



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**



DANNYELLE MACEDO ALBUQUERQUE WANDERLEY

**EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE
DE CAMPINA GRANDE – PB**

**CAMPINA GRANDE – PB
AGOSTO/2013**

DANNYELLE MACEDO ALBUQUERQUE WANDERLEY

**EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE
DE CAMPINA GRANDE – PB**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande-PB – UFCG, em cumprimento as exigências para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Processos ambientais

LINHA DE PESQUISA: Climatologia aplicada a recursos naturais

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Dantas Neto

CAMPINA GRANDE – PB

AGOSTO/2013

DANNYELLE MACEDO ALBUQUERQUE WANDERLEY

**EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE
DE CAMPINA GRANDE – PB**

APROVADA EM: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Dr. JOSÉ DANTAS NETO

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Dr. PEDRO VIEIRA DE AZEVEDO

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Dra. MARIA BETÂNIA RODRIGUES SILVA

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo e pela sua infinita misericórdia.

Aos meus pais, José Ailton e Célia.

Ao meu esposo, Elthon por sua paciência e compreensão.

As minhas filhas, Raquel e Isabel, pelos momentos ausentes.

Ao professor e orientador José Dantas Neto, pela sua dedicação.

Aos professores da banca, por aceitarem o convite.

Ao Engº Josemar Silva da Cipsa Empreendimentos, pelo fornecimento de dados para a realização deste trabalho.

*Dedico este trabalho a
todos que, direta ou
indiretamente, contribuíram
para a sua consecução.*

I – RESUMO

A água é um recurso cada vez mais escasso, seja pela redução da oferta principalmente por conta da poluição dos mananciais, seja pelo crescimento populacional em função do aumento da demanda. Encontrar alternativas para enfrentar este problema é uma das principais preocupações da sociedade de hoje. A partir desta necessidade, a adoção de sistemas de captação das águas das chuvas se apresenta como uma alternativa importante e eficiente para atuar diretamente neste problema, por se tratar de um instrumento de gestão dos recursos hídricos já possuidor de tecnologias para sua utilização. Através de uma revisão bibliográfica que identifica as principais práticas para a gestão do uso e aproveitamento dos recursos hídricos em condomínios verticais também fundamentada nos conceitos dos sistemas e intervenções que ajudam a reduzir o consumo d'água nestes ambientes, este trabalho realiza um estudo de caso em um condomínio residencial vertical localizado em área urbana, estilo já tradicional de moradia no Brasil, apresentando as principais atividades que demandam o consumo de água neste ambiente, desenvolvendo uma análise da viabilidade para a implantação de um sistema de captação das águas de chuvas e apresentando os resultados que poderão ser obtidos com a adoção desta ferramenta. Com a implantação de um reservatório de captação de água de chuva haverá uma redução de 30% no consumo de água do condomínio, com um custo que será amortizado em 04 anos.

Palavras-chaves: Água pluvial, redução de consumo, condomínio.

II – ABSTRACT

Water is an increasingly scarce resource, either by reducing supply mainly due to the pollution of water sources, population growth is due to increased demand. Finding alternatives to address this problem is a major concern of today's society. From this need, the adoption of systems to capture rainwater presents itself as an important alternative and efficient to work directly on this issue, because it is an instrument for the management of water resources already possessed the technology to use. Through a literature review that identifies key practices for managing the use and exploitation of water resources in vertical condominiums also grounded in the concepts of systems and interventions that help reduce water consumption in these environments, this paper conducts a case study in a vertical residential condominium located in the urban area, now traditional style of housing in Brazil, showing the main activities that require water consumption in this environment, developing a feasibility analysis for the implementation of a system for capturing of rainwater and presenting the results that may be obtained from the adoption of this tool. With the implementation of a reservoir catchment of rainwater will be a 30% reduction in water consumption of the condominium, at a cost to be amortized over 04 years.

Keywords: Rainwater, reducing consumption, condominium.

III – LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fatores que influenciam o consumo de água em uma residência	24
Figura 2 – Categorias do uso de água em uma residência	24
Figura 3 – Localização de Campina Grande na Paraíba	32
Figura 4 – Mapa dos bairros de Campina Grande	33
Figura 5 – Residencial Newton Rique	35
Figura 6 – Blocos 1A e 2A	36
Figura 7 – Blocos 1B e 2B	36
Figura 8 – Bloco C	37
Figura 9 – Área Comum	38
Figura 10 – Esboço do dimensionamento para o cálculo da vazão	40
Figura 11 – Medidores individuais de consumo de água	41

IV – LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação dos percentuais de consumo	28
Tabela 2 – Precipitação pluviométrica de Campina Grande em mm/mês. (1982-2012).....	34
Tabela 3 – Cálculo da Vazão média dos elementos condutores de água no condomínio	41
Tabela 4 – Vazão média anual potencialmente captável no condomínio Newton Rique em função da área do telhado e intensidade de precipitação média	41
Tabela 5 – Dados para diagrama de Rippl para uma demanda variável, com dados pluviométricos da cidade de Campina Grande	44
Tabela 6 – Valores da conta de água, tarifa normal, fornecidos pela CAGEPA.....	47
Tabela 7 – Média mensal dos últimos 30 anos da precipitação pluviométrica da cidade de Campina Grande e a evapotranspiração de referencia ETo.....	52
Tabela 8 – Atividades externas que demandam o uso de água no condomínio	53
Tabela 9 – Dados para diagrama de Rippl para uma demanda variável, com dados pluviométricos da cidade de Campina Grande	55

V – LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quantidade mínima de água para diversos usos	23
Quadro 2 – Recursos utilizados para economizar água	25
Quadro 3 – Comparação dos percentuais de consumo	39
Quadro 4 – Principais rotinas de trabalho que demandam água no Condomínio Newton Rique	41

VI – LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição da água doce no Brasil	18
Gráfico 2 – Distribuição dos recursos hídricos, superfície e população no Brasil	21
Gráfico 3 – Distribuição das despesas de um condomínio	29
Gráfico 4 – Consumo médio mensal de água no condomínio Newton Rique, no período de julho de 2012 a agosto 2013	49
Gráfico 5 – Consumo de água por pessoa, mensal e diário e consumo diário por metro quadrado construído no condomínio Newton Rique, no período de julho de 2012 a agosto 2013	49
Gráfico 6 – Gráfico da precipitação pluviométrica média anual em Campina Grande/PB ..	51
Gráfico 7 – Balanço hídrico simplificado da precipitação (Prec) média mensal e evapotranspiração de referência média mensal (ET _o) para o município de Campina Grande	52
Gráfico 8 – Participação no consumo de água das principais atividades do condomínio	54
Gráfico 9 – Volume do reservatório de captação de água de chuva a ser construído no condomínio Newton Rique por diversos métodos	56

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 A Água no Brasil.....	16
2.2 Uso e Aproveitamento dos Recursos Hídricos	18
2.3 Gestão Integrada de Recursos Hídricos – GIRH.....	20
2.4 A Gestão dos Recursos Hídricos em Condomínios	22
2.4.1 Sistemas e intervenções que ajudam a reduzir o consumo d'água em condomínios	25
2.4.2 Consumo doméstico de água	27
2.4.3 Consumo de água nas áreas comuns de condomínios.....	29
2.4.4 Captação de água.....	30
2.5 Dimensionamento do reservatório para captação de água de chuva	31
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Área de estudo.....	32
3.1.1. Clima.....	33
3.1.2 Relevô	34
3.2. Objeto de estudo.....	34
3.2.1. Sistema construtivo	35
3.2.2 Área privativa.....	35
3.2.3 Áreas comuns	38
3.2.4 Sistema de abastecimento de água.....	38
3.3 Tipo de Pesquisa.....	39
3.4 Materiais.....	39
3.5 Consumo de Água, Parte Externa, no Condomínio Newton Rique.....	39
3.6 Dimensionamento da Vazão Volumétrica no Condomínio.....	40
3.7 Cálculo da Vazão Média Potencialmente Captada	41
3.8. Variáveis a Serem Validadas	42
3.8.1 Demanda de água para consumo humano.....	42
3.8.2 Atividades externas que demandam o uso de água no condomínio	42
3.8.2.1. Quantidade de meses onde se irriga o jardim.....	42
3.8.2.2 Volume de água necessária para atender as demandas externas	42
3.8.3. Dimensionamento do reservatório para captação da água da chuva	42
3.8.3.1. Método de Rippl.....	43
3.8.3.2. Método Prático Brasileiro ou Método Azevedo Neto	45
3.8.3.3. Método prático alemão	45
3.8.3.4. Método Prático Inglês.....	46
3.8.4 Estimativa ou avaliação do impacto de redução do consumo de água	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1 Indicadores de Consumo de Água no Condomínio.....	48
4.2. Atividades externas que demandam o uso de água no condomínio	50
4.2.1. Quantidade de meses onde se irriga o jardim.....	50
4.3 Dimensionamento do reservatório para captação da água da chuva	54
4.4 Estimativa ou Avaliação do Impacto de Redução do Consumo de Água	57
5. CONCLUSÃO.....	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

A água potável é um recurso natural finito e sua quantidade disponível per capita diminui a cada dia, em consequência do crescimento da população mundial e da degradação dos mananciais. A garantia de ter uma água de alta qualidade para o abastecimento das populações é o desafio maior das próximas décadas para os gestores e pesquisadores em recursos hídricos (TUNDISI, 2003).

Neste sentido, as atividades humanas dependentes de água, das mais diversas naturezas, necessitam ser geridas de modo a que esse e outros bens ambientais, geralmente considerados insumos produtivos, sejam utilizados de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 1988). Malafaia (2009) afirma que, atualmente, as demandas pela água têm aumentado significativamente em função do estilo de vida da população e da facilidade de acesso, que se materializa através das redes de distribuição da água. A cultura do desperdício perpetua-se e as populações não têm consciência de que a água é um recurso limitado.

Estes fatos, aliados aos rumos do mundo globalizado, onde a tecnologia se faz presente nos aspectos mais simples do cotidiano, proporcionando conforto e bem-estar, transforma a sociedade em essencialmente consumista, ávida por todo tipo de novidade tecnológica. A resposta dos setores produtivos é a utilização cada vez maior dos recursos naturais de modo desequilibrado, comprometendo o meio ambiente.

Para a Organização das Nações Unidas (ONU), uma família com quatro pessoas deve consumir, no máximo, 15m³ ao mês, o que seria uma média de 120 litros/habitante/dia. Segundo levantamento feito pela Agência Nacional de Águas (ANA), até 2015, mais da metade da população brasileira enfrentará problemas de falta de abastecimento de água. Isso porque, apesar do Brasil ser o 4º país mundial em disponibilidade de água, a oferta e o crescimento da demanda de água no país, são incompatíveis, fator este também ajudado pela má distribuição das bacias hidrográficas do país.

Uma das regiões que mais sofre com a má distribuição das bacias hidrográficas do país, o Nordeste é caracterizado pelo baixo índice pluviométrico, baixa umidade, solo seco, clima semiárido, vegetação de caatinga e temperatura elevada em grande parte do ano. A seca é um desastre natural que ocorre com frequência na região. A população nordestina mais isolada em épocas de estiagens sofre na busca por água ou na espera de carros pipas, que são caminhões que transportam e distribuem água. O município de Campina Grande no Estado da

Paraíba está incluído nesta realidade fazendo parte deste cenário de desolação que é o efeito das estiagens prolongadas. Segundo Silva (2003), Campina Grande é uma dentre centenas de outras cidades nordestinas que enfrentam frequentemente crise de abastecimento de água potável, provocada quando há queda no nível de água do açude presidente Epitácio Pessoa na cidade Boqueirão a 44 km, único manancial que abastece a cidade.

Na busca de amenizar esta situação tem-se procurado resgatar costumes antigos, a captação das águas das chuvas através do telhado por uma calha direcionado para um reservatório, apresenta-se como alternativa viável e de qualidade (SILVA *et al.*, 2012). As vantagens no uso da água de chuva são diversas, entre elas, a redução do consumo de água da rede pública e do custo de seu fornecimento; ajuda na contenção das enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para as galerias e rios além de não desperdiçar um recurso natural de qualidade distribuída por precipitação, minimizando os custos e diminuindo a demanda da distribuição por parte da concessionária oficial.

De acordo com Coelho (2004) para estabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados em função de características de sistemas e centros de produção específicos. O conhecimento dos consumos específicos de água que ocorrem nos diversos pontos de utilização de uma residência são de fundamental importância para se saber onde devem ser priorizadas as ações de conservação do uso da água em edificações. O consumo de água residencial pode constituir mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas (GONÇALVES, 2006).

Em condomínios, este processo contribui não para a redução do consumo de água potável, redução de custos nas unidades habitacionais além de proteger as edificações dos danos causados pelas águas de chuva como, rachaduras nas fundações, corrosões, danos na pintura externa ente outros. Em uma visão mais abrangente, pode-se ainda reduzir a ampliação das redes de drenagem, auxiliar na prevenção de alagamentos e enchentes urbanas e economizar as reservas de mananciais.

Neste contexto, a cidade de Campina Grande, onde está inserido o condomínio objeto deste estudo, possui um nível médio de precipitação pluviométrica considerado alto, quando o universo de comparação está restrito à apenas a região nordeste do Brasil. Todavia, quando comparamos este índice com as demais regiões do país, percebemos que ele se enquadra em um nível intermediário de precipitação pluviométrica, no entanto, se bem aproveitado, poderá gerar grande economia no abastecimento de água potável na cidade.

A partir desta realidade, pode-se perceber a importância da necessidade da gestão eficiente dos recursos hídricos em todas as esferas. Economizar e utilizar de forma eficiente estes recursos tão escassos e ao mesmo tempo tão abundantes, não é tarefa fácil nos dias de hoje. Ressalta-se então, a importância de estudos interdisciplinares, buscando responder ao seguinte questionamento: Por meio da análise das atividades que demandam a utilização da água de uso doméstico no consumo em área condominial residencial, quais medidas poderão proporcionar a redução no rateio geral do uso da água para os condôminos?

Para responder a esta questão, foi desenvolvido o presente estudo com os seguintes objetivos:

Analisar a participação das atividades que demandam a utilização da água de uso doméstico no consumo geral do condomínio residencial Newton Rique, Campina Grande/PB, visando à adoção de medidas que proporcionem redução no rateio geral do condomínio para os condôminos.

Relacionar as principais atividades que demandam o uso de água no condomínio, medindo e identificando a participação no consumo geral de água do condomínio de cada uma destas atividades;

Avaliar o impacto econômico no consumo geral de água do condomínio por meio da construção de um sistema de coleta das águas das chuvas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Água no Brasil

Elemento essencial para a sobrevivência de todos os seres vivos, a água potável está se tornando cada vez mais um bem oneroso e escasso. Atualmente as demandas por água têm aumentado significativamente em função do estilo de vida da população e da facilidade de acesso, que se materializa através das redes de distribuição da água. A cultura do desperdício perpetua-se e as populações não têm consciência de que a água é um recurso limitado. É nesta perspectiva que se constrói a consciência da necessidade de um novo paradigma em relação ao uso racional dos recursos hídricos, valendo-se da redução dos índices de contaminação e da poluição, do reuso e do consumo consciente. (MALAFAIA, 2009)

O Brasil apresenta uma situação confortável, em termos globais, quanto aos recursos hídricos. A disponibilidade hídrica per capita, determinada a partir de valores totalizados para o País, indica uma situação satisfatória, quando comparada aos valores dos demais países informados pela Organização das Nações Unidas (ONU). Entretanto, apesar desse aparente conforto, existe uma distribuição espacial desigual dos recursos hídricos no território brasileiro, conforme observado no gráfico 1. Cerca de 80% de sua disponibilidade hídrica estão concentrados na Região Hidrográfica Amazônica, onde se encontra o menor contingente populacional, além de valores reduzidos de demandas consultivas (ANA, 2012).

A problemática da escassez de água vem sendo alvo, nas últimas décadas, de preocupação de pesquisadores, chefes de Estado e da população em geral. A distribuição desordenada da água pelo planeta, o crescimento populacional, a destruição gradual dos recursos hídricos (contaminação, uso desordenado, assoreamento etc.) e o agravamento da poluição, são alguns dos fatores que vem contribuindo para este quadro. De acordo com Mancuso e Santos (2003) existem atualmente 26 países que abrigam 262 milhões de pessoas e que se enquadram na categoria de áreas de escassez de água. Em muitas regiões do globo a população ultrapassou o ponto em que podia ser abastecida pelos recursos hídricos disponíveis. Embora o Brasil ocupe o primeiro lugar em reserva de água do planeta (12,0%) a água não se encontra equitativamente distribuída entre a população.

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água. Sua distribuição, porém, não é uniforme em todo o território nacional, conforme apresentado no gráfico 1. A Amazônia, por exemplo, é uma região que detém a maior bacia fluvial do mundo.

O volume d'água do rio Amazonas é o maior do globo, sendo considerado um rio essencial para o planeta. Essa é, também, uma das regiões menos habitadas do no País. Em contrapartida, as maiores concentrações populacionais encontram-se nas capitais, distantes dos grandes rios brasileiros, como o Amazonas, o São Francisco e o Paraná. E há ainda o Semiárido Nordestino que possui uma isoietas de 800mm, porém a falta de infraestrutura para armazenar este volume de água é precária e muitas vezes nem existe, permitindo a falta d'água por longos períodos tem contribuído para o abandono das terras e, em alguns casos, para a migração aos grandes centros urbanos, agravando ainda mais o problema da escassez de água nestes locais. Além disso, os rios e lagos brasileiros vêm sendo comprometidos pela queda de qualidade da água disponível para captação e tratamento. Na bacia Amazônica e no Pantanal, por exemplo, rios como o Madeira, o Cuiabá e o Paraguai já apresentam contaminação por mercúrio, elemento utilizado na atividade de mineração. “E nas grandes cidades esse comprometimento da qualidade é causado principalmente por despejos domésticos e industriais”. (BRANCO, 2012).

No Semiárido, que ocupa uma área de aproximadamente um milhão de km², há 20 milhões de habitantes, ou seja, 12% da população brasileira distribuídas por 1.133 municípios em nove estados, do norte de Minas Gerais ao Piauí, sendo que 44% dos seus habitantes encontram-se na zona rural. Essa sensível região apresenta reservas insuficientes de água em seus mananciais, temperaturas elevadas durante todo o ano, e baixas amplitudes térmicas com forte insolação. Os totais pluviométricos são irregulares e inferiores a 900 mm/ano e normalmente superados pelos elevados índices de evapotranspiração, resultando em taxas negativas no balanço hídrico. É, portanto, um território vulnerável onde a irregularidade interanual das chuvas pode chegar a condições extremas, representadas por frequentes e longos períodos de estiagem.

Cerca de 2.506 (45%) das sedes municipais possuem abastecimento satisfatório. São 52 milhões de habitantes com garantia de atendimento até 2015. Contudo, 3.059 municípios (55%) poderão ter abastecimento deficitário até lá, decorrente de problemas com a oferta de água do mananciais (superficial e/ou subterrâneo) em quantidade e/ou qualidade ou com a capacidade dos sistemas produtores ou, ainda, por ambas as razões. Dessas sedes urbanas, 46% necessitam de investimentos nos sistemas produtores e 9% apresentam déficits decorrentes da disponibilidade hídrica nos mananciais utilizados (ATLAS BRASIL, 2010).

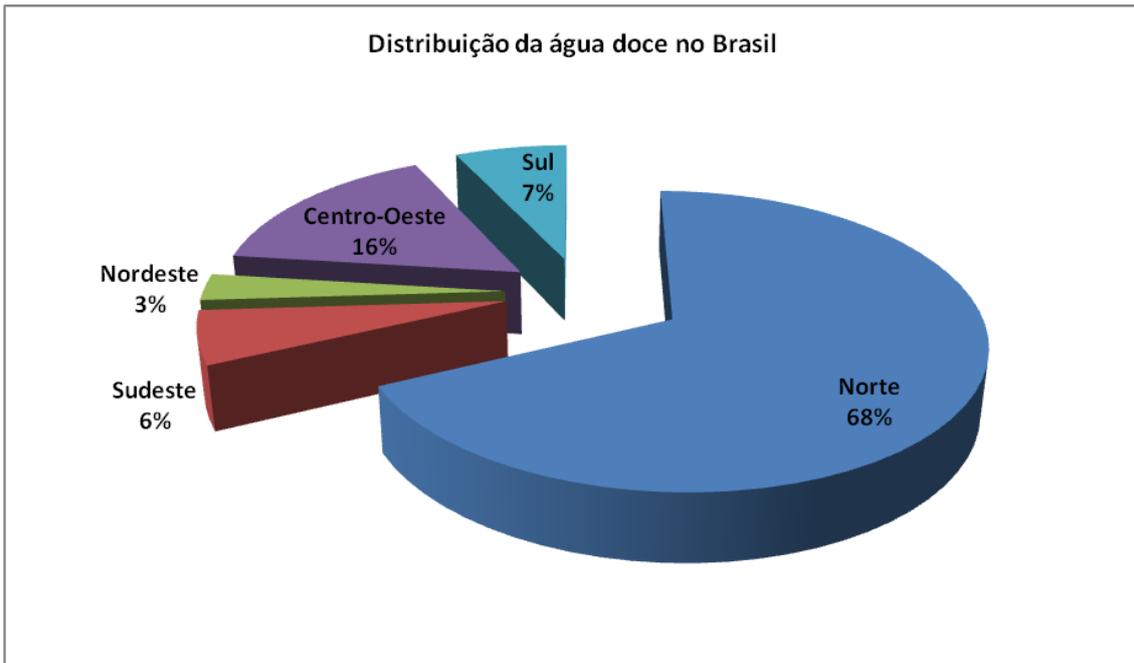


Gráfico 1 – Distribuição da água doce no Brasil. Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/bacias-hidrograficas/bacia-hidrografica.php> (2013)

2.2 Uso e Aproveitamento dos Recursos Hídricos

O período após a segunda guerra mundial foi marcado por investimentos que resultaram em um importante crescimento econômico que envolvia, principalmente, no que se refere ao uso de água, intervenções nas áreas de energia, abastecimento doméstico e industrial, aumento de produção agrícola por irrigação, transporte fluvial e marítimo, recriação com lagos artificiais e modificações costeiras, como marinas. A falta de saneamento básico nas cidades, o crescimento urbano desordenado – com a ocupação de diversas áreas risco (morros, margem de rios etc.) – e o aumento aritmético dos despejos domésticos e industriais nos rios, criou condições sanitárias extremamente desfavoráveis. A situação passou a mudar na década de 70, quando se iniciou o período da consciência ambientalista que buscava inibir o desenvolvimento de aproveitamentos de recursos hídricos sem cuidados com a preservação e conservação ambiental. A sociedade, principalmente a dos Países desenvolvidos, criou mecanismos de controle do impacto ambiental na aprovação de projetos, na fiscalização de sua execução e na operação. As principais preocupações centraram-se na qualidade dos rios e reservatórios, na contaminação de aquíferos, na carga difusa de áreas agrícolas, no desmatamento de florestas e, no final do período, no impacto global climático (TUCCI, 2001).

De acordo com Christofidis (2012), o Brasil detém, desde 1997, uma das mais avançadas legislações em termos de política e de gestão dos recursos hídricos. Essa forma de ver a água incorporou novos paradigmas ao modelo setorial e fragmentado que era praticado no passado recente. Até então, cada usuário se apropriava do recurso a seu critério, com interesses específicos de sua atividade sem se preocupar com necessidades básicas e prioridades, ou com o abastecimento doméstico ou com a manutenção da qualidade desse bem. Tucci (2001), afirma ainda que os anos de 1990 foram marcados por grandes desafios como a definição dos aspectos institucionais do gerenciamento dos recursos hídricos, o controle dos recursos hídricos nas grandes metrópoles brasileiras, a preservação ambiental, o uso e controle do solo rural e a mitigação do impacto da poluição difusa, adotando-se uma visão racional de aproveitamento e preservação ambiental.

Historicamente, o Brasil sempre privilegiou o uso da água para a produção de energia, em detrimento de outros, como o abastecimento humano. No Código das Águas, de 1934, o governo chamava a atenção para a necessidade do aproveitamento industrial da água e para a implementação de medidas que facilitassem, em particular, seu potencial de geração de hidroeletricidade. Mas o uso múltiplo das águas das bacias hidrográficas – para a navegação, a irrigação, a pesca e o abastecimento, além da geração de energia – desencadearam conflitos nas regiões onde as pressões sobre a demanda são grandes.

Sempre houve grande dependência dos recursos hídricos para o desenvolvimento econômico, afirma Tundisi (2003). A água funciona como fator de desenvolvimento, pois ela é utilizada para inúmeros usos diretamente relacionados com a economia (regional, nacional e internacional). Os usos mais comuns e frequentes dos recursos hídricos são: consumo humano e uso doméstico, consumo animal, irrigação, uso industrial e hidroeletricidade. No período compreendido entre 1900 a 2000, o uso total da água no planeta aumentou dez vezes (de 500 km³/ano para aproximadamente 5.000 Km³/ano). As múltiplas demandas de água aceleraram-se em todas as regiões, continentes e países. Estas demandas aumentam à medida que as atividades econômicas se diversificam e as necessidades de água aumentam para atingir níveis de sustentação compatíveis com as pressões da sociedade de consumo, a produção industrial e agrícola.

As estimativas e projeções sobre os usos futuros dos recursos hídricos variam bastante, em função de análises de tendências diversificadas, algumas baseadas em projeções dos usos atuais, outras em função de reavaliações dos usos atuais e introdução de medidas de economia da água, tais como, reúso e medidas legais para diminuir os usos e o consumo e evitar

desperdício, ou a cobrança pelo uso da água e o princípio do poluidor-pagador. Todavia, o que se tem certeza é da importância em aproveitar a água da melhor forma possível, pois estamos tratando de um recurso natural limitado e finito.

2.3 Gestão Integrada de Recursos Hídricos – GIRH

As possibilidades de escassez e a crescente demanda por água sinalizam para a necessidade de implantação de estratégias e políticas de longo prazo, a fim de conduzir a gestão dos recursos hídricos de forma harmônica, econômica e ambientalmente sustentável. Balarine (2000) considera importante um tratamento da água como bem econômico, envolvendo as comunidades locais para a formação dos Comitês de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas, como preconizado na atual política de Recursos Hídricos.

Para Goellner (2008), no tocante aos recursos hídricos, a Magna Carta de 1988, tornou-os um bem de uso comum para o povo brasileiro, das presentes e futuras gerações, e visando os usos múltiplos. De acordo com isto, a Lei 9.433/97 implantou o conceito de gestão integrada, descentralizada e participativa. E neste sentido, ela é inovadora, pois o poder Público detentor da dominialidade da água não tem a maioria dos votos nos Comitês de Bacia Hidrográfica (artigo 39, parágrafo primeiro, Lei 9.433/97).

A gestão de recursos hídricos pode ser definida como o conjunto de ações destinadas a regular o uso, o controle e a proteção dos recursos hídricos, em conformidade com a legislação e normas pertinentes. Integra projetos e atividades com o objetivo de promover a recuperação e a preservação da qualidade e quantidade dos recursos das bacias hidrográficas brasileiras e atua na recuperação e preservação de nascentes, mananciais e cursos d'água em áreas urbanas e rurais. O aproveitamento e o gerenciamento dos recursos hídricos serão utilizados como instrumento de combate aos efeitos adversos da poluição, da seca e do assoreamento. O serviço de gestão de recursos hídricos é uma solução inovadora que visa à otimização dos recursos hídricos gerando mais economia para indústrias e condomínios além de proporcionar uma contribuição ao meio ambiente com o tratamento químico da água antes desta ser enviada de volta ao meio ambiente (PORTAL DA EDUCAÇÃO, 2008).

Como em muitos outros países, no Brasil, a gestão de recursos hídricos tem historicamente dependido de investimento considerável na infraestrutura hidráulica. Desde a construção da primeira usina hidrelétrica em 1901 até meados da década de 70, a energia hidrelétrica tem sido o foco da gestão de recursos hídricos. Em 1934, após várias modificações introduzidas na

primeira versão de 1907, foi aprovado o Código de Águas. O Código de Águas foi a primeira legislação para a gestão de recursos hídricos no Brasil e foi aplicada por mais de 60 anos. O Código de Águas assegurou o uso gratuito da água para as necessidades básicas da vida e permitiu a todos o uso da água pública, cumprindo ao mesmo tempo as regulamentações administrativas. Algumas de suas disposições, tais como o princípio "poluição custa", foram introduzidas muito antes que este princípio se tornasse globalmente reconhecido como boa prática (DIVISION DE MEDIOAMBIENTE, 2005).

Para o Portal da Educação (2008), no âmbito do desenvolvimento sustentável, o manejo dos recursos hídricos compreende as ações que visam garantir os padrões de qualidade e quantidade da água dentro da sua unidade de conservação, a bacia hidrográfica. É atualmente aceito o conceito de gestão integrada dos recursos hídricos como paradigma de gestão da água. Procurar este conceito e dar relevância à necessidade de integrar a gestão da água em função dos seus diferentes tipos de uso, das diferentes dimensões de conhecimento que estão envolvidas e dos diferentes tipos de instituições, pressupõe-se a valorização da água em função da sua natureza renovável e fluída.

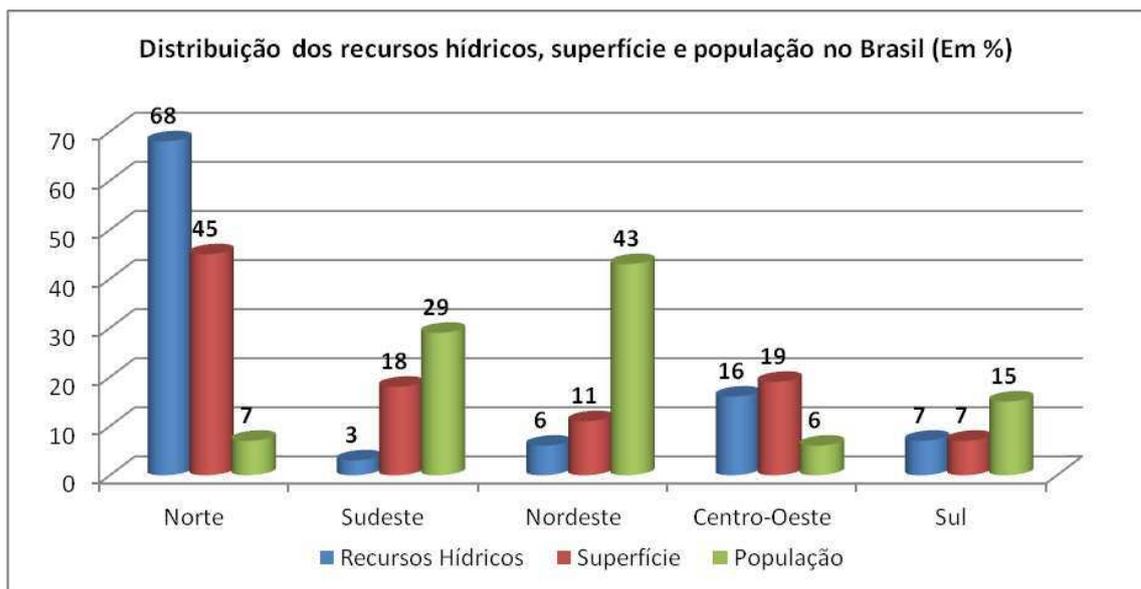


Gráfico 2 – Distribuição dos recursos hídricos, superfície e população no Brasil. Fonte: <http://amanatureza.com/conteudo/artigos/denuncie-desperdicio-agua> (2013).

O Brasil deverá promover uma gestão eficiente, não só para preservar e garantir o acesso às suas reservas e corpos hídricos nos diversos pontos do território brasileiro para as gerações atuais, mas também para garantir às gerações futuras ao menos as mesmas condições de acesso, como podemos observar no gráfico 2, que mostra a proporção da distribuição dos

recursos hídricos, superfície e população no nosso país. O requisito essencial para o desenvolvimento desta gestão eficiente, é o conhecimento das necessidades dos diversos usuários, da capacidade de oferta e da velocidade de renovação das fontes naturais. São informações cruciais para a promulgação dos marcos de regulação e a definição, em seguida, da capacidade de suporte (ou retirada) de cada bacia hidrográfica. É igualmente imprescindível que ocorra uma discussão prévia sobre o aproveitamento da água envolvendo usuários e atingidos, quando forem previstas alterações da cobertura vegetal dos solos, bem como o acompanhamento permanente da implantação de obras de captação, regularização e despejo de efluentes nos corpos d'água (DUTRA *et al.*, 2012).

“A conservação da água, riqueza natural mais preciosa deste milênio, exige o desenvolvimento e o emprego de técnicas e instrumentos cada vez mais sensíveis e precisos para fazerem a medição do seu consumo e do seu uso (industrial, comercial, residencial e agrícola). Com isso, evitam-se os desperdícios de água, propiciando a sua utilização dentro do estritamente necessário para a sobrevivência humana e, desta maneira, garantindo-se a disponibilidade do valioso líquido (fonte da vida) para todas as espécies vivas deste Planeta Terra, a partir do conceito e dos fundamentos do desenvolvimento sustentável”. (ELTON J. MELLO, 2001)

2.4 A Gestão dos Recursos Hídricos em Condomínios

A circulação da água em uma área urbana, nos seus diversos usos e formas, na realidade é apenas uma etapa de um sistema muito maior representado pelo ciclo da água na natureza. A esse subsistema se atribui o nome de “ciclo urbano” da água, que compreende, na sua forma atual, os sistemas públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de gerenciamento de águas pluviais. A água é utilizada em todos os segmentos da sociedade e está presente no uso doméstico, comercial, industrial, público e agrícola. De maneira geral, pode-se dizer que a demanda da água resulta da soma do consumo com o desperdício. “O desperdício é caracterizado pelo uso de quantidades de água além do requisito necessário para um determinado fim – exemplo: banhos prolongados – e pelas perdas – exemplo: vazamentos nas redes de distribuição”. (GONÇALVES, 2006).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), uma família com quatro pessoas deve consumir no máximo 15m³ de água ao mês, o que seria uma média de 120 litros/ habitante/ dia. A média per capita para o município de São Paulo fica em torno de 200 a 350 litros/ habitante/ dia, independente do tipo de moradia. Segundo levantamento feito pela Agência Nacional de Águas (ANA), até 2015 mais da metade da população brasileira

enfrentará problemas de falta de abastecimento. Isso porque a oferta e o crescimento da demanda de água, em todo o país, são incompatíveis. A Lei 4.591 – de 16 de dezembro de 1964, rege a administração dos condomínios, e na época de sua promulgação não existia a preocupação com a gestão dos recursos hídricos. A partir da Constituição Federal de 1988, já se outorgava um arcabouço jurídico para o trato ao meio ambiente, onde se enquadra os recursos hídricos, e desde 1997 com o lançamento da Lei 9.433, denominada Lei das Águas, considerada por estudiosos da área, como um marco significativo no tratamento da água enquanto recurso mineral, pois lançou, ainda que tardiamente, uma política nacional para os Recursos Hídricos para o Brasil, fator este que despertou a necessidade de desenvolvimento de uma gestão eficiente dos recursos hídricos em todas as esferas da sociedade, sobretudo nos condomínios de edifícios. (GUEDES, 2009)

O consumo de água residencial pode constituir mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas. Na região metropolitana de São Paulo, o consumo de água residencial corresponde a 84,4% do consumo total urbano (incluindo também o consumo em pequenas indústrias). Na cidade de Vitória, a porcentagem desse consumo é bem similar, correspondendo a aproximadamente 85% desse total – dados da CESAN de 2002 e 2003. (GONÇALVES, 2005). Para Gonçalves (2006), o índice mais comum relativo ao uso da água em áreas urbanas é o “consumo diário per capita”, expresso em litros por habitante por dia (L/hab/dia). A agenda 21 propôs como meta para 2005 o fornecimento de água tratada para consumo diário per capita de 40 litros (ONU,1992). Esse valor possui ordem de grande semelhante ao proposto pelo Banco Mundial e pela Organização Mundial da Saúde: suprimento mínimo de 20 a 40 litros/pessoa/dia. Considerando os consumos mínimos para usos diversos apresentados no quadro 1, Gonçalves (2006), sugere que a quantidade mínima de água per capita seja de 50 litros/pessoa/dia.

Quadro 1 – Quantidade mínima de água para diversos usos.

CONSUMO	QUANTIDADE MÍNIMA L/PESSOA.DIA
Água Potável	5
Serviços Sanitários	20
Banho	15
Preparo de Alimentos	10

Fonte: Gonçalves (2006)

O conhecimento dos consumos específicos de água que ocorrem nos diversos pontos de utilização de uma residência é de fundamental importância para se conhecer onde devem ser priorizadas as ações de conservação do uso da água em edificações. Gonçalves (2006) afirma, através da figura 1, que o consumo de água em uma residência é influenciado por uma série de fatores:

Figura 1 – Fatores que influenciam o consumo de água em uma residência.



Fonte: Gonçalves (2006)

O consumo de água residencial inclui tanto o uso interno quanto o uso externo às residências. As atividades de limpeza e higiene são as principais responsáveis pelo uso interno, enquanto que o externo deve-se à irrigação de jardins, lavagem de áreas externas, lavagem de veículos, piscinas, entre outros. Segundo Terpstra (1999) *apud* Gonçalves (2006), os usos da água dentro de uma residência podem ser separados em quatro categorias, como apresentado na figura 2:

Figura 2 – Categorias do uso de água em uma residência.



Fonte: Gonçalves (2006)

De acordo com essa classificação, a água destinada ao consumo humano pode ter dois usos distintos:

- Usos potáveis - higiene pessoal, para beber e na preparação de alimentos, que exigem água de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação.
- Usos não potáveis - lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários, piscinas, etc.

De acordo com a assessoria de imprensa da Associação dos Condomínios de Campinas (SP), o gasto com água compromete de 10% a 23% do orçamento dos edifícios. A Atitude Administradora de Condomínio de Campina Grande (PB), afirma que em prédios mais antigos, este percentual pode ser superior a 20% do orçamento mensal do condomínio. A partir destes dados, pode-se perceber a importância de uma gestão eficiente dos recursos hídricos em condomínios e os benefícios que esta tarefa pode trazer para a comunidade.

2.4.1 Sistemas e intervenções que ajudam a reduzir o consumo d'água em condomínios

A água é um recurso escasso e finito, fundamental à existência e sobrevivência humana. Sua preservação e conservação são de fundamental importância para a garantia da sustentabilidade das gerações futuras. Além da preservação ambiental, o ato de conservar água também implica benefícios econômicos, pois a redução da água consumida e, conseqüentemente, também do efluente gerado, reverte-se automaticamente em redução no valor das despesas de manutenção das edificações ao longo de sua vida útil. (GONÇALVES, 2004).

Existem diversas iniciativas que permitem e ajudam a reduzir o consumo de água em condomínios residenciais. A adoção de intervenções físicas no condomínio traz resultados mais palpáveis do que apenas a recomendação de mudanças no procedimento dos condôminos. (SINDICONET). A seguir, o quadro 2 apresenta uma série de ações e medidas que contribuem para redução do consumo de água em condomínios:

Quadro 2 – Recursos utilizados para economizar água.

RECURSOS	AÇÕES
Inspeções de rotina contra vazamentos	- A principal medida para a economia de água é a vistoria periódica de todas as válvulas e torneiras do edifício. O síndico não deve esperar que essa intervenção parta da iniciativa dos condôminos individualmente;

	<ul style="list-style-type: none"> - No ato da vistoria, o técnico identificará onde há problemas e se estes devem ser arcados pelo condomínio ou pelas unidades residenciais, individualmente. Se o problema for gerado pelo mau uso dos equipamentos, então é o condômino quem deve arcar com as despesas; - Inspeções periódicas contra vazamentos em todo o condomínio também podem e devem ser feitas pelo zelador.
Aquecedores	<ul style="list-style-type: none"> - O aquecimento de água deve ser feito, se possível, diretamente nas saídas (torneiras e chuveiros), em vez de se utilizar um aparelho central. Isso porque, cada vez que vai usar água quente, o morador precisa esperar que toda a água fria saia do encanamento. Isso gera gasto desnecessário; - Se possível, recomenda-se que, ao menos, o aquecimento das torneiras das pias sejam elétricos, ou seja, instalados diretamente nas saídas.
Redutores de vazão	<ul style="list-style-type: none"> - Instalados em chuveiros e torneiras geram uma economia de água mínima de 50,0% no volume de vazão da água; - Esses aparelhos podem ser sofisticados, como as torneiras automáticas ou com leitores fotoelétricos, ou simples, como redes de ferro que direcionam a água. Os gastos têm retorno garantido, segundo as fontes consultadas, já que os redutores de vazão (uso doméstico) custam em torno de R\$ 15,00.
Troca de vasos sanitários	<ul style="list-style-type: none"> - A troca de vasos sanitários pode significar economia. As bacias e válvulas mais antigas despejam entre 12 litros e 24 litros de água por descarga. Já os vasos com caixa acoplada diminuem esse volume para 6 litros; - Há no mercado vasos sanitários "inteligentes". Há, na caixa acoplada, dois botões distintos que despejam 3 litros ou 6 litros de água, dependendo da necessidade do uso na descarga; - O síndico pode convocar uma assembleia para aprovar a substituição de todos os vasos sanitários da área comum do edifício, e estimular a troca nas unidades; - Algumas empresas financiam a troca dos vasos sanitários.
Individualização dos hidrômetros	<ul style="list-style-type: none"> - O custo do investimento na individualização dos hidrômetros vem caindo sistematicamente nos últimos anos. Vale a pena fazer um orçamento para o seu edifício e calcular em quanto tempo haverá um retorno do investimento; - A vantagem do hidrômetro individual é que cada morador passa a pagar exatamente pela água que consome. No sistema tradicional, o condomínio rateia o gasto total de água entre os moradores.
Reuso da água	<ul style="list-style-type: none"> - Algumas empresas aconselham a construção de reservatórios para armazenar a água das chuvas. Essa água seria usada para a limpeza e

	também para regar os jardins; - O síndico deve avaliar se o investimento, relativamente alto, vale a pena diante do volume de água que é tradicionalmente utilizado para esses fins.
Eliminador de ar	- Em muitos lugares, uma parte da conta de água é causada pela passagem de ar pelo hidrômetro. O eliminador de ar, também chamado de válvula bloqueadora de ar ou papa-vento, é instalado antes do hidrômetro e promete acabar com este problema. Algumas concessionárias ainda não aceitam o produto.

Fonte: www.sindiconet.com.br (2013)

Para economizar água, vale ainda evitar lavar pisos e calçadas com esguicho, assim como os carros. A rega de áreas verdes deve ser feita à noite ou pela manhã cedo, quando a evaporação é menor. No inverno, basta regar em dias alternados. Estar atento a vazamentos de torneiras, canos e válvulas de vasos sanitários também ajuda, assim como verificar as bombas do reservatório de água.

2.4.2 Consumo doméstico de água

Uma questão que se destaca atualmente é a forma como se utiliza a água nas residências, principalmente nos centros urbanos, onde, nas últimas décadas e em quase todo o mundo, tem havido a tendência de adensamento e urbanização da população.

Os sistemas de abastecimento, de coleta e tratamento das águas residuárias e das águas pluviais devem ser projetados de forma sistêmica, sempre objetivando o equilíbrio sustentado da área urbana inserida no meio ambiente. O reuso e o aproveitamento de águas pluviais podem ser utilizados para fins não potáveis nas cidades, tais como rega, limpeza e lavagem de ruas, ou mesmo em descargas de bacias sanitárias de banheiros públicos. (BARRETO, 2008)

Muitas são as variáveis a serem analisadas para identificação dos percentuais de consumo em uma unidade doméstica, como pressão, vazão, clima, população, frequência de utilização, condições socioeconômicas, qualidade dos produtos instalados e outras. Cordeiro e Junior (2012), através da Tabela 1, apresentam a seguinte distribuição do consumo de água nas atividades domésticas:

Tabela 1 – Comparação dos percentuais de consumo.

CONSUMO	Rocha, Barreto e Ioshimoto (1999), residência Unifamiliar (%)	Deca, prédio da USP (%)	Deca, Residência CDHU (%)	Menezes - 2006 (%)	MÉDIA AFERIDA DISTRIBUIÇÃO (%)
Bacia Sanitária	5,0	29,0	5,0	30,0	17,3
Chuveiro	55,0	28,0	54,0	29,0	41,5
Lavatório	8,0	6,0	7,0	6,0	6,8
Pia (cozinha)	18,0	17,0	17,0	18,0	17,5
Lava Louças	0,0	5,0	3,0	4,0	3,0
Tanque	3,0	6,0	10,0	5,0	6,0
Lava Roupas	11,0	9,0	4,0	8,0	8,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Cordeiro e Junior (2012)

A CAGEPA, Companhia de Água e Esgoto da Paraíba criada em 30 de dezembro de 1966 e responsável pelo abastecimento de água em 181 municípios e 22 localidades no estado da Paraíba lista uma série de orientações de como economizar água e evitar o desperdício (CAGEPA, 2013):

- a. **Economize 10 litros:** Deixe a torneira fechada e lave frutas e legumes numa vasilha com água e vinagre. Deixe a torneira fechada ao fazer barba ou enquanto escova os dentes;
- b. **Economize mais de 10 litros:** Deixe o chuveiro fechado na hora de se ensaboar.
- c. Economize 20 litros: Não deixe a torneira da pia aberta. Ensaboe primeiro toda a louça, e só então enxágue tudo de uma vez;
- d. **Não lave a calçada com a mangueira:** O maior desperdício é do seu dinheiro. Calçada, a gente limpa é com vassoura;
- e. **Atenção ao vaso sanitário:** O vaso sanitário é responsável por até 50% do consumo da água de uma casa. Use a descarga só quando necessário e não jogue no vaso objetos que possam ser postos no lixo;
- f. **Lavagem do carro:** Lavagem de carro com a mangueira resulta em um gasto de até 300 litros de água. O certo é usar balde e flanela ou estopa.
- g. **Teste o vaso sanitário:** Jogue um pouco de pó de café dentro do vaso sanitário. Se o pó ficar no fundo do vaso, tudo bem. Se o pó não ficar parado, existe vazamento na válvula ou na caixa de descarga;
- h. **Teste o hidrômetro:** Para checar se há vazamento entre o hidrômetro e a caixa d'água, abra o registro do hidrômetro e feche a boia da caixa até interromper o

fluxo de água. O hidrômetro deve ficar parado. Se nenhum ponteiro se movimentar, não tem vazamento;

- i. **Teste a caixa d'água:** Para verificar se há vazamento entre a caixa e as instalações internas do imóvel, feche a boia e marque o nível de água na caixa. Feche todas as torneiras e chuveiros e não use vasos sanitários durante 1 hora. Passado esse tempo, meça o nível de água na caixa. Se houver alteração, há vazamento.

2.4.3 Consumo de água nas áreas comuns de condomínios

Todos os condomínios têm margem para ganhos em relação ao consumo atual de água, os mais antigos por não terem à época a tecnologia nem a consciência sobre a necessidade de economizar água e os novos, que apesar de todas as novas tecnologias ainda são construídos em sua maioria nos preceitos de gasto mínimo de materiais e cada vez com maiores atrativos coletivos, como vestiários, sauna, hidromassagem, piscina etc.

A lavagem de calçadas, fachadas, garagens e a rega de jardins, são também atividades que demandam grande consumo de água nos condomínios residenciais. De acordo com o portal SINDICONET, a água é o segundo item que mais onera no valor que cada morador paga no condomínio mensal, representando aproximadamente 15% do total de despesas. O gráfico 3 mostra a distribuição dos principais gastos de um condomínio:



Gráfico 3 – Distribuição das despesas de um condomínio. Fonte: www.sindiconet.com.br (2013)

A instalação dos medidores individuais é favorável nesse sentido, pois os condôminos passam a perceber o quanto gastam individualmente, tendo assim uma melhor noção do desperdício de água. Quando se trata de prédios antigos, onde geralmente não há hidrômetros nem previsão para a possível instalação de tais equipamentos, uma das soluções para racionalizar o consumo de água é adotar ferramentas como arejador na ponta de cada torneira do condomínio. (SINDICONET). Daí a importância de controlar as principais rotinas de trabalho nas áreas comuns, que utilizam a água como principal matéria-prima.

2.4.4 Captação de água

A crise no abastecimento d'água e o aumento da demanda em alguns núcleos urbanos gera a necessidade de se buscar alternativas capazes de reverter o atual estado de uso irracional da água. Entre estas alternativas podem-se citar as “alternativas de gerenciamento da demanda” as quais englobam ações, medidas, práticas ou incentivos que contribuem para o uso eficiente da água pela sociedade, sem prejudicar os atributos de higiene e conforto dos sistemas originais (SILVA et al, 1999). O gerenciamento da demanda representa uma nova abordagem à tradicional prática da expansão contínua da oferta que busca o atendimento às demandas apenas através da construção de açudes, poços, transposição de vazões; práticas que têm se mostrado não sustentáveis nos aspectos financeiro, socioeconômico e ambiental (SILVA et al, 1999).

No planejamento da construção de reservatório para captação de água de chuva uma das variáveis que deve ser cuidadosamente analisada é a flutuação interanual da precipitação da bacia hidrográfica, onde o reservatório será construído.

Segundo Brito (2001) a construção de reservatórios para captação de água de chuva, em geral, é baseada na média histórica das precipitações pluviométricas que ocorrem na bacia hidrográfica, onde será construído o reservatório, e na estatística de extremos, ou seja, procura-se saber, além da média, qual é o período de retorno de uma determinada enchente. Entretanto, para regiões de grande variabilidade interanual e interdecadal das chuvas, como é o caso do Semiárido do Nordeste brasileiro, principalmente na sua porção norte, esta recomendação torna-se incompleta, uma vez que a mesma não prever períodos relativamente longos de escassez de precipitação e nem períodos em que a quantidade das chuvas é relativamente abundante. Nessas tendências, as águas pluviais são captadas e armazenadas para um posterior consumo de usos não nobres como rega de jardim, lavagens de carro, etc.

Sua captação pode ser realizada de diversas formas. O sistema de captação de água de chuva compõe-se por uma área de captação ou área de contribuição (telhado); subsistema de condução (calhas e dutos); dispositivo para desvio das primeiras chuvas (by-pass); reservatório (que pode ser uma cisterna); tratamento; meio elevatório (balde com corda, sarilho com manivela, bombas hidráulicas); e reservação – caixa d'água (COSTA et al., 2006). Segundo Campos (2004), a área de captação é aquela onde ocorre toda a coleta da água pluvial. É um ponto crítico para o dimensionamento correto do sistema, pois, a partir dele é que será determinada a água possível de ser captada e aproveitada.

2.5 Dimensionamento do reservatório para captação de água de chuva

O dimensionamento para o reservatório para captação das águas das chuvas será baseado no método de *Rippl* (TOMAZ, 2003). Para se utilizar o método de *Rippl* é necessário uma serie histórica de precipitações mensais, o mais longo possível. Em nosso caso as precipitações se transformam em vazões que se dirigem ao reservatório.

Para efeito de cálculo, o volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo que o precipitado. Para isto usa-se o coeficiente de runoff, que é o quociente entre a água que escoa superficialmente pelo total de água precipitada. Para telhas de cerâmicas o coeficiente de runoff varia de 0,80 a 0,90.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O município de Campina Grande, PB, localizado na região do semiárido do Nordeste brasileiro, está situado na mesorregião do Agreste Paraibano, no trecho mais alto das escarpas orientais do Planalto da Borborema (altitude média de 551 m); apresenta clima do tipo equatorial semiárido, com temperaturas médias em torno de 25°C e precipitação pluviométrica média anual de 730 mm. (IBGE, 2010)

De acordo com estimativas de 2010, sua população é de 385.276 habitantes, sendo a segunda cidade mais populosa da Paraíba, depois da capital, possuindo densidade demográfica de 594,18 hab/km², segundo dados apurados pelo IBGE (CENSO BRASIL, 2010). A cidade tem o segundo maior PIB entre os municípios paraibanos, representando 13,6% do total das riquezas produzidas na Paraíba. Nas figuras 3 e 4, apresenta-se em detalhes a distribuição territorial da cidade de Campina Grande, PB.

Figura 3 – Localização de Campina Grande na Paraíba.



Fonte: wikipedia.org (2013)

Figura 4 – Mapa dos bairros de Campina Grande.



Fonte: wikipedia.org (acessado em 15/04/2013)

3.1.1. Clima

O município está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca. Apesar disso, por estar acima de 500 metros de altitude acima do nível do mar, possui clima tropical de altitude. Por situar-se no agreste paraibano, entre o litoral e o sertão, possui um clima menos árido do que o predominante no interior do estado (clima tropical semiárido). Além disso, a altitude de 552 metros acima do nível do mar garante temperaturas mais amenas durante todo o ano. As temperaturas máximas são de 30 °C nos dias mais quentes de verão e 18 °C em dias de inverno. O comportamento climático para a cidade de Campina Grande é evidenciado na figura 3.

Através de informações coletadas no Laboratório de Meteorologia e Sensoriamento Remoto da Paraíba (LMSR-PB) identificou-se o histórico sobre a precipitação pluviométrica de Campina Grande no período de 1982 a 2012 em mm conforme dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Precipitação pluviométrica de Campina Grande em mm/mês. (1982-2012).

Ano	Precipitação (mm)	Ano	Precipitação (mm)
1982	697,6	1998	360,8
1983	476,1	1999	505,2
1984	763,4	2000	1.365,1
1985	1.169,9	2001	743,5
1986	1.199,6	2002	770,6
1987	591,4	2003	551,4
1988	757,5	2004	984,8
1989	809,0	2005	866,5
1990	721,1	2006	735,1
1991	577,2	2007	754,3
1992	981,9	2008	919,5
1993	404,9	2009	1.066,2
1994	1.040,5	2010	699,1
1995	646,6	2011	1.494,4
1996	817,0	2012	604,5
1997	681,4		
Média para todo o período (30 anos) = 798 mm			

Fonte: LMSR-PB.

3.1.2 Relevo

O município de Campina Grande está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta. A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. Nos Vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda Afloramentos de rochas.

3.2. Objeto de estudo

O Condomínio residencial Newton Rique foi construído pela CIPRESA Empreendimentos Ltda e inaugurado no final do mês de maio de 2010, em área nobre do bairro Sandra Cavalcante no município de Campina Grande/PB. Constituído por 104 apartamentos residenciais, distribuídos em 03 (três) blocos, sendo dois com 07 (sete) pavimentos e um com 05 (cinco) pavimentos, todos de uso multifamiliar. As dependências

tipo apartamento possuem sala de estar/jantar, circulação, quartos, banheiros copa/cozinha e área de serviço.

3.2.1. Sistema construtivo

A edificação foi executada sobre fundações diretas do tipo sapatas interligadas com vigas baltrames, possuindo alvenaria de vedação e elementos estruturais tais como: pilares, vigas cintas (para melhor distribuição das cargas de alvenaria), laje de piso e coberta, todas em conformidade com as normas da ABNT. Toda a fachada recebeu chapisco, emboço em camada única com argamassa pré-fabricada revestimento cerâmico esmaltado. As esquadrias são confeccionadas em alumínio anodizado natural com vidros de 3mm incolor, assentados sobre contra-marcos de alumínio natural, ou sistema M2000, conforme apresentamos na figura 5.

Figura 5 – Residencial Newton Rique.



3.2.2 Área privativa

O condomínio possui um total de 104 apartamentos distribuídos em 03 blocos (A, B e C). Os blocos A e B são subdivididos em 1A / 2A e 1B / 2B respectivamente, cada um

constituído por setores distintos. Cada unidade corresponde a uma área privativa de construção distribuída da seguinte forma:

Bloco A: possui sala de estar/jantar, 02 (dois) quartos sendo 01 (uma) suíte, circulação, banheiro social, cozinha, área de serviço e uma vaga de garagem. Neste bloco existem 32 unidades habitacionais sendo 16 no sub-bloco 1A 16 no sub-bloco 2A, com área privativa real variando de 62,37 m² a 65,52m², ver figura 6;

Figura 6 – Blocos 1A e 2A.



Bloco B: possui sala de estar/jantar, 03 (três) quartos sendo 01 (uma) suíte, circulação, banheiro social, cozinha, área de serviço, banheiro de serviço e uma vaga de garagem. Neste bloco existem 48 unidades habitacionais sendo 24 no sub-bloco 1B 24 no sub-bloco 2B, com área privativa real variando de 75,50 m² a 76,13m², conforme figura 7.

Figura 7 – Blocos 1B e 2B.



Bloco C: possui sala de estar/jantar, 03 (três) quartos sendo 01 (uma) suíte, circulação, banheiro social, cozinha, área de serviço, banheiro de serviço e uma vaga de garagem. Neste bloco existem 24 unidades habitacionais, com área privativa real variando de 83,81 m² a 84,88m², de acordo com a figura 8.

Figura 8 – Bloco C.



Em todos os blocos e sub-blocos, a área individual de garagem contempla 11,00 m² e não faz parte da metragem supracitada da área privativa.

3.2.3 Áreas comuns

O condomínio possui ainda as seguintes áreas comuns: Guaritas de segurança; Lixeira; Central de gás; Churrasqueira; Salão de festas; Salão de jogos; Elevadores; Hall; Escadarias; Quadra poliesportiva; Playground; Depósitos diversos; Praças; Jardins; Circulação para pedestres; Circulação para automóveis e Banheiros, como apresentados na figura 9.

Figura 9 – Área Comum.



3.2.4 Sistema de abastecimento de água

Cada um dos blocos e sub-blocos possui uma “casa de bombas” e 02 reservatórios de água, sendo um inferior e outro superior, também chamado de caixa d’água. Estes reservatórios são interligados e responsáveis pelo abastecimento individual dos seus respectivos blocos. Abaixo, descreve-se a capacidade de armazenamento de água em metros cúbicos de cada reservatório:

- Bloco A - Reservatório inferior: Capacidade de armazenagem de 31,0 m³;
- Bloco A - Reservatório superior: Capacidade de armazenagem de 27,0 m³;
- **Total Bloco A: 58,0 m³.**
- Bloco B - Reservatório inferior: Capacidade de armazenagem de 40,0 m³;
- Bloco B - Reservatório superior: Capacidade de armazenagem de 31,0 m³;
- **Total Bloco B 71,0 m³.**
- Bloco C - Reservatório inferior: Capacidade de armazenagem de 31,0 m³;
- Bloco C - Reservatório superior: Capacidade de armazenagem de 17,0 m³;
- **Total Bloco C 48,0 m³.**

3.3 Tipo de Pesquisa

Neste estudo, desenvolve-se uma pesquisa de caráter exploratório com o objetivo de analisar a participação das atividades que demandam a utilização da água de uso doméstico no consumo geral do condomínio residencial Newton Rique, visando à adoção de medidas que proporcionem a redução no consumo de água e, conseqüentemente nos custos finais. O delineamento experimental é do tipo levantamento por amostragem.

3.4 Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho serão utilizados os seguintes materiais: Questionários individuais, dados bibliográficos, suporte computacional e materiais fotográficos. Utilizar-se-á ainda uma série de dados meteorológicos diários e de precipitação pluvial da região, coletados através das Estações Meteorológicas Convencionais e automáticas, instaladas na cidade de Campina Grande-PB para a análise da capacidade de aproveitamento da captação da água da chuva.

3.5 Consumo de Água, Parte Externa, no Condomínio Newton Rique

As principais atividades e rotinas de trabalho que demandam o uso de água no condomínio objeto de estudo desta pesquisa são listados no Quadro 3

Quadro 3 – Principais rotinas de trabalho que demandam água no Condomínio Newton Rique.

ATIVIDADE	PERIODICIDADE	TEMPO DE EXECUÇÃO
LAVAGEM DA CALÇADA EXTERNA	01 vez por semana	60 minutos
ÁREA COMUM – Bloco A (1A e 2A)	01 vez por semana	150 minutos
ÁREA COMUM – Bloco B (1B e 2B)	01 vez por semana	150 minutos
ÁREA COMUM – Bloco C	01 vez por semana	120 minutos
ESCADAS – Bloco 1A	01 vez por mês	60 minutos
ESCADAS – Bloco 2A	01 vez por mês	60 minutos
ESCADAS – Bloco 1B	01 vez por mês	60 minutos
ESCADAS – Bloco 2B	01 vez por mês	60 minutos
ESCADAS – Bloco C	01 vez por mês	60 minutos
LIXEIRA	03 vezes por semana	45 minutos
IRRIGAÇÃO DO JARDIM	01 vez por dia (verão)	360 minutos

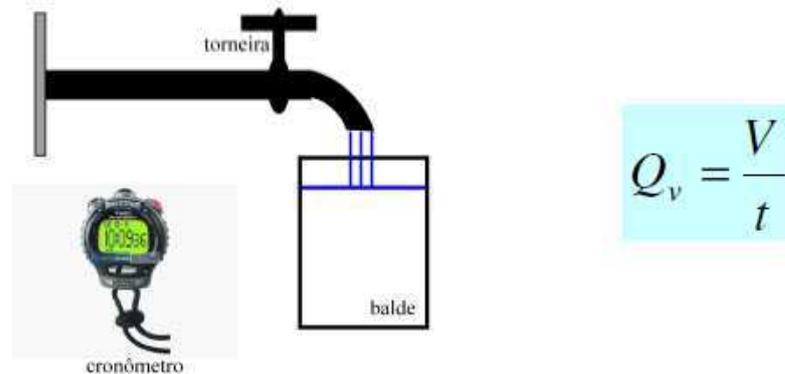
Fonte: Atitude Administradora de Condomínios (2012).

3.6 Dimensionamento da Vazão Volumétrica no Condomínio

Ribeiro (1997) considera que a quantidade de fluido que escoar em um determinado elemento condutor por unidade de tempo é a vazão. Para ele, existem dois tipos de vazão, a vazão volumétrica e a vazão mássica. A vazão volumétrica é igual ao produto da velocidade do fluido pela área da seção transversal da tubulação. A vazão mássica é igual ao produto da vazão volumétrica pela densidade do fluido. A partir da vazão volumétrica ou mássica pode obter-se a sua totalização, através da integral da vazão instantânea.

Para o dimensionamento da vazão dos elementos condutores no condomínio, realizou-se o cálculo através do método convencional, abrindo a torneira para encher um recipiente de 01 litro e, ao mesmo tempo, acionando um cronômetro para medir o tempo em que o recipiente ficou totalmente cheio. Realizou-se esta operação em todas as torneiras da área comum do condomínio que são utilizadas para realizarem as atividades que demandam o consumo d'água, conforme a figura 10 e tabela 3: Este levantamento foi realizado em 03 momentos durante 01 dia e o tempo em segundos apresentado refere-se à média simples referente às três medições.

Figura 10 – Esboço do dimensionamento para o cálculo da vazão.



Fonte: www.ana.gov.br (acessado em 12/03/2013).

Em que: Q_v = vazão volumétrica, l/s; V = volume, l; t = tempo, s.

Tabela 3 – Cálculo da Vazão média dos elementos condutores de água no condomínio.

Elementos condutores	Recipiente	Tempo em segundos
Torneira 01		22
Torneira 02		19
Torneira 03	01 Litro	21
Torneira 04		21
Torneira 05		18
VAZÃO – Q_v (Média Simples)		0,05 l/s

Fonte: A autora.

3.7 Cálculo da Vazão Média Potencialmente Captada

Para cálculo do volume anual médio potencialmente a ser captado, através do telhado de cada bloco do condomínio, utilizou-se a média pluviométrica anual da cidade de Campina Grande que é 798,0 mm e a área total de contribuição de cada bloco do condomínio, cujos valores são apresentados no Quadro 4.

Tabela 4 – Vazão média anual potencialmente captável no condomínio Newton Rique em função da área do telhado e intensidade de precipitação média

Edificação	Área do telhado de cada bloco do condomínio (A) (m ²)	Intensidade Precipitação média (I) (mm/ano)	Vazão média $Q = (I \times A)/1000$ (m ³ /ano)
Bloco 1 A	212,0		169,20
Bloco 2 A	212,0		169,20
Bloco 1 B	260,0	798,0	207,50
Bloco 2 B	260,0		207,50
Bloco C	294,		234,60
Todos	1238		998

Fonte: A autora.

Figura 11 – Medidores individuais de consumo de água.



3.8. Variáveis a Serem Validadas

3.8.1 Demanda de água para consumo humano

A demanda de água para consumo humano será determinada através de uma amostra do consumo médio mensal de 20,0% dos apartamentos do condomínio, ponderado de acordo com o número de pessoas residentes.

3.8.2 Atividades externas que demandam o uso de água no condomínio

3.8.2.1. Quantidade de meses onde se irriga o jardim

Para se identificar os meses onde é necessário irrigar o jardim do condomínio foi realizado um balanço hídrico climatológico simplificado. O Balanço Hídrico Climatológico simplificado foi determinado a partir da proposta de Thornthwaite e Mather (1955). Detalhes acerca destes procedimentos podem ser obtidos em Pereira et al. (2002). O período de dados trabalhados para a cidade de Campina Grande foi de 1982 a 2004, As coordenadas da localidade estudada são: Campina Grande, PB: Latitude de 7° 15' 18"S, Longitude de 35° 55' 28"W e, Altitude de 512 m acima do nível médio do mar.

3.8.2.2 Volume de água necessária para atender as demandas externas

O cálculo médio do consumo de água por atividades será computado somando-se o consumo de água em cada atividade realizada no condomínio.

3.8.3. Dimensionamento do reservatório para captação da água da chuva

Nem sempre há chuva suficiente para atender toda demanda e nem sempre será possível armazenar toda chuva precipitada (por questões físicas e econômicas). O dimensionamento do reservatório deve ter como base, entre outros, os seguintes critérios: custos totais de implantação, demanda de água, disponibilidade hídrica (regime pluviométrico) e confiabilidade requerida para o sistema.

O dimensionamento da capacidade do reservatório de água para as demanda externas será determinado em função das precipitações medias mensais da cidade de Campina Grande. Serão utilizadas as médias mensais dos últimos 20 anos fornecidos pela estação meteorológica da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, e disponíveis no site da Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Para dimensionamento do reservatório utilizou-se dos seguintes métodos apresentados na NBR 15527 (2007): Rippl; Azevedo Neto; Pratico alemão; Pratico inglês.

Em função da proximidade e visando economia de material utilizou-se para dimensionamento do reservatório de captação da agua pluvial a soma das áreas dos telhados dos Blocos A + B (A1, A2, B1, B2) totalizando 944 m².

3.8.3.1. Método de Rippl

Neste método, o volume de água que escoa pela superfície de captação é subtraído da demanda de água pluvial em um mesmo intervalo de tempo. A máxima diferença acumulada positiva é o volume do reservatório para 100% de confiança. (SCHILLER; LATHAN, 1982). É um método de cálculo de volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão regularizada constante durante o período mais crítico de estiagem observado.

O dimensionamento por esse método inicia-se pelos cálculos do volume de água pluvial no reservatório no tempo t e do volume de água pluvial no tempo t, expressos pelas Equações 1 e 2 respectivamente.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad \text{eq. 1}$$

$$Q_{(t)} = C \times P \times A \quad \text{eq.2}$$

Em que:

- $S_{(t)}$ é o volume de água pluvial no reservatório no tempo t (L); $D_{(t)}$ é a demanda ou consumo de água pluvial no tempo t (L); $Q_{(t)}$ é o volume de água pluvial no tempo t (L);
- C é o coeficiente de escoamento superficial (adotado como 0,90, segundo recomendações da NBR 15527 (ABNT, 2007)); P é a precipitação média no tempo t (mm);
- A é a área de captação em projeção no terreno (m²).

A capacidade do reservatório de água pluvial é calculada por meio da Equação 3, mostrada abaixo.

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

Em que V é o volume do reservatório (L), sendo $\sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$.

Na tabela 5 é apresentado um modelo de cálculo de dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl adaptado de Thomaz (2003), para demanda variável, sendo usadas as chuvas médias mensais do município de Campina Grande, local do empreendimento em estudo.

Tabela 5 – Dados para diagrama de Rippl para uma demanda variável, com dados pluviométricos da cidade de Campina Grande.

Meses	Prec. (mm)	Demanda Variável (m ³)	Área de Captação (m ²)	Vol. Mensal de chuva (C=0,9) (m ³)	Diferença Entre Vol. De Demanda e Vol. de chuva (m ³)	Valor acumulado (m ³)
Col.1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7
Jan.						
Fev.						
Mar.						
.						
.						
Dez.						
Total						

Legenda da tabela:

- Coluna 1 – É o período de tempo que vai de Janeiro a Dezembro.
- Coluna 2 – Precipitação média mensal de Janeiro a Dezembro, em milímetros, do município de Campina Grande.
- Coluna 3 – Demanda mensais, em m³, imposta de acordo com as necessidades.
- Coluna 4 – Área de captação do bloco do condomínio, em m².
- Coluna 5 – Nesta coluna estão os volumes mensais disponíveis da água de chuva. É obtido multiplicando-se a coluna 2 pela coluna 4 e pelo coeficiente de Runoff de

0,90 em seguida, dividi-se por 1000, para que o resultado seja transformado 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 coluna 3 menos a 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 encontram-se as diferenças acumuladas da coluna 6, considerando somente os valores positivos. Para preencher esta coluna, foi admitida a hipótese inicial de que o reservatório estaria cheio.

3.8.3.2. Método Prático Brasileiro ou Método Azevedo Neto

O método Prático Brasileiro é o primeiro método empírico apresentado na NBR 15527 (ABNT, 2007). O volume do reservatório de água pluvial é calculado por meio da equação 4.

$$V=0,042 \times P \times A \times T \quad \text{eq. 4}$$

Em que:

- V é o volume de água no reservatório, ou o volume do reservatório de água pluvial (L);
- P é a precipitação média anual (mm);
- A é a área de captação em projeção no terreno (m²);
- T é o número de meses de pouca chuva ou seca.

Neste trabalho, os meses que possuem uma precipitação igual ou inferior a 80% da precipitação média mensal foram considerados meses de pouca chuva, totalizando 5 meses.

3.8.3.3. Método prático alemão

Neste método, o volume do reservatório de água pluvial será, simplesmente, o menor valor entre 6% do volume de água pluvial anual e 6% da demanda anual de água não potável através da equação 5.

$$V_{\text{adotado}} = \text{mínimo} (V \times 0,06; D \times 0,06) \quad \text{eq. 5}$$

Em que:

- V é o volume de água de pluvial anual (L);
- D é a demanda anual da água não potável (L);
- V_{adotado} é o volume do reservatório (L).

O volume de água pluvial anual pelo método Prático Alemão é calculado pela equação 6.

$$Q_{(t)} = C \times P \times A \quad \text{eq.6}$$

As demandas anuais de água não potável foram obtidas através dos somatórios dos valores de demanda de água pluvial mensais

3.8.3.4. Método Prático Inglês

Para o dimensionamento do reservatório de água pluvial pelo método Prático Inglês, segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007), deve-se utilizar a equação 7.

$$V = 0,05 \times P \times A \quad \text{eq. 7}$$

Em que:

- V é o volume de água pluvial, ou o volume do reservatório de água pluvial (L);
- P é a precipitação média anual (mm);
- A é a área de captação em projeção no terreno (m^2).

3.8.4 Estimativa ou avaliação do impacto de redução do consumo de água

A estimativa do impacto de redução do consumo de água com a construção do reservatório de captação de água de chuva irá mostrar o comportamento do consumo antes e após a utilização da água armazenada. Na avaliação é fundamental considerar o indicador de consumo. O impacto de redução do consumo é calculado conforme a equação 8:

$$IR = ((ICAP - ICDP) / ICAP) \times 100 \quad \text{eq.8}$$

Em que:

- **IR** = impacto de redução do consumo de água por agente consumidor, %;
- **ICAP** = indicador de consumo antes das intervenções, m^3 ;

- **ICDP** = indicador de consumo depois das intervenções, m³.

O estudo de viabilidade econômica de projetos de investimentos trata da utilização dos diversos índices ou indicadores econômicos que são parâmetros quantitativos que permitem ao decisor aceitar ou rejeitar propostas de investimentos. Nessa pesquisa se utilizou do período Payback.

O Período Payback ou tempo de retorno de capital é um critério de liquidez, e diz respeito ao tempo necessário para que o investimento efetuado seja totalmente recuperado com receitas líquidas do projeto. O cálculo do Período Payback Simples (PPS) é definido pela equação 9 a seguir:

$$\text{PPS} = (\text{Capital de investimento} / \text{Fluxo de caixa por unidade de tempo}) \quad \text{eq.9}$$

No caso em análise o capital de investimento corresponde ao capital aplicado na construção do reservatório e na sua manutenção. Para o cálculo da economia do consumo de água foram considerados os valores aplicados pela CAGEPA em vigência no ano de 2012 para a categoria tarifa normal. Esses valores estão reproduzidos na tabela 6.

Tabela 6. Valores da conta de água, tarifa normal, fornecidos pela CAGEPA.

Faixas de Consumos	Categoria Residencial (Tarifa Normal)		
	Água (R\$) (A)	Esgoto (R\$) (E)	A + E (R\$)
Até 10 m ³	22,54	18,03	40,57
11 à 20 m ³ (p/m ³)	2,91	2,33	5,24
21 à 30 m ³ (p/m ³)	3,84	3,46	7,30
Acima de 30 m ³ (p/m ³)	5,21	5,21	10,42

Fonte: CAGEPA (2012).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Indicadores de Consumo de Água no Condomínio

Na gráfico 4 encontra-se os valores encontrados do consumo de água mensal do condomínio ao longo do período estudado (agosto 2012 a julho 2013). O maior consumo mensais de água ocorreu no mês de Junho 9,8 m³. Nesse mês é realizada a tradicional festa junina que traz parentes e visitas para os apartamentos do condomínio. Por outro lado o mês de menor consumo médio de água é o mês de janeiro (6,5 m³) onde muito dos condomios se deslocam para o litoral do estado ficando o apartamento vazio.

A média de consumo de água dos dose meses observados foi de 8,53m³, dentro da faixa de tarifa mínima (consumo de água ≤ 10 m³) cobrada pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA . Esse valor é menor do que o valor médio (14m³) encontrado por Silva (2010) quando avaliou o consumo médio de água em quinze prédios populares situados na cidade de salvador, BA.

Os valores de consumo de água médio mensal e diária, bem como o consumo de água diário por metro quadrado de construção são apresentados no gráfico 5. O maior consumo de água médio mensal por pessoa foi no bloco B (B1 e B2), cujo valor foi de 4,9 m³/mês e o menor foi no bloco C (3,7 m³/mês). Considerando todos os blocos o valor médio de consumo mensal foi de 3,86 m³/mês. Em termos de consumo de água diário por pessoa o comportamento de consumo por bloco foi o mesmo do consumo mensal. O maior consumo de água médio diário por pessoa foi no bloco B (B1 e B2), cujo valor foi de 0,14 m³/dia ou 140 l/dia e o menor foi no bloco C (0,12m³/mês ou 120 l/dia). Considerando todos os blocos o valor médio de consumo de água diário foi de 0,13m³/mês ou 130 l/dia.

Os valores de consumo médio diária de água por m² de área construída, segue a mesma tendencia do consumo médio diário por pessoa. Assim o maior consumo de água médio diário por m² de área construída foi no bloco B (B1 e B2), cujo valor foi de 0,13 m³/dia e o menor foi no bloco C (0,11 m³/dia). Considerando todos os blocos o valor médio de consumo mensal foi de 0,12 m³/dia (gráfico 5)

Segundo o SNIS (2011) O consumo médio de água no país no ano de 2011 foi de 162,6 litros por habitante ao dia, um pequeno incremento de 2,3% em relação a 2010, quando o valor foi de 159,0. Os consumos de 2011 tiveram variações regionais que foram de 120,6 no Nordeste a 189,7 no Sudeste. Na Paraíba a cidade de Campina Grande teve no ano de 2011

um consumo médio por pessoa de 120 l/dia, enquanto que o menor valor encontrado no estado foi de 61 l/dia por pessoa na cidade de São José dos Ramos (SNIS, 2011). Portanto os valores encontrados no condomínio Newton Rique estão coerentes com os valores encontrados na cidade e no Nordeste.

Gráfico 4. Consumo médio mensal de água no condomínio Newton Rique, no período de julho de 2012 a agosto 2013

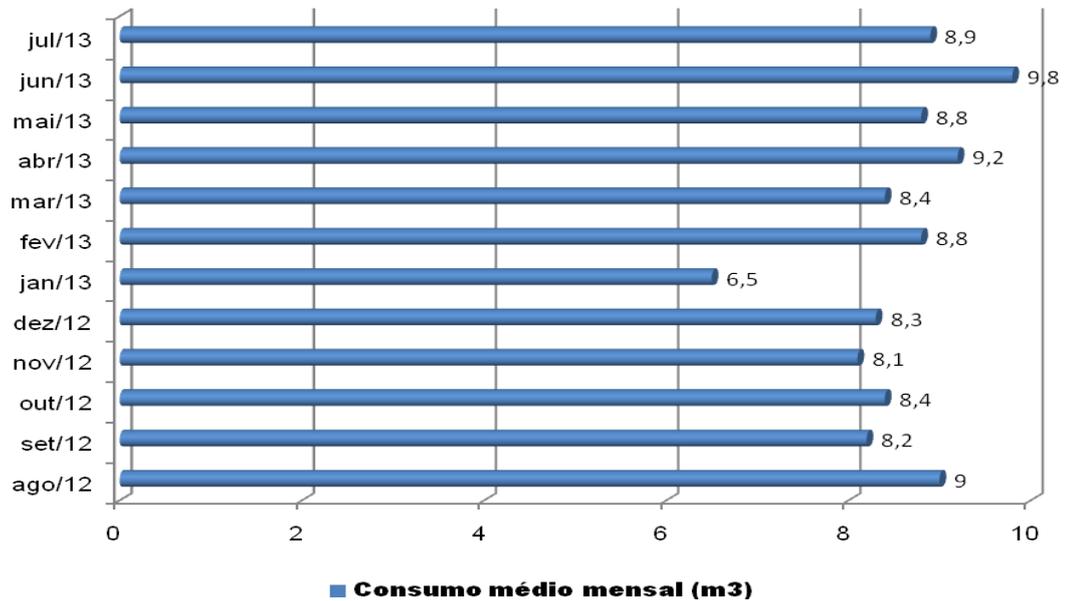
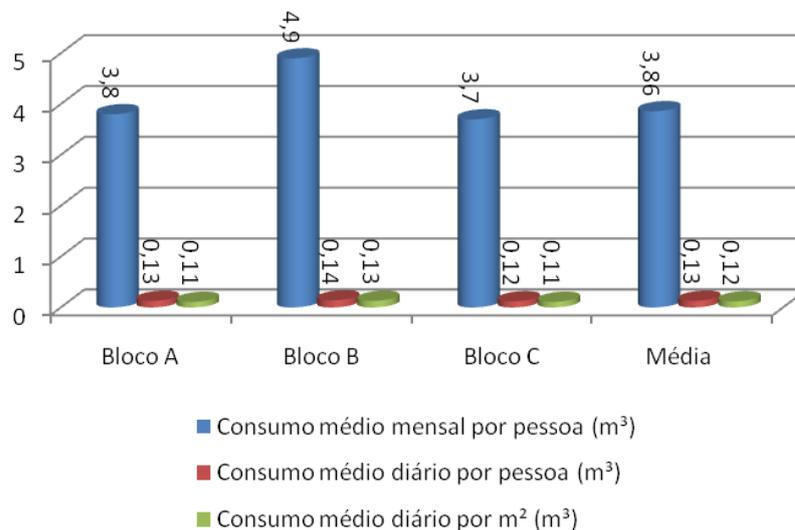


Gráfico 5. Consumo de água por pessoa, mensal e diário e consumo diário por metro quadrado construído no condomínio Newton Rique, no período de julho de 2012 a agosto 2013



4.2. Atividades externas que demandam o uso de água no condomínio

4.2.1. Quantidade de meses onde se irriga o jardim

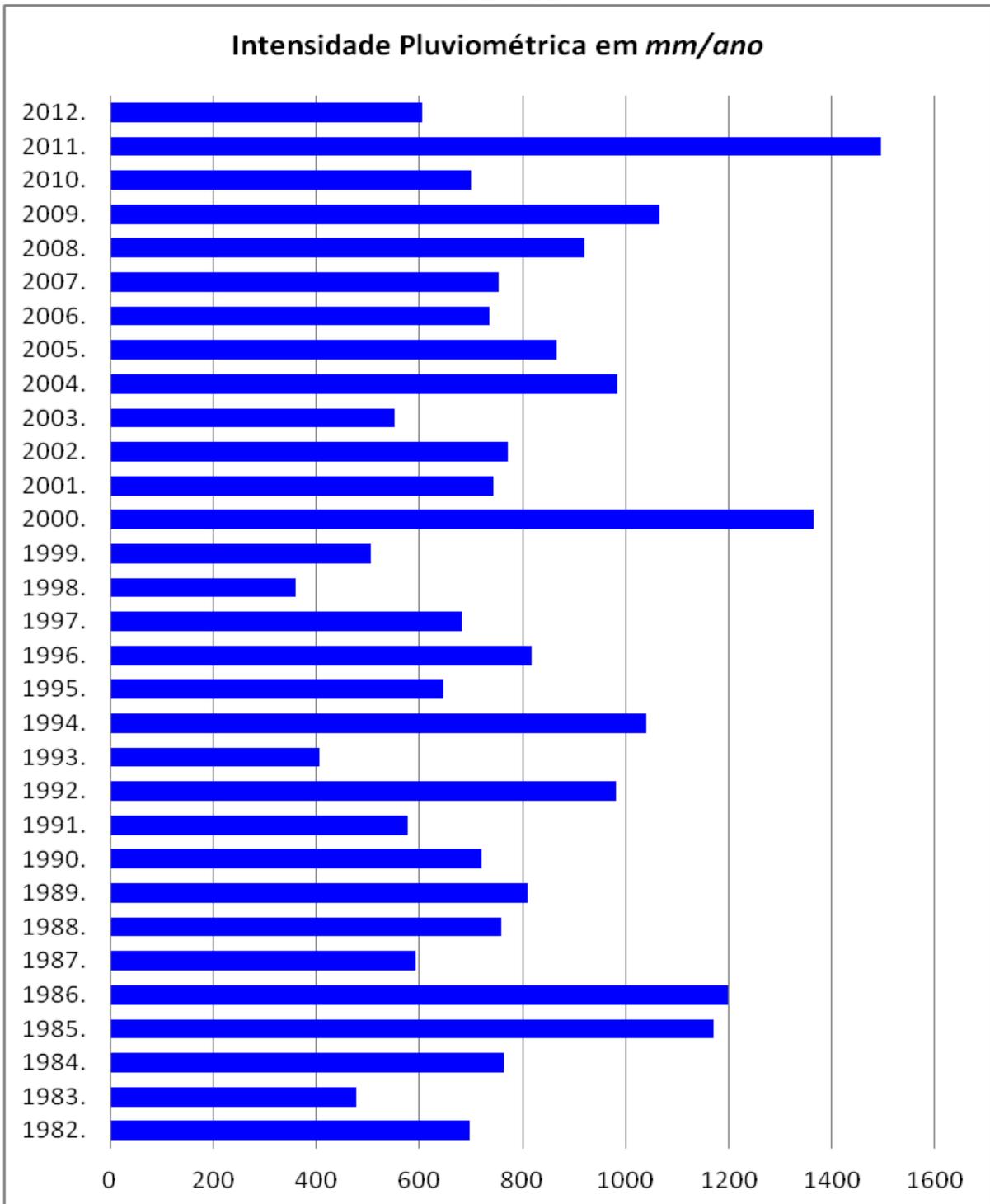
Através de informações coletadas no Laboratório de Meteorologia e Sensoriamento Remoto da Paraíba-LMSR identificou-se o histórico sobre a precipitação pluviométrica média mensal de Campina Grande no período de 1982 a 2012 em mm/mês, conforme dados apresentados no gráfico 6. Nos últimos anos, percebe-se que a intensidade pluviométrica da cidade vem crescendo em relação à década de 90, todavia, o ano de 2012 teve uma das menores intensidades pluviométricas dos últimos 10 anos.

Sousa Junior (2006) afirma ser o comportamento estacionário da precipitação pluviométrica de Campina Grande ao longo do período estudado (1963-2004) com média e desvio padrão de $794,2 \pm 211,1$ mm. Além disso, a variabilidade intra-anual da precipitação apresenta tendência levemente crescente ao longo do período de estudo. Por outro lado, Elagib & Mansell (2000), analisando a variabilidade intra-anual da temperatura do ar no Sudão, encontraram CV variando entre 10 a 25%. Ainda com base nesse estudo eles observaram alta variabilidade durante a estação quente e baixa variabilidade no período quente. Os resultados encontrados no presente estudo, quando comparados com outras pesquisas realizadas para outras áridas e semiáridas do mundo, sugerem que a variabilidade da precipitação pluviométrica em Campina Grande é bastante alta.

Em Campina Grande, os meses com menos dias de chuva são oriundos dos primeiros e últimos meses do ano, enquanto que o oposto é verificado em torno dos meses de Junho e julho. Consequentemente, a variabilidade é inversamente proporcional ao total de chuvas (os maiores CV são observados no início e no fim de ano e os menores por volta do mês de Junho e julho).

No gráfico 7, encontra-se a média mensal da precipitação pluviométrica de Campina Grande e a evapotranspiração de referência. Pode-se perceber que o período de maior precipitação pluviométrica está compreendido entre os meses de março a julho, com maior ênfase nos dois últimos meses, enquanto que a maior ETo foi encontrado no mês de Janeiro. Desta forma, é importante que a implantação de um sistema de captação de águas das chuvas inicie sua operação a partir do mês de fevereiro, pois assim, já no seu primeiro ano de funcionamento poderá captar uma boa quantidade de águas.

Gráfico 6 – Gráfico da precipitação pluviométrica média anual em Campina Grande/PB.



Fonte: AESA/PB.

Tabela 7 – Média mensal dos últimos 30 anos da precipitação pluviométrica da cidade de Campina Grande e a evapotranspiração de referencia ETo.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prec.(mm)	37,4	72,2	100,8	118,5	92,6	113,2	118,4	69,4	30,7	12,0	15,1	17,8
ETo(mm)	111	97,6	97,5	88,5	80,6	71,3	76,1	83,6	87,2	93,7	3,1	98,3

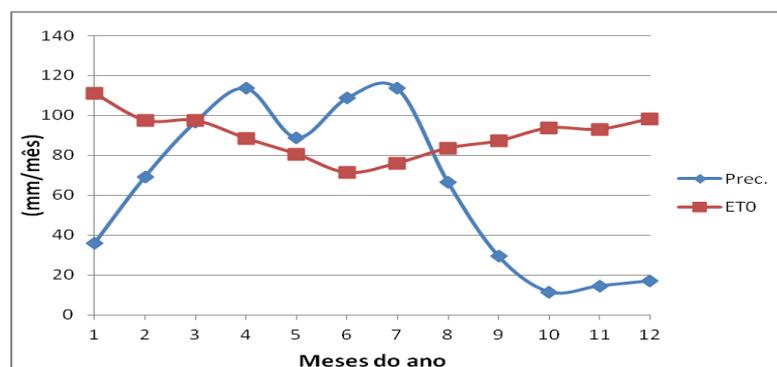
Fonte: ETo Henrique (2006).

Já na Tabela 7, tem-se a relação entre a precipitação pluviométrica da cidade de Campina Grande comparada com a sua média mensal de Evapotranspiração. A partir destes dados, pode-se perceber que quanto maior a precipitação pluviométrica, menor será a Evapotranspiração na região, sendo esta mais acentuada nos meses em que o calor é mais intenso.

Conforme metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), a Figura 17 representa o balanço hídrico climatológico simplificado para a localidade de Campina Grande, interior do estado da Paraíba. O que se observa é um período seco se estendendo de setembro a fevereiro com uma deficiência anual de 420,9 mm. Os estudos Bioclimáticos devem, portanto, considerar em suas análises as especificidades do clima de cada região apresentando assim um quadro mais real das relações entre os seres vivos e os elementos do Clima.

Galvani (2008) ao aplicar a metodologia de Gaussen (Bagnouls, Gaussen, 1962) e do Balanço Hídrico Climatológico (Thornthwaite, Mather, 1955) à localidades do Brasil (São Paulo e Piracicaba, SP) e Paris, diz que a metodologia de Gaussen responde melhor na classificação de períodos do ano de pluviometria mais elevada que aqueles de pluviometria mais reduzidos ou próximos do limite numérico da classificação proposta pelos autores.

Gráfico 7 – Balanço hídrico simplificado da precipitação (Prec) média mensal e evapotranspiração de referencia média mensal (ETo) para o município de Campina Grande.



Fonte: A Autora.

A partir da vazão média dos elementos condutores de água no condomínio observado na tabela 3 (0,05 l/s) e dos tempos de execução de cada atividade que demanda o consumo de água no condomínio, determinou-se aos dados da tabela 8 que demonstra o consumo médio de água na realização de cada atividade no condomínio e também o consumo médio mensal por atividade realizada no condomínio.

Observa-se na tabela 8 que o maior consumo de água no condomínio é com a irrigação do jardim nos meses considerados secos. Assim conforme os costumes já adotados no condomínio e também em função do balanço hídrico simplificado da precipitação do gráfico 7, o jardim é irrigado no período de setembro a fevereiro. Portanto de março a agosto o consumo de água mensal externo do condomínio é de 14.700 litros, já no período de setembro a fevereiro o consumo de água mensal externo do condomínio é de 47.160 litros.

Tabela 8 – Atividades externas que demandam o uso de água no condomínio.

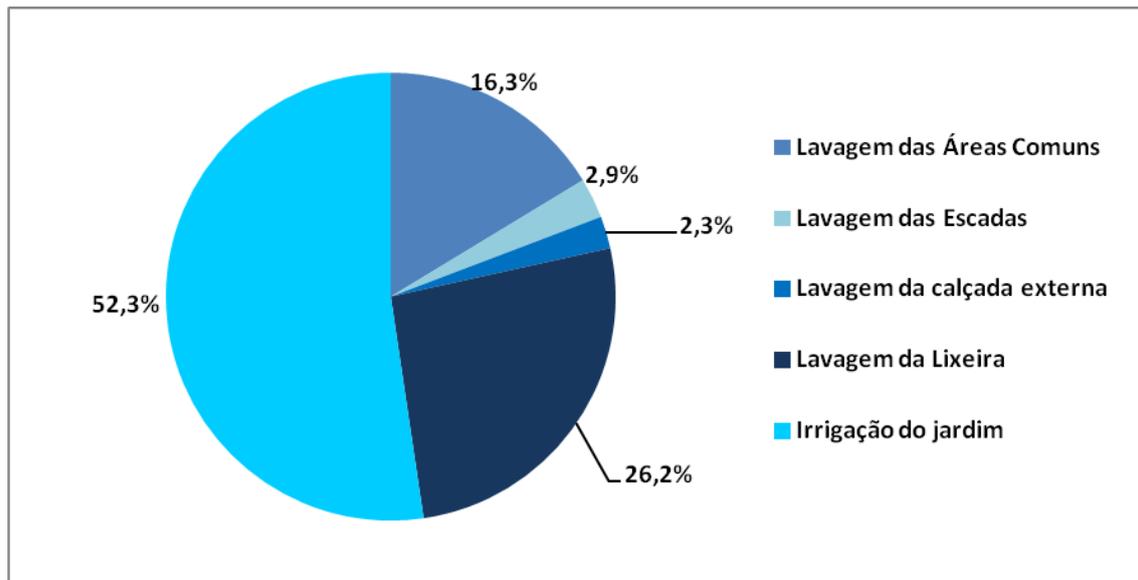
Atividade e periodicidade	Tempo (s)	Volume de água por evento (l)	Consumo mensal (l/mês)
Lavagem de 12 Lixeiras do Bloco A1 e Bloco A2, 03 vezes por semana	5400	270	3.240
Lavagem de 12 Lixeiras do Bloco B1 e Bloco B2, 03 vezes por semana	5400	270	3.240
Lavagem de 06 Lixeiras do Bloco C, 03 vezes por semana	2700	135	1.620
Lavagem de Escadas do Bloco A1 e Bloco A2, 01 vez por mês	7200	360	360
Lavagem de Escadas do Bloco B1 e Bloco B2, 01 vez por mês	7200	360	360
Lavagem de Escadas do Bloco C, 01 vez por mês	3600	180	180
Lavagem de Área comum do Bloco A1 e Bloco A2, 01 vez por semana	9000	450	1.800
Lavagem de Área comum do Bloco B1 e Bloco B2, 01 vez por semana	9000	450	1.800
Lavagem de Área comum do Bloco C, 01 vez por semana	7200	360	1.440
Lavagem da calçada externa, 01 vez por semana	3600	180	720
Irrigação do jardim do condomínio, 01 vez por dia	21600	1080	32.400
Volume necessário nos meses sem irrigação do jardim			14.760
Volume necessário nos meses com irrigação do jardim			47.160

Fonte: A autora.

De acordo com a administração do condomínio, estas atividades representam cerca de 95,0% do consumo de água nas áreas comuns do condomínio, totalizando um consumo médio mensal de 30.960 litros de água equivalente a cerca de 372m³ anuais.

No gráfico 8 observa-se o percentual de consumo de água das atividades externas que demandam o uso de água no condomínio. A maior demanda de água externa ocorre na irrigação do jardim com 52,3% e o menor na lavagem da calçada externa com 2,3%.

Gráfico 8 – Participação no consumo de água das principais atividades do condomínio.



Fonte: A autora.

Diante das informações apresentadas através do gráfico 8, percebe-se que quase 80% do consumo de água nas atividades do condomínio estão concentrados em 02 atividades – Irrigação dos jardins e Lavagem das lixeiras – o que possibilita uma maior probabilidade de ganho da redução do consumo de água a partir da aplicação de medidas educativas que permitam um melhoramento na realização de cada uma destas atividades.

4.3 Dimensionamento do reservatório para captação da água da chuva

Na tabela 9 é apresentado o dimensionamento do reservatório de captação de água pelo método de Rippl para uma demanda mensal variável. Foram utilizadas as precipitações média mensal da cidade de Campina Grande para uma área de captação de água de chuva de 944 m² referente aos blocos 1B, 2B, 1A, 2A.

Tabela 9 – Dados para diagrama de Rippl para uma demanda variável, com dados pluviométricos da cidade de Campina Grande.

Meses	Prec. (mm)	Demanda Variável (m ³)	Área de Captação (m ²)	Vol. Mensal de chuva (C=0,9) (m ³)	Demanda Var. menos Vol. mensal (m ³)	Valor acumulado (m ³)
Col.1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6 = (3-5)	Col. 7
Jan.	37,41	47,16	944,00	31,79	15,37	15,37
Fev.	72,18	47,16	944,00	61,32	-14,16	
Mar.	100,83	14,76	944,00	85,67	-70,91	
Abr.	118,49	14,76	944,00	100,67	-85,91	
Mai.	92,57	14,76	944,00	78,65	-63,89	
Jun.	113,24	14,76	944,00	96,21	-81,45	
Jul.	118,35	14,76	944,00	100,55	-85,79	
Ago.	69,41	14,76	944,00	58,97	-44,21	
Set.	30,70	47,16	944,00	26,08	21,08	36,45
Out.	12,00	47,16	944,00	10,20	36,96	73,41
Nov.	15,06	47,16	944,00	12,80	34,36	107,78
Dez.	17,75	47,16	944,00	15,08	32,08	139,86
Total	798,00	371,52		677,98		

Fonte: A autora.

Não foram computados os valores negativos, pois correspondem a meses em que há excesso de água (volume disponível superando a demanda). O volume máximo obtido na coluna 7 pelo Método de Rippl é de 139,86 m³. Portanto o reservatório para regularizar a demanda variável, deverá ser aproximado para 140,0 m³.

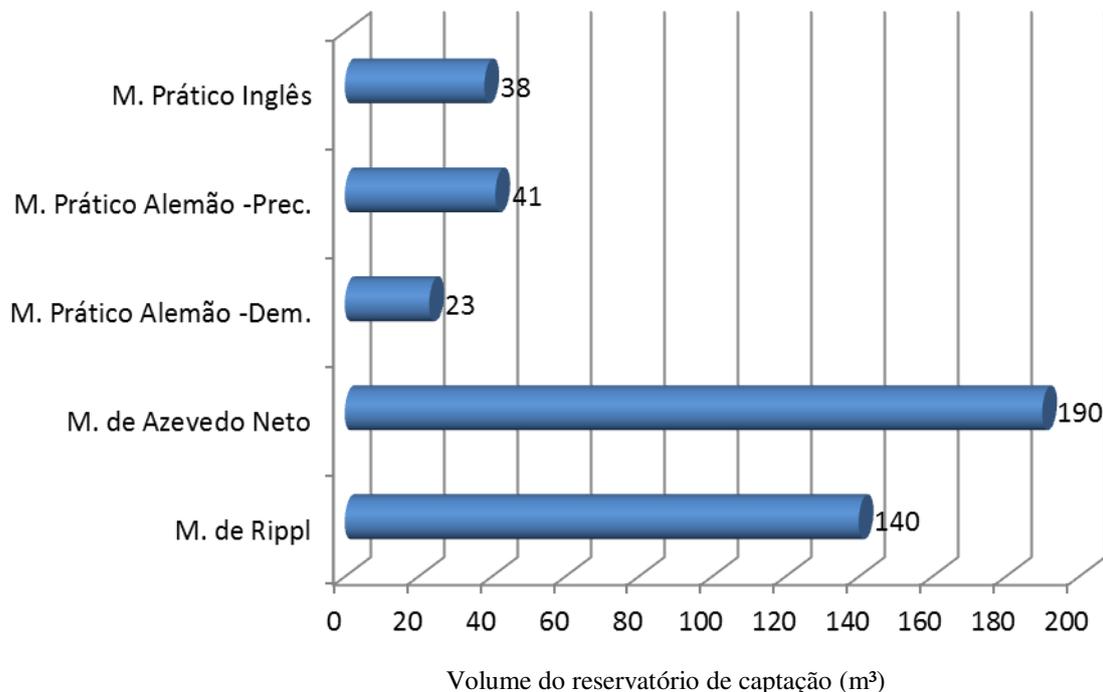
Os Benefícios de captação de água de chuva também foram evidenciados por Silva et. al. (2012), onde verificam que os 100 maiores telhados de Campina Grande tem a capacidade de captar 230.326,4 m³/ano. Como o consumo total de água pela população é 14.060.274 m³/ano aqueles telhados, recolhem cerca de 2% da água consumida. Permitindo um desenvolvimento ecológico na sociedade. O volume de água captado pelo telhado é de grande importância para condomínio Newton Rique, para sociedade e para o meio ambiente. Nas edificações a alternativa de captar água das chuvas em áreas urbanas traz benefícios; captar e armazenar água são opções de aumento direto de oferta de água.

LIMA et al. (2011) avaliaram o potencial da economia de água potável para o setor residencial em 40 cidades da região da Amazônia Ocidental, pelo uso de água pluvial captada em telhado. A média do potencial de economia de água potável estimado para as 40 cidades é de 76%, variando entre 21 e 100%, dependendo essencialmente do consumo e da área total do telhado. Devido à região Amazônica possuir duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca, verificou-se que, na chuvosa, o potencial de aproveitamento alcança 100%. No

entanto, na estação seca, com meses sem precipitação, o aproveitamento de água pluvial ainda é bastante baixo. Semelhante comportamento ocorre na maioria dos condomínios de Campina Grande, tal como ocorre no condomínio Newton Rique.

No gráfico 9 observam-se os valores determinados de volume do reservatório de captação de água de chuva a ser construído no condomínio Newton Rique por diversos métodos: métodos de Rippl, método prático brasileiro (método de Azevedo Neto), método prático Alemão (em função da precipitação captada e em função da demanda anual), método prático Inglês. Considerando os dados de balanço de volume de água entre as demandas e o volume coletado no telhado do condomínio, os métodos práticos, Alemão e Inglês, subestimam o volume do reservatório a ser construído no condomínio. Pode-se optar pelo método de Rippl ou mesmo o método prático Brasileiro desenvolvido por Azevedo Neto. Por decisão econômica escolheu-se o volume do reservatório pelo método de Rippl.

Gráfico 9. Volume do reservatório de captação de água de chuva a ser construído no condomínio Newton Rique por diversos métodos.



O cuidado com o dimensionamento correto do reservatório de captação de água foi evidenciado por Galvêncio et al. (2005), onde observaram que em anos com precipitação normal, os municípios localizados no oeste de Pernambuco apresentam chuva variando de 400 a 600 mm, e que as áreas de captação das cisternas deverão ser dimensionadas em função

da variabilidade do total de precipitação média que ocorre em cada microrregião. A padronização de um mesmo tamanho de área de captação para todo o estado poderá incorrer em erros e algumas cisternas poderão não encher. Considerar esses parâmetros é de grande importância e permite garantir a disponibilidade de água para as famílias beneficiadas.

O cuidado com o uso racional da água também foi evidenciado na pesquisa de Costa et al (2006) que apresentam um estudo de caso do consumo de água em condomínio horizontal na cidade de João Pessoa, propondo o dimensionamento de um reservatório único para o condomínio em estudo, para usos não-potáveis, tais como jardinagens, lavagem de carros, etc. Assim, o sistema foi baseado na captação de água de chuva de 22 casas, com área de cobertura para captação de 50 m², totalizando uma área de captação de 1.100 m². O volume encontrado para o dimensionamento do reservatório destinado à captação de água de chuva foi viável para atender os condomínios no período indicado.

4.4 Estimativa ou Avaliação do Impacto de Redução do Consumo de Água

Considerando que o consumo médio no condomínio no período estudado foi de 8,53 m³ por apartamento e que em média os condôminos pagam o equivalente a 3 m³ de água para uso externo, a estimativa do impacto de redução (IR) do consumo de água com a construção do reservatório de captação de água de será de 30,6%, conforme a dedução: $IR = ((8,53 + 3) - 8,5) / (8,53 + 3) \times 100 = 30,6\%$

Para o cálculo do Período Payback Simples (PPS) buscou-se no mercado, a partir do volume de água preestabelecido para captação da água de chuva no condomínio (140m³), um levantamento do investimento necessário para aquisição e implantação deste sistema. Os dados referentes a uma média simples coletada através das informações enviadas por 03 (três) empresas especializadas na implantação deste sistema foram: investimento em equipamentos R\$ 2.000,00 e investimento na construção do reservatório foi de R\$ 28.000,00, totalizando R\$ 30.000,00.

A economia no valor pago pela água usada na área externa varia com o mês do ano. Assim nos meses onde não faz irrigação do jardim, os condôminos pagam o equivalente a 3m^3 de água, que já vem inserido na conta da tarifa da CAGEPA. Considerando os valores de tarifa da CAGEPA (2012), tabela 3.5 e que são 104 apartamentos nos meses onde se faz irrigação do jardim temos: $104 \times 3 \times 5,24 = \text{R\$ } 1.634,88$; em seis meses somam $\text{R\$ } 9.809,28$. Com a construção do reservatório pode-se economizar por ano $\text{R\$ } 9.809,28$.

Considerando que o investimento na construção do reservatório foi de $\text{R\$ } 30.000,00$, e que pode-se economizar por ano até $\text{R\$ } 9.809,28$, O Período de Payback Simples (PPS) foi de conforme a dedução: $\text{PPS} = (\text{R\$ } 30.000,00 / \text{R\$ } 9.809,28) = 3,05$ anos.

5. CONCLUSÃO

A cidade de Campina Grande, onde está inserido o condomínio objeto deste estudo, possui um consumo médio per capita de cerca de 120 l/dia por pessoa, o que ratifica a necessidade de encontrar soluções que proporcionem redução no consumo d'água da população em geral.

Diante desta realidade, o consumo de água no condomínio para as cinco principais atividades de manutenção que mais demandam por água chega a um volume anual de cerca de 372,0 m³. Comparando este número com a capacidade de captação das águas das chuvas identificada através da área de telhado disponível no condomínio, a implantação de um sistema de captação das águas das chuvas permitirá uma autossuficiência ao condomínio para a demanda necessária de água no desempenho das principais tarefas da rotina de manutenção diária no condomínio, gerando uma economia de 30% no consumo de água do condomínio. Além de abastecer toda esta demanda, será gerado ainda, um excedente mensal de aproximadamente 32 m³ de água, considerando-se que será utilizado inicialmente como área de captação apenas os telhados dos blocos 1A, 2A, 1B e 2B. Este excedente poderá ser direcionado para outros fins dentro do condomínio, aumentando ainda mais os ganhos econômicos e permitindo uma redução significativa na taxa mensal de condomínio cobrada aos condôminos.

E ainda, após o retorno do investimento, que se dará em apenas 3,0 anos e mantendo-se a média anual de intensidade pluviométrica na cidade, a partir do quarto ano de funcionamento do sistema de captação das águas das chuvas, o condomínio poderá passar aos condôminos uma redução no rateio mensal oriunda da economia gerada pelo sistema de captação ou direcionar esta economia para o desenvolvimento de ações e medidas que visem a melhoria na qualidade de vida dos moradores e o aprimoramento na gestão do condomínio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional das Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012**. Ed. Especial. -- Brasília : ANA, 2012.

ATLAS BRASIL – **Abastecimento urbano de água: panorama nacional** / Agência Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape. Brasília – ANA. 2010.

BALARINE, Oscar Fernando Osório (org.). Projeto Rio Santa Maria: **A Cobrança como Instrumento de Gestão das Águas**. Ed. EDIPUCRS, Porto Alegre, 2001.

BARRETO, Douglas. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 23-40, abr./jun. 2008.

BELLO, J. L de P. **PEDAGOGIA EM FOCO** Metodologia Científica. Rio de Janeiro - 2004
BRANCO, S. M. **A água no Brasil**. Disponível em: <<http://www.capaoviviervivo.org.br/A%20%C1gua%20no%20Brasil.htm>>. 2012. Acessado em 03 de junho de 2012.

BRASIL. (1988) Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal. Brasília.

BRITO, J. I. B. **Captação de água de chuva em regiões de grande variabilidade interanual e interdecadal de precipitação**. IN: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi – Árido, 3, 2001, Campina Grande. **Anais**.

CAGEPA – **Companhia de Água e Esgotos da Paraíba**. <http://www.cagepa.pb.gov.br/portal/>. Acessado em 05 de março de 2013.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residências multifamiliares na cidade de São Carlos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, 2004.

CHRISTOFIDIS, D. **O Aproveitamento dos Recursos Hídricos e o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<http://papodeobra.blogspot.com.br/2008/07/o-aproveitamento-dos-recursos-hdricos-e.html>>. Acessado em 05 de junho de 2012.

COELHO, Adalberto Cavalcanti. **Medição De Água Individualizada**. 1ª edição. Recife: s. ed., 2004. 174 p.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DA PARAÍBA-CAGEPA. Estrutura tarifária. 2012. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/portal/?page_id=1188>. Acesso em 10 julho de 2012.

CORDEIRO, Roberto B. JUNIOR, Antônio R. **Custos e Benefícios com o Reuso da Água em Condomínios Residenciais: Um Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <http://www.pucsp.br/eitt/downloads/ix_ciclo/IX_Ciclo_2011_Artigo_Roberto_Baptista.pdf>. Acessado em 10 de junho de 2012.

COSTA, I.Y.L.G.; SANTOS, C.A.G.; BURITY, F.A. **Captação de água de chuva em condomínios horizontais**. VI SEREA - Seminário Ibero americano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água João Pessoa (Brasil), junho de 2006. Acessado em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoC.pdf>.

Division de Medioambiente (July 2005). **Buenas Practicas para la Creación, Mejoramiento y Operación Sostenible de Organismos y Organizaciones de Cuenca** pp. pp. 17-19. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Gest%C3%A3o_integrada_de_recursos_h%C3%ADricos_no_Brasil#cite_note-IDB-5>. Acessado em 08 de junho de 2012.

DUTRA, Luís. FREITAS, Marcos de. RANGEL, Diane. **Gestão de recursos hídricos no Brasil: a experiência da Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/encuen/freitas.pdf>>. Acessado em 08 de junho de 2012.

ELAGIB, N.A. e MANSELL, M.G. (2000). **Recent Trends and Anomalies in Mean Seasonal and Annual Temperatures Over Sudan**. Journal of Arid Environments, vol. 45, pg. 263 288.

GALVÍNCIO, J. D.; SOUZA, F. A. S.; MOURA, M. S. B. **Aspectos climáticos da captação de água de chuva no estado de Pernambuco**. Revista de Geografia, Recife, v. 22, n. 2, p.15-35, 2005.

GOELLNER, C. **Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e atuação dos Comitês de gerenciamento de Bacia Hidrográfica: avanços e desafios**. Palestra ministrada no III Simposul 2008 – 6 /8 outubro 2008 - Universidade de Santa Cruz Sul. Disponível em: <<http://www.upf.br/coaju/download/A%20Gestao%20dos%20recursos%20hidricos%20e%20o%20papel%20dos%20comites%20de%20gerenciamento%20de%20bacia%20hidrografica.pdf>>. Acessado em 08 de junho de 2012.

GONÇALVES, Ricardo F (coord). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro. ABES. 2006. Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/27105793/Uso-racional-da-agua-nas-edificacoes>>. Acessado em: 10 de junho de 2012.

_____, Orestes M. **Manual de Conservação da Água. Programa de conservação da água no empreendimento Gênesis 1**. São Paulo. 2004.

GUEDES, Michel. **Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Pará: Contaminação, abastecimento e ocupação do espaço territorial**. Larhima. 2009 Belém-PA.

IDEC (2002) - Consumo sustentável: **Manual de educação**. Brasília: Consumers International/ MMA/ IDEC. Disponível em: http://www.idec.org.br/esp_ma_manualconsumo.asp>. Acesso: 21 jan. 2013.

LERMEN, R. T. **Estudo dos Conceitos e Metodologias Envolvidas em Sistemas de Medição de Vazão** – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR – 2010. Disponível em: < http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2011_Estudo_Sistemas_%20Medicao_Vazao.pdf> Acessado em 10 de janeiro de 2013.

LIMA, J A de. DAMBROS, M V R. ANTONIO, M A P M de. JANZEN, J G. Marchetto, M. Artigo Técnico: Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. 2011.

MALAFAIA, C.; VASQUES, R. **Saúde & Ambiente em Revista**, Vol. 4, No 2 (2009).

MANCUSO, P.C.S. & SANTOS, H.F. **Reuso de água**. São Paulo: Manole, 2003. 579p.

MELLO, ELTON J., FARIAS, RUBENS DE L. **O ar e a sua influência na medição do consumo**. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. Anais. João Pessoa-PB, 2001.

ONU – Organização das Nações Unidas. Disponível em: < <http://www.onu.org.br/>>. Acessado em 10 de junho de 2012.

PEREIRA, A.R., Angelocci, L.R., Sentelhas, P.C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PORTAL DA EDUCAÇÃO. **Gestão de Recursos Hídricos**. 2008. Disponível em: < <http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/5703/gestao-de-recursos-hidricos>>. Acessado em 08 de junho de 2012.

RIBEIRO, M. A. **Medição de Vazão – Fundamentos e Aplicações**. 5ª Edição, TEK Treinamento & Consultoria, Salvador 1997. Disponível em: < http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2011_Estudo_Sistemas_%20Medicao_Vazao.pdf> Acessado em 10 de janeiro de 2013.

SILVA, A F. OLIVEIRA, D G H de. PEREIRA, J P. REGO, V G de S. OLIVEIRA, F G de. **Potencial de captação de água de chuva nos telhados de Campina Grande**. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Campina Grande/PB. 2012.

SILVA, R. T., Conejo, J. G. L., Gonçalves, O. M. **Apresentação do programa. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. DTA – Documento Técnico de Apoio nº A1. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. 1999.

SILVA, O. J. **Captação de Águas Pluviais na Cidade de Campina Grande- PB: Alternativa Para uma Política de enfrentamento da Escassez de Água nas Escolas Públicas**. Dissertação de mestrado Interdisciplinar em Sociedade, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB. 2003.

SILVA, S. R. S. **Avaliação do sistema de medição individualizada de água em prédios populares situados na cidade de Salvador, Bahia**. 2010, 168 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental). Universidade Federal da Bahia.

SILVA, V. F., OLIVEIRA, D. G. H. de., PEREIRA, J. P., REGO, V. G. de S., OLIVEIRA, G. de. **Potencial de Captação de Água de Chuva nos Telhados de Campina Grande**. 8º Simpósio brasileiro de captação e manejo de água de chuva. Campina Grande-PB. 2012.

SINDICONET – O braço direito do Síndico na Internet. Disponível em: <[HTTP://www.sindiconet.com.br](http://www.sindiconet.com.br)>. Acessado em 10 de junho de 2012.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. 2011. Disponível em <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em julho de 2012.

SOUSA, A. F. S de. **Diretrizes para implantação de sistemas de reuso de água em condomínios residenciais**. Ed. REV. São Paulo, 2008.

SOUSA JUNIOR, I F DE. **A influência da urbanização no clima da cidade de Campina Grande-PB**. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais – Universidade Federal de Campina Grande-PB. Campina Grande-PB, 2006.

THORNTHWAITE, C.W., Mather, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar, 2003. 180p.

TUCCI, CARLOS E. M. **Gestão da água no Brasil** – Brasília : UNESCO, 2001.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos – Instituto Internacional de Ecologia**. São Carlos/SP.2003. Disponível em: <http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF>. Acessado em 05 de junho de 2012.