60,10	54,20	155,00	22,70	2007,00
1940	102,00	98,70	262,20	358,00	765,90	249,10	346,60	191,50	115,10	10,40	10,60	101,80	2611,90
1941	94,60	67,50	351,80	257,50	176,80	238,10	112,50	180,10	26,00	32,30	39,30	44,80	1621,30
1942	14,80	75,70	46,60	169,50	444,90	259,00	140,70	196,20	25,60	38,50	6,10	75,20	1492,80
1943	109,60	150,10	149,00	97,30	227,80	287,90	335,60	112,80	78,20	112,80	9,90	59,80	1730,80
1944	46,60	14,90	131,70	204,10	421,10	318,70	140,90	126,20	107,40	49,90	28,50	27,10	1617,10
1945	20,40	197,80	109,00	223,40	420,90	468,80	197,90	184,20	73,40	33,80	44,00	28,30	2001,90
1946	195,00	27,30	314,30	317,50	169,50	362,20	169,90	73,20	50,70	6,80	18,50	64,50	1769,40

Continuação Tabela 14 – Dados pluviométricos para cidade de João Pessoa

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
1947	94,00	34,20	289,90	233,30	353,30	248,30	171,40	72,20	34,40	29,70	66,40	155,60	1782,70
1948	38,20	22,20	117,80	111,50	342,40	322,10	309,80	157,90	88,80	41,90	50,90	16,90	1620,40
1949	116,00	25,30	58,90	292,50	530,80	204,90	128,80	159,10	41,60	22,90	53,40	18,40	1652,60
1950	35,40	68,90	373,10	638,80	291,70	241,50	213,70	103,10	67,50	8,50	7,70	57,60	2107,50
1951	24,50	52,00	11,30	142,70	289,00	909,00	180,30	57,30	70,40	31,30	38,90	87,50	1894,20
1952	138,40	22,60	95,90	195,30	247,90	211,30	104,70	170,00	25,60	8,70	15,10	23,90	1259,40
1953	24,40	14,80	58,30	168,80	113,60	327,40	223,70	101,50	35,60	8,10	11,00	10,20	1097,40
1954	35,20	29,50	42,70	146,10	404,60	239,80	160,60	87,20	139,70	5,20	8,00	15,20	1313,80
1955	35,10	74,90	490,10	183,60	238,40	365,20	303,50	197,80	33,60	71,80	11,00	35,90	2040,90
1956	30,00	180,50	288,00	354,90	314,90	225,90	200,00	176,40	91,00	34,90	13,70	4,90	1915,10
1957	66,40	13,30	226,50	405,60	172,30	172,30	140,80	144,00	22,70	24,10	15,40	60,80	1464,20
1958	44,30	104,30	185,90	125,00	340,30	294,90	306,60	144,00	12,40	11,30	21,50	7,30	1597,80
1959	106,30	158,40	94,20	327,00	249,90	224,90	184,50	118,10	78,20	6,40	29,30	17,20	1594,40
1960	47,90	8,40	380,50	137,60	291,50	314,40	263,20	118,10	58,30	11,50	7,00	45,10	1683,50
1961	258,00	87,80	320,70	449,70	244,40	304,00	281,40	96,10	91,40	79,40	8,00	11,70	2232,60
1962	24,90	65,40	277,10	144,30	255,70	255,80	229,10	136,00	141,50	16,60	6,20	38,50	1591,10
1963	55,10	134,20	238,90	368,10	147,30	138,70	372,40	141,40	37,00	6,00	69,10	118,30	1826,50
1964	254,50	306,40	554,70	605,50	685,80	355,00	476,40	175,80	148,00	37,60	55,10	28,90	3683,70
1965	122,90	58,20	41,40	302,60	308,60	528,10	74,90	40,70	56,10	13,60	22,70	32,20	1602,00
1966	72,80	214,50	129,30	146,60	194,60	375,40	583,80	176,90	206,70	7,40	67,00	21,00	2196,00
1967	21,50	91,50	367,30	309,20	245,10	316,60	216,70	188,30	39,30	73,00	3,00	34,40	1905,90
1968	120,90	85,10	327,30	261,30	280,30	127,70	242,40	44,50	68,10	10,80	17,10	18,20	1603,70
1969	75,30	45,70	189,50	352,20	419,50	569,50	502,40	185,00	46,00	31,30	20,80	29,50	2466,70
n	52	52	52	52	52	52	53	53	52	50	51	51	49
MÉDIA	82,38	93,44	204,01	255,70	285,07	301,94	227,60	136,57	66,43	25,42	29,43	37,83	1745,83

Fonte: Dias, 2007

A partir dos resultados obtidos na tabela 14 observa-se que, os meses de maior índice pluviométrico estão no período de março até julho, com precipitação média mensal maior que 200mm. No período de setembro a janeiro, a precipitação média não foi superior a 100mm. Assim, o reservatório terá a função de captar e armazenar as águas pluviométricas nos meses de maiores índices, criando uma reserva a ser utilizada durante os meses de seca.

5.2 Demanda de água

O HMSR contará com 210 leitos e 229 bacias sanitárias entre os seus 3 pavimentos principais e foram estimados 1922 funcionários. A partir da fórmula 1 obteve-se um consumo estimado em 9081 m³/mês, expresso na tabela 15.

Tabela 15 – Consumo estimado do HMSR

Número Médio de Visitas por Leito	Número de Leitos	Número de Bacias	Número de Funcionários	Consumo Estimado (m ³ /mês)
1	210	229	1922	9081

Para a água reutilizada serão considerados 3 diferentes usos: a) mictórios; b) vasos sanitários e c) rega de jardim.

- a) A vazão do mictório diária pode ser calculada em função do número de funcionários, número de visitantes e a vazão por uso (Q_{uso}) expressa na fórmula 9 abaixo.

$$Q_{mic} = (N^{\circ} \text{ de funcionários} + N^{\circ} \text{ de visitantes}) \times Q_{uso} \quad (9)$$

- A vazão estimada foi de 1,5 litros por uso e adotou-se um uso diário de 1 vez por funcionário e 1 vez por visitante. O número de funcionários está estimado em 1922 e o número de visitantes, adotado como sendo um por leito, totalizando 210 visitantes. A vazão diária adotada do mictório foi de 3198 litros;
- b) Por questão de segurança e saúde a água reaproveitada foi utilizada apenas nos vasos sanitários do bloco de apoio aos funcionários, sendo uma estrutura a parte do HMSR. O bloco de apoio possui salas de descanso para médicos e enfermeiros plantonistas, além de abrigar parte da administração do hospital. Quantificar o número de usuários que permanecem ou visitam este bloco torna-se de grande dificuldade, uma vez que o hospital ainda está em construção. Para isso, adotou-se um valor médio de 3000 litros por dia para o cálculo de consumo diário pelas bacias sanitárias locais;
- c) No período de maior seca, compreendido entre setembro a janeiro, considerou-se, para o cálculo da rega do jardim, o valor de 2litros / dia.m² (Tomaz, 2010). Nos meses com grande volume de precipitação não se levou em conta este

consumo, uma vez que a própria água oriunda da chuva seria suficiente para rega. A área de jardim no hospital é de 4887,32 m².

A figura 9 apresenta a porcentagem de água reaproveitada, onde maior uso será com a rega de jardim, representando 61,2% do consumo total, seguido dos mictórios com 20% e do uso para descarga em vaso sanitário, com 18,8%.

O consumo de água para rega (C_{rega}) de jardim mensal é dado pela equação 10.

$$C_{rega} = \text{Consumo médio diário} \times \text{área de jardim} \times N^{\circ} \text{ de dias no mês} \quad (10)$$

O valor encontrado é de 293,24 m³/mês, o que representa 3,23% do consumo total do hospital. Segundo Soares (2010), a porcentagem média para consumo de água com jardins em um hospital é de 3,8% (Tabela 13).

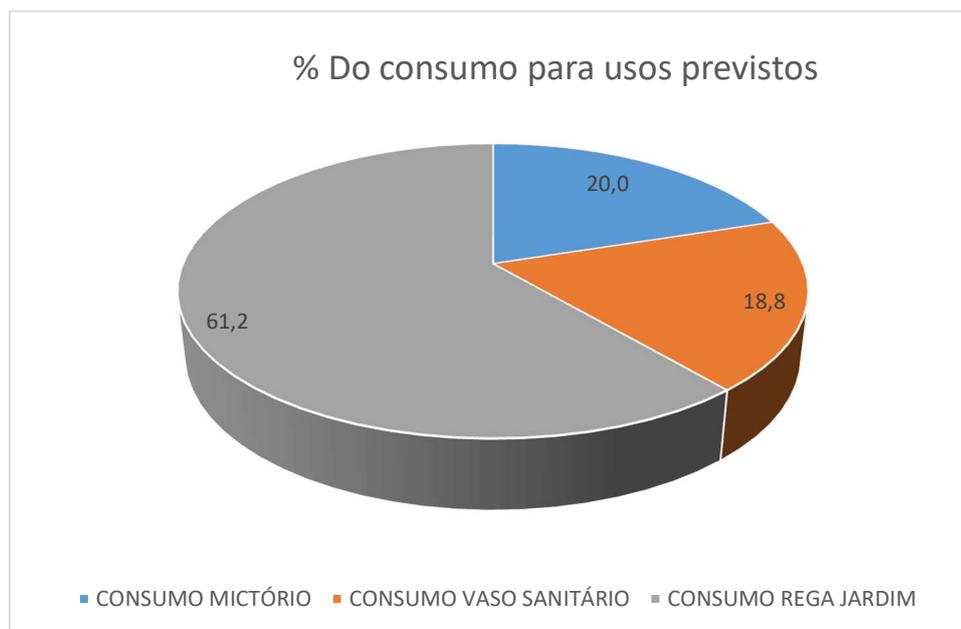


Figura 9 - Porcentagem do Consumo no uso de águas pluviais

5.3 Dimensionamento do reservatório inferior

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório foi utilizado o método de Rippl. O dimensionamento é mostrado na tabela 16 abaixo.

Tabela 16 – Dimensionamento do reservatório inferior

MÊS	PRECIPITAÇÃO MÉDIA	ENTRADA	DIAS NO MÊS	CONSUMO	SALDO	SALDO ACUMULADO *
	(mm)	(m ³ /mês)		(m ³ /mês)	(m ³ /mês)	(m ³)
Janeiro	82,38	434,02	31	495,15	-61,13	-1171,51
Fevereiro	93,44	492,29	28	447,23	45,06	-1126,45
Março	204,01	1074,84	31	192,14	882,70	243,75
Abril	255,70	1347,17	30	185,94	1161,23	0,00
Maio	285,07	1501,91	31	192,14	1309,77	0,00
Junho	301,94	1590,79	30	185,94	1404,85	0,00
Julho	227,60	1199,12	31	192,14	1006,99	0,00
Agosto	136,57	719,53	31	192,14	527,39	0,00
Setembro	66,43	349,99	30	479,18	-129,19	-129,19
Outubro	25,42	133,93	31	495,15	-361,23	-490,41
Novembro	29,43	155,05	30	479,18	-324,13	-814,54
Dezembro	37,83	199,31	31	495,15	-295,84	-1110,38
Σ	1745,82	9197,95	-	4031,48	-	-

*Iniciando em setembro

Onde,

- Precipitação média mensal: Valor obtido pela análise dos dados pluviométricos da cidade de João Pessoa, expressos na tabela 14.
- Entrada: É o valor máximo captado pelos telhados e que pode ser utilizado para o aproveitamento. É obtido a partir de:

$$\text{Entrada} = \text{precipitação média mensal} \times \text{área de captação} \times c$$

Onde C é o coeficiente de runoff (igual a 0,85). A área de captação do hospital é de 6198,3 m².

- Dias no mês: referente ao número de dias no mês.

- Consumo: Volume de água potável que pode ser substituído por águas pluviais, sendo, neste caso, o somatório do consumo dos mictórios, vasos sanitários e rega de jardim.
- Saldo: É a diferença entre o volume de entrada e o volume consumido;
- Saldo acumulado: Refere-se ao somatório dos valores negativos do saldo, uma vez que estes representam quando faltará água, sendo necessário, assim, acumulá-la.

Assim, o valor de máximo aproveitamento da água é de 1171,51 m³.

5.4 Viabilidade Econômica

Custos de instalação diretos

a) Reservatórios

Para testar a viabilidade econômica do aproveitamento de água pluvial, foi adotado vários volumes para o reservatório inferior. O maior, de 1200 m³, é capaz de garantir o abastecimento para todos os usos durante o ano inteiro. O HMSR conta, hoje, com um reservatório de 25m³. Para estudar a viabilidade econômica adotou-se os seguintes volumes:

- 1200m³;
- 900m³;
- 600m³;
- 300m³;
- 150m³;
- 75m³;
- 50m³;
- 25m³.

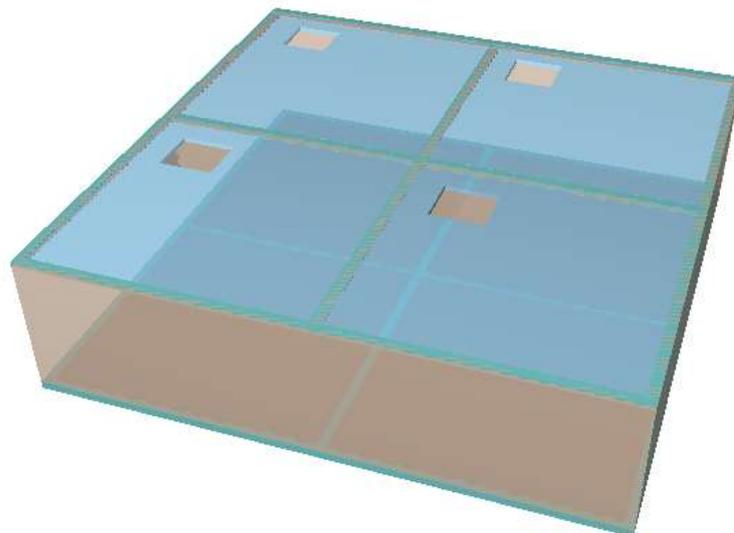
Todos os reservatórios foram considerados quadrados, e sua altura variou em função do volume, sendo de 4 metros para os reservatórios na faixa de 1200m³ a 600m³, 3 metros para os que estão entre 300m³ a 150m³, 2 metros para os reservatórios de 75 m³ e 50m³ e 1,5 metros, altura do reservatório já existente, para o de 25m³. A tabela 17 apresenta as dimensões de cada reservatório.

Tabela 17 – Dimensões dos reservatórios inferiores

VOLUME (m ³)	ALTURA (m)	LADO (m)
1200	4	17,3
900	4	15,0
600	4	12,2
300	3	10,0
150	3	7,1
75	2	6,1
50	2	5,0
25	1,5	4,1

Afim de alcançar uma maior padronização, todos os reservatórios foram calculados com lajes maciças de 10 cm para a tampa e 15 cm para fundação, com paredes de 30cm de espessura, além das devidas aberturas na laje superior para inspeção e visita.

O reservatório de 1200m³ foi subdividido em quatro partes iguais e o de 900m³ em duas partes, com a finalidade de diminuir o comprimento da laje de tampa e fundação, como mostrado nas figuras 10 e 11, respectivamente.

Figura 10 - Reservatório de 1200m³

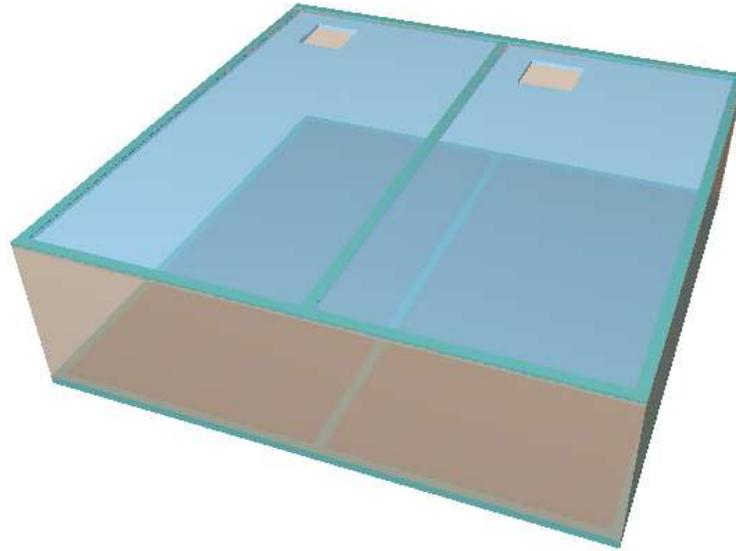


Figura 11 - Reservatório de 900m³

A partir da tabela SINAPI, disponibilizada pela Caixa Econômica Federal, para a cidade de João Pessoa no período de fevereiro de 2017, analisou-se as seguintes composições:

- Escavação vertical a céu aberto, incluindo carga, descarga e transporte em solo de 1ª categoria com escavadeira hidráulica (caçamba: 0,8m³/111hp), Frota de 2 caminhões basculantes de 18m³, DMT de 0,3 km e velocidade média 5,9km/h;
- Fabricação de fôrma para lajes, em chapa de madeira compensada plastificada, E=18mm;
- Concretagem de paredes em edificações unifamiliares feitas com sistemas de fôrmas manuseáveis com concreto usinado bombeável, FCK 20MPA, lançado com bomba lança – Lançamento, adensamento e acabamento;
- Armação do sistema de paredes de concreto.

Assim, obteve-se o valor de custo direto de cada tamanho de reservatório, expresso na tabela 18.

Tabela 18 – Custo total dos reservatórios

RESERVATÓRIO (m ³)	CUSTO TOTAL	
1200	R\$	229.767,12
900	R\$	171.466,02
600	R\$	119.709,75
300	R\$	77.738,07
150	R\$	47.316,98
75	R\$	31.521,87
50	R\$	24.512,74
25	R\$	16.921,32

Observou-se que o aumento do preço varia praticamente de forma linear em relação ao volume do reservatório, como mostrado na figura 12 abaixo:

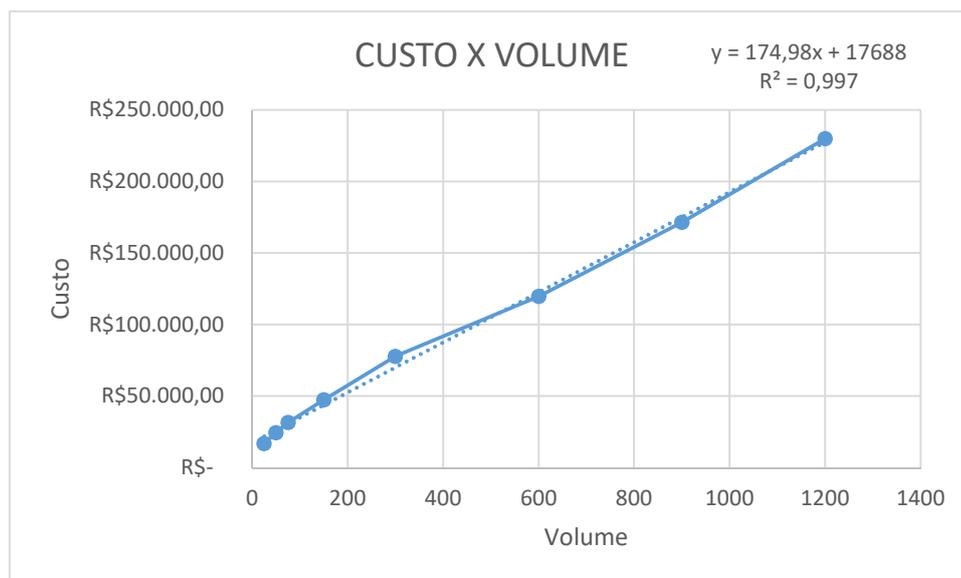


Figura 12 – Custo X Volume

A correlação encontrada foi de 0,997 com a equação da reta $y=174,98x + 17688$.

Para o reservatório inferior, adotou-se um reservatório de 1000 litros, considerando um custo, de acordo com pesquisa de preço local, de R\$300,00 para sua compra.

b) Conjunto motobomba

Pela expressão 2, considerando Hg igual a 20 metros e o rendimento de 50%, encontrou-se que a potência da bomba precisa ser de 74 watts, equivalente a 0,1 cavalos vapor (CV). As menores bombas encontradas foram com 1/3 CV com custo variando entre R\$400,00 a R\$500,00. Adotou-se para este projeto o custo de R\$ 500,00 para adquirir a bomba.

c) Filtro de areia

A partir da expressão 4 obteve-se a área de 113,2 m² para a filtração correta do sistema de reúso, sendo considerado uma seção quadrada de lado igual a 10,65m. Para levantar o custo deste reservatório utilizou-se também da tabela SINAPI- João Pessoa – 02/2017. Foram consideradas as seguintes composições no orçamento:

- Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x14x19cm (espessura 9cm) de paredes sem vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira;
- Massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicada manualmente em teto, espessura de 20mm, com execução de taliscas;
- Escavação vertical a céu aberto, incluindo carga, descarga e transporte em solo de 1ª categoria com escavadeira hidráulica (caçamba: 0,8m³/111hp).
- Areia fina – posto jazida/fornecedor (Retirado na jazida, sem transporte).

O valor final do custo para construção do filtro de areia é de R\$17.044,37.

Valor Presente Líquido

O valor presente líquido (VPL) é a fórmula matemática-financeira capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros, descontado uma taxa de juros, menos o custo inicial.

A taxa de juros a longo prazo é bastante variável e de grande influência no valor presente líquido, alterando de forma inversa, ou seja, quanto maior for a TJLP menor

será a VPL. Então, para garantir uma melhor abrangência do trabalho, calculou-se também o VPL para diferentes taxas, no intervalo de 4% até 12%, variando de 2%. Os resultados são expressos na tabela 19 abaixo.

Tabela 19 – VPL para diferentes valores da TJLP

RESERVATÓRIO (m ³)	CUSTO INICIAL	VPL				
		TJLP = 4%	TJLP = 6,12%	TJLP - 8%	TJLP - 10%	TJLP - 12%
1200	R\$ 247.777,49	R\$ 436.740,41	R\$ 335.816,55	R\$ 265.763,23	R\$ 205.773,02	R\$ 157.383,72
900	R\$ 189.493,88	R\$ 393.835,38	R\$ 307.830,56	R\$ 248.132,85	R\$ 197.010,67	R\$ 155.774,50
600	R\$ 137.737,62	R\$ 339.356,58	R\$ 269.014,83	R\$ 220.189,18	R\$ 178.377,30	R\$ 144.651,00
300	R\$ 95.765,94	R\$ 275.092,28	R\$ 220.413,73	R\$ 182.460,24	R\$ 149.958,73	R\$ 123.742,37
150	R\$ 65.344,85	R\$ 252.395,84	R\$ 205.548,83	R\$ 173.031,36	R\$ 145.185,00	R\$ 122.723,57
75	R\$ 49.549,74	R\$ 241.632,18	R\$ 198.700,94	R\$ 168.901,49	R\$ 143.382,70	R\$ 122.798,74
50	R\$ 42.540,61	R\$ 239.788,39	R\$ 198.162,41	R\$ 169.268,96	R\$ 144.526,03	R\$ 124.567,89
25	R\$ 34.949,19	R\$ 238.527,38	R\$ 198.206,58	R\$ 170.219,08	R\$ 146.251,97	R\$ 126.919,62

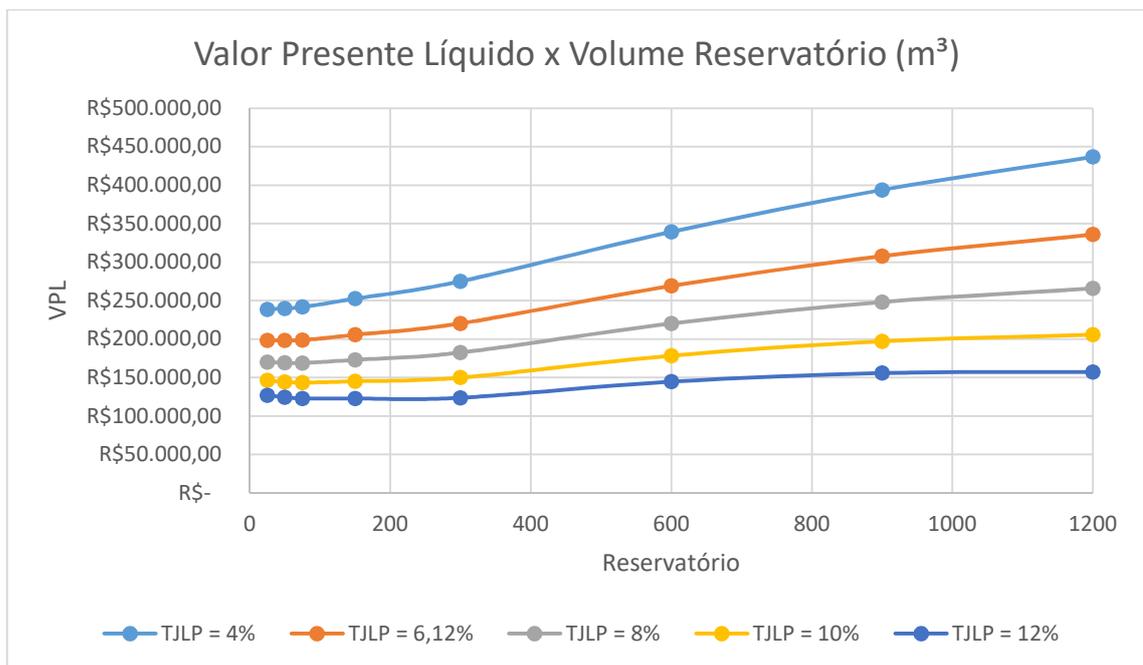


Figura 13– VPL X Volume do reservatório inferior

Observa-se pela tabela 19 que, no cenário atual, com TJLP igual a 6,12%, o reservatório que traz melhor valor presente líquido é o de 1200m³, gerando uma economia, em 20 anos, de R\$335.816,55. Para o reservatório de 25m³ a economia é de R\$198.206,58.

Com a diminuição da taxa de juros, chegando ao valor de 4%, a diferença entre os valores do maior e menor reservatório aumenta. Para o acréscimo da TJLP nota-se que essa diferença começa a diminuir. Observa-se também que com o aumento da taxa de juros o valor do VPL tende a ficar mais constante com a variação do volume do reservatório.

Benefício / Custo

Foram traçados, para os diferentes reservatórios, curvas das relações de benefício / custo encontradas a partir de cada taxa de juros a longo prazo. As taxas estão no intervalo de 4% até 12%, variando em 2% para cada curva. Para a curva de 6% adotou-se 6,12%, valor este obtido pela média da TJLP entre o ano de 2006 a 2016. Os resultados estão expressos na tabela 20.

Tabela 20 – B/C para diferentes valores da TJLP

RESERVATÓRIO (m ³)	CUSTO INICIAL	B/C				
		TJLP = 4%	TJLP = 6,12%	TJLP - 8%	TJLP - 10%	TJLP - 12%
1200	R\$ 247.777,49	2,763	2,355	2,073	1,830	1,635
900	R\$ 189.493,88	3,078	2,624	2,309	2,040	1,822
600	R\$ 137.737,62	3,464	2,953	2,599	2,295	2,050
300	R\$ 95.765,94	3,873	3,302	2,905	2,566	2,292
150	R\$ 65.344,85	4,863	4,146	3,648	3,222	2,878
75	R\$ 49.549,74	5,877	5,010	4,409	3,894	3,478
50	R\$ 42.540,61	6,637	5,658	4,979	4,397	3,928
25	R\$ 34.949,19	7,825	6,671	5,870	5,185	4,632

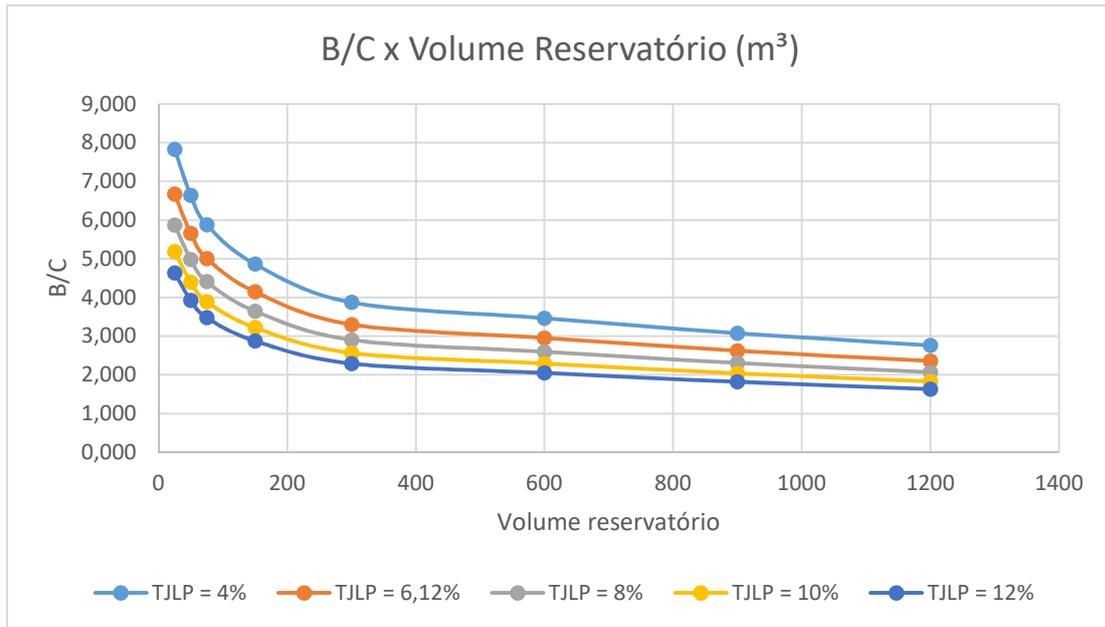


Figura 14 – B/C X Volume do reservatório inferior

Para a média da taxa de juros, igual a 6,12%, o reservatório de 1200 m³ apresentou uma relação benefício/custo de 2,355, o que implica dizer que o lucro obtido é 2,355 vezes maior que o investimento. Com a diminuição dos volumes o parâmetro B/C tende a aumentar, chegando a 6,671 para o reservatório de 25 m³, valor quase três vezes maior que o obtido para o maior reservatório.

Observa-se pela tabela 20 que a relação benefício/custo aumenta, para uma mesma taxa de juros, inversamente proporcional ao tamanho do reservatório, diferentemente do valor líquido presente, que tem uma relação diretamente proporcional. Mas, em relação ao aumento da taxa de juros, ambos os parâmetros se relacionaram da mesma forma, diminuindo a viabilidade econômica com o aumento dos juros.

6 CONCLUSÃO

Ao analisar os dois métodos, observa-se que eles apresentaram resultados distintos. Para escolher o melhor volume de reservatório, faz-se necessário analisar quem será o beneficiado. Analisando especificamente para o HMSR, o reservatório de 1200m³ é mais benéfico, uma vez que trará uma economia maior para o mesmo. Já o reservatório de 25 m³ é mais vantajoso quando analisado pela ótica do Governo Federal e sociedade em geral, uma vez que é mais vantajoso construir vários reservatórios de 25 m³ do que apenas um reservatório de 1200 m³, o que justifica a adoção do reservatório menor na construção do HMSR.

É importante ressaltar que muitos outros parâmetros estão relacionados com os resultados, como o custo da água, energia, concreto, armação, TJLP, dentre outras. Destes parâmetros, variou-se apenas a TJLP, uma vez que este valor é bastante susceptível a mudanças bruscas. Observou-se que com o aumento da TJLP a viabilidade econômica diminui, para ambos os métodos.

Para o cenário econômico atual com as taxas de juros, custos da compra de água potável, manutenção do sistema, custo de energia, dentre outros, ambos os métodos de avaliação da viabilidade econômica mostraram que o projeto de aproveitamento de águas pluviais é viável. Aliado a isso, diante de uma provável crise hídrica futura, o investimento em reaproveitamento de água pluvial se torna ainda mais vantajoso.

7 REFERÊNCIAS:

ANA – Agência Nacional de Águas. Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos traz balanço da situação e da gestão das águas no Brasil, 2013. Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12365 > Acesso em: 29 de março de 2017.

ANA, FIESP & SINDUSCON-SP. Conservação e reúso de água em edificações: São Paulo: Prol Editora Gráfica. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde – Secretária Nacional de Ações Básicas de Saúde, Conceitos e Definições Em Saúde, 2007.

BRASIL. Ministério das cidades – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Diagnóstico dos serviços de água e esgoto, 2015. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2010>. Acesso em: 04 de junho de 2017

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, 2017. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_652 > Acesso em: 14 de março de 2017.

CARDOSO, Ciro Flamorino. Egito Antigo - Volume 30, Coleção Tudo é História. Ed. Brasiliense, 1982.

COSTA, Isabelle Yruska De Lucena G. Da, E Colaboradores. Análise físico-química da água de chuva na cidade de João Pessoa para uso não potável – 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva – Belo Horizonte, 2007.

DIAS, Isabelly C. S., Estudo de viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento de água de chuva em residências na cidade de João Pessoa, UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 2007.

FIGUEIRAS, Manuella Lopes. Avaliação da influência do descarte das primeiras águas de chuva sobre a qualidade bacteriológica da água captada em telhado - Universidade Federal De Pernambuco, 2013.

FREITAS, Marcelo Bessa de; BRILHANTE, OgenisMagno and ALMEIDA, Liz Maria de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad. Saúde Pública* [online]. 2001, vol.17, n.3

GOULART, Michel, Palacio de Cnossos, 2012. Disponível em: <http://www.historiadigital.org/visitas-virtuais/visita-virtual-ao-palacio-de-cnossos/>> Acesso em: 12 de abril de 2017.

HAGEMANN, Sabrina – Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso – Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

HESPANHOL, Ivanildo - Potencial de Reúso de Água no Brasil Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aqüíferos – USP, São Paulo, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.. Acesso em: 28 de abril de 2017.

MACOMBER, P.S.H. Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii. Department of Natural Resources and Environmental Management. College of Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawaii at Manoa, 2001.

MANUAL DE NORMAS E ROTINAS HOSPITALARES – Hospital Unimed – RIO CLARO, 2014. Disponível em: <http://www.unimedrc.com.br/base/uploads/2014/08/Mod-151-Manual-Normas-e-Rotina-Hospitalar-A4-junho-2014.pdf>. Acesso em: 06 de junho de 2017.

MARINOSKI, Ana Kelly - Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em florianópolis – SC – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

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

MEDICAL UNIVERSITY OF VIENNA. "Public health study: Private gardens are more restorative than lounges." ScienceDaily. ScienceDaily, 12 April 2016. Disponível em: <www.sciencedaily.com/releases/2016/04/160412090316.htm> Acesso em: 08 de maio de 2017.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDAO, Berenice Quinzani. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374, junho 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003489102002000300018&lng=en&nrm=iso. > Acesso em: 04 de maio de 2017

NORMAS E ROTINAS PARA ACOMPANHANTES E VISITANTES DO HOSPITAL NOSSA SENHORA AUXILIADORA - HNSA – Hospital Nossa Senhora Auxiliadora – Caratinga, 2015. Disponível em: <http://www.hospitalcaratinga.com.br/webhnsa/informativo/download/19012014-VisitaAcompanhanteNormas/VisitaAcompanhanteNormas.pdf>. Acesso em: 03 de junho de 2017.

OLIVEIRA, SulayreMengotti De - Aproveitamento da água da chuva e reúso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em palhoça – SC - Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

ONU – Relatório “Perspectivas da População Mundial: A Revisão de 2015”, 2016. Disponível em: https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/World_Population_2015_Wallchart.pdf. > Acesso em 04 de junho de 2017.

OMS – Organização Mundial de Saúde, The World Health report 2000: healthy systems, improving performance. Geneva, 2000.

PARAÍBA, Superintendência de Obras do Plano de Desenvolvimento do Estado. Governo investe R\$ 60 milhões no Hospital Metropolitano e gera empregos em Santa Rita. João Pessoa, 2017. Disponível em: <http://suplan.pb.gov.br/noticias/governo-investe-r-60-milhoes-no-hospital-metropolitano-e-gera-empregos-em-santa-rita> > acesso em: 09 de junho de 2017.

Portaria HGPV 022/2009 de 01 de junho de 2009 – HOSPITAL GERAL PRADO VALADARES - BAHIA – Disponível em: http://www2.saude.ba.gov.br/hgpv/PortariaHGPV022_2009.pdf >acesso em: 28 de maio de 2017.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

RODRIGUES, Vanessa Da Silva. - Acompanhamento da implementação da certificação leed em estudo de caso em hospital privado em Santa Catarina: avaliação do impacto no uso da água, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

SANTANA, Natália C.B. – Qualidade das águas de chuva em João Pessoa – PB: Estudo de comparativo com padrões de qualidade para uso residencial – Universidade Federal da Paraíba, 2012.

SANTOS, DANIELA J. C. DOS - Aplicação de Medidas de Eficiência Hídrica em Meio Hospitalar: O caso do Aproveitamento de Águas Pluviais, UNIVERSIDADE DE COIMBRA, 2011.

SANTOS, Leonardo Lavelli - A Crise Hídrica, a Economia e o Meio Ambiente: Como Entender a Questão? Recursos Hídricos e Desenvolvimento Econômico: Impasses e Perspectivas, São Paulo, 2015.

SILVA, Afonso A. Contributos para o Dimensionamento de Redes de Água em Edifícios Especiais. Aplicação de Modelos Matemáticos. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001.

SILVA, W.R. et al. - O uso sustentável e a qualidade da água na produção animal, Artigo 266 Volume 11 - Número 05– p. 3617- 3636– Setembro/Outubro, 2014.

SOARES, Adão M. M. - Análise dos Consumos de Água em Edifícios não Habitacionais – Faculdade de Engenharia Universidade Do Porto, 2010.

SUBSECRETÁRIA DE ARRECADAÇÃO E ATENDIMENTO – Taxa de Juros de Longo Prazo - Receita Federal. Disponível em: <http://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/pagamentos-e-parcelamentos/taxa-de-juros-de-longo-prazo-tjlp>. Acesso em: 23 de maio de 2017

TAVARES, Cláudio André Sousa, Análise de consumos em edifícios com aproveitamento de águas pluviais, Universidade de Aveiro, 2013.

THOMAS, TERRY et al. *Bacteriological quality of water in DRWH- Rural Development*. Germany: 2001.

TOMAZ, Plínio, Aproveitamento da Água de Chuva em Áreas Urbanas Para Fins Não Potáveis, São Paulo, 2010.

TUCCI, C.E.M. (Org.). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora UFRGS, 2001. p.943.

TUNDISI, José Galizia. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 55, n. 4, Dec. 2003. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400018&lng=en&nrm=iso. Acesso em 12 de maio de 2017

ZUCHI, Paola e BITTAR, Olímpio J. N. V. – Funcionários por Leito: estudo em alguns hospitais públicos e Privados, *RAS* - Vol. 4, Nº 14, Jan/Mar 2002.