



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANITÁRIA

**MARCELO DE BRITO BARROS**

**AVALIAÇÃO DE MECANISMOS POUPADORES DE ÁGUA COMO  
SUPORTE AO PLANEJAMENTO URBANO EM CAMPINA GRANDE -  
PB**

Campina Grande – PB

2013

**MARCELO DE BRITO BARROS**

**AVALIAÇÃO DE MECANISMOS POUPADORES DE ÁGUA COMO  
SUPORTE AO PLANEJAMENTO URBANO EM CAMPINA GRANDE -  
PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

ORIENTADORA: Dr.<sup>a</sup> IANA ALEXANDRA ALVES RUFINO

CO-ORIENTADORA: Dr.<sup>a</sup> LÍVIA IZABEL BEZERRA DE MIRANDA

Campina Grande – PB

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

B277a Barros, Marcelo de Brito.  
Avaliação de mecanismos poupadores de água como suporte ao planejamento urbano em Campina Grande - PB / Marcelo de Brito Barros. – Campina Grande, 2013.  
98 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2013.

"Orientação: Profa. Dra. Iana Alexandra Alves Rufino, Profa. Dra. Lívia Izabel Bezerra de Miranda".

Referências.

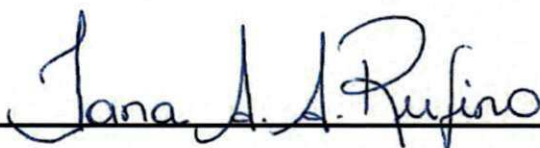
1. Demanda de Água. 2. Equipamentos Poupadores. 3. Planejamento Urbano. I. Rufino, Iana Alexandra Alves. II. Miranda, Lívia Izabel Bezerra de. III. Título.

CDU 628.17(043)

**MARCELO DE BRITO BARROS**

**AVALIAÇÃO DE MECANISMOS POUPADORES DE ÁGUA COMO  
SUPORTE AO PLANEJAMENTO URBANO EM CAMPINA GRANDE -  
PB**

Aprovado em: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Iana Alexandra Alves Rufino  
Orientadora  
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UFCG



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Livia Izabel Bezerra de Miranda  
Orientadora  
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UFCG



---

Prof. Dr. Luiz Eugenio Pereira Carvalho  
Examinador Externo  
Unidade Acadêmica de Geografia – UFCG



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marcia Maria Rios Ribeiro  
Examinadora Interna  
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UFCG

*Ao que me deu força para suportar e vencer todas as adversidades encontradas no período dessa caminhada. Ao Deus todo poderoso, responsável pela minha existência e minhas conquistas.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a *Deus* que desde o princípio me guardou e me capacitou para que eu chegasse até aqui.

A minha esposa *Renata* que me incentivou, me ajudou e me compreendeu e, além disso, me presenteou com uma linda filha *Bianca*, às quais declaro todo meu amor.

Aos meus pais *Marleno Barros* e *Haglay Gleide* que são os responsáveis por tudo que sou e meus maiores incentivadores.

Aos meus sogros *Fred Almeida* e *Cassandra Almeida* pelo apoio incondicional.

Aos meus irmãos *Marleno Filho*, *Marina Barros* e *Marília Barros* pelo compartilhar de momentos inesquecíveis.

A minha orientadora *Iana Alexandra*, não só pelos conhecimentos transmitidos, mas pela enorme compreensão, paciência e estímulo a mim dispensados ao longo dessa trajetória.

A minha orientadora *Lívia Miranda* pela disponibilidade, cuidado e, acima de tudo, dedicação em me ajudar.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental pelos ensinamentos transmitidos durante o curso: *Monica Coura*, *Anne Marie*, *Camilo Farias*, *Veruschka Monteiro*, *Iana Alexandra*, *Rosires Curi* e *Zédna Vieira*. E em especial ao professor e coordenador *Carlos Galvão* pelas várias demonstrações de amizade.

Aos funcionários dos laboratórios de Hidráulica I e II e a secretária do PPGECA *Josete Ramos* pelas ajudas significantes.

Aos colegas de turma: *Caio César*, *David Oliveira*, *Marília Dantas*, *Vanessa* e *Viviane Lucena*, sem os quais os momentos de estudo não teriam sido tão prazerosos.

À colega *Ester Araújo* que não mediu esforços para me ajudar, contribuindo para a realização deste trabalho.

Aos colegas *José Felinto* e *Andréa Carolino* pela dedicação e ajuda nas pesquisas e confecção dos mapas temáticos.

A minha querida família que é um presente de Deus.

Ao CNPQ pelo apoio financeiro.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho.

**Muito Obrigado!**

## **RESUMO**

### **AVALIAÇÃO DE MECANISMOS POUPADORES DE ÁGUA COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO URBANO EM CAMPINA GRANDE – PB**

Esse estudo avalia a aplicação de equipamentos poupadores, em edifícios verticais, visando minimizar o impacto da demanda de água gerada, em um horizonte de cinco anos. Para tanto, utiliza como estudo de caso o bairro do Catolé, em Campina Grande – PB. Investigou-se o quanto a utilização desses equipamentos contribuiria para a redução da demanda de água caso fossem aplicados nos novos edifícios. O gerenciamento da demanda sugere que a adoção de equipamentos poupadores nas edificações interfere diretamente na redução do consumo de água. O objetivo é avaliar a redução do consumo de água a partir da utilização de mecanismos poupadores em edifícios residenciais, visando o estabelecimento de parâmetros para a construção de novas edificações. Estes parâmetros podem servir de suporte ao planejamento urbano, auxiliando no estabelecimento de meios de incentivo para minimizar o consumo de água. Foram selecionados quatro tipos de mecanismos poupadores e avaliados os custos de implantação e eficiência. Simulou-se o consumo de água para os edifícios em construção, e foram criados cenários verificando a demanda de água, caso os edifícios utilizassem mecanismos poupadores. Os resultados indicam que a utilização dos equipamentos poupadores reduz em 83,26% o consumo final de água em edifícios verticais. Conclui-se, portanto, que é possível minimizar o problema da escassez da água, utilizando instrumentos de gerenciamento que contribuam para a racionalização do uso, visto que ações de responsabilização da sociedade pelo consumo consciente dos recursos naturais têm se mostrado eficazes, pois agregam, conseqüentemente, qualidade às áreas urbanas.

**Palavras-chave:** Equipamentos poupadores. Demanda de água. Planejamento urbano.



## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF WATER SAVERS MECHANISMS AS SUPPORT TO URBAN PLANNING IN CAMPINA GRANDE – PB**

This research evaluates the use of water savers equipment in vertical buildings, in order to minimize the impact of water demand increases over five years. The area studied is a district of Campina Grande city (PB) called Catolé. It is developed a survey of some reducing devices that could contribute to the water demand decrease in the studied buildings. Water Demand Management suggests that the use of water savers devices in buildings means water consumption decreasing. The main goal is to evaluate the reduction of the water use caused by water savers in residential buildings and try to establish parameters for the new buildings. Those parameters could support urban planning and helps to create ways and laws to minimize water consumption. Therefore, it was selected four different types of water savers devices and it was analyzed economics and efficiency aspects of implementation. Some scenarios were simulated for buildings unfinished (under construction) to evaluate the future water consumption. The results obtained show that the use of water savers devices can reduce 83,26% the water consumption in vertical buildings. Therefore, it has been conclude that is possible to minimize the water scarcity problem using management tools that can contribute to the rational use and also can improve conscious of the society about natural resources in urban areas.

**Keywords:** Water savers devices. Water demand. Urban planning.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NO MUNDO .....	36
FIGURA 2- EXEMPLO DE TORNEIRA ECONOMIZADORA .....	39
FIGURA 3- TORNEIRA PARA USO GERAL SEM AREJADOR .....	40
FIGURA 4- TORNEIRA PARA USO GERAL COM AREJADOR.....	40
FIGURA 5- DISPOSITIVOS AERADORES DE CHUVEIROS .....	41
FIGURA 6- CHUVEIRO.....	42
FIGURA 7- REGULADORES DE VAZÃO.....	43
FIGURA 8- ESQUEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZA .....	44
FIGURA 9- FUNCIONAMENTO DE BACIA SANITÁRIA A VÁCUO ASSISTIDO .....	46
FIGURA 10- SISTEMA SANITÁRIO COM ACIONAMENTO SIMPLES .....	47
FIGURA 11- SISTEMA SANITÁRIO DUAL FLUSH.....	48
FIGURA 12- ESQUEMA DA RELAÇÃO ENTRE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS E TIPOLOGIA DO EDIFÍCIO .....	50
FIGURA 13- ORGANOGRAMA DO PROCESSO METODOLÓGICO.....	52
FIGURA 14- DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA RESIDÊNCIA .....	54
FIGURA 15- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	62
FIGURA 16- SITUAÇÃO DO CATOLÉ NO PLANO DIRETOR .....	64
FIGURA 17- LOCALIZAÇÃO DOS GRANDES OBJETOS IMOBILIÁRIOS NO BAIRRO DO CATOLÉ.....	65
FIGURA 18- EDIFÍCIOS EM CONSTRUÇÃO NO CATOLÉ .....	66
FIGURA 19- DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA 2000 – 2010.....	68
FIGURA 20- ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS NO CATOLÉ 2000 – 2010.....	70
FIGURA 21- EVOLUÇÃO DOS DOMICÍLIOS EM CAMPINA GRANDE.....	73
FIGURA 22- EVOLUÇÃO DOS APARTAMENTOS EM CAMPINA GRANDE .....	74
FIGURA 23- EVOLUÇÃO DE APARTAMENTOS NO CATOLÉ 2000 – 2010 .....	76
FIGURA 24- GRÁFICO DE EVOLUÇÃO POPULACIONAL NO CATOLÉ .....	86
FIGURA 25- GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA .....	86

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- DISTRIBUIÇÃO DO USO DA ÁGUA EM EMPREENDIMENTO VERTICAL .....	54
TABELA 2 - RELAÇÃO DA ECONOMIA E INVESTIMENTO DOS EQUIPAMENTOS POUPADORES .....	56
TABELA 3- CLASSIFICAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS SEGUNDO OS MECANISMOS POUPADORES.....	59
TABELA 4- PRINCIPAIS REQUISITOS DAS LEIS RELATIVAS À CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	61
TABELA 5 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO EM CAMPINA GRANDE .....	63
TABELA 6- DENSIDADES POPULACIONAIS ENTRE BAIROS .....	69
TABELA 7- RELAÇÃO ENTRE DOMICÍLIOS E APARTAMENTOS EM CAMPINA GRANDE E NO BAIRRO DO CATOLÉ .....	75
TABELA 8- ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ÁGUA NO BAIRRO DO CATOLÉ.....	78
TABELA 9- ECONOMIA DOS MECANISMOS POUPADORES NOS EDIFÍCIOS .....	83
TABELA 10- ECONOMIA RESULTANTE DO USO DE POUPADORES .....	84
TABELA 11- EVOLUÇÃO DO ADENSAMENTO E DAS DEMANDAS DE ÁGUA NO CATOLÉ .....	85
TABELA 12- DESCONTOS APLICADOS ÀS TIPOLOGIAS DOS EDIFÍCIOS .....	91

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AESA	- Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
CAGEPA	- Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CBH	- Comitês de Bacias Hidrográficas
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
DTA	- Documento Técnico de Apoio
EIV	- Estudo de Impacto de Vizinhança
GDA	- Gestão de Demanda de Água
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ONU	- Organização das Nações Unidas
PBQP	- Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade
P1MC	- Programa Um Milhão de Cisternas
PNCDA	- Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PNRH	- Plano Nacional dos Recursos Hídricos
RIV	- Relatório de Impacto de Vizinhança
SINGREH	- Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
UFCG	- Universidade Federal de Campina Grande
UN	- <i>United Nations</i>
VDR	- Volume de Descarga Reduzido
WSUD	- <i>WaterSensitiveUrban Design</i>
ZEIS	- Zona Especial de Interesse Social

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1. CRESCIMENTO URBANO, ADENSAMENTO E VERTICALIZAÇÃO .....	16
2.1.1. <i>Ocupação de Áreas Periféricas</i> .....	17
2.1.2. <i>Preenchimento de Vazios Urbanos</i> .....	18
2.1.3. <i>Verticalização</i> .....	19
2.2. O PLANEJAMENTO URBANO SENSÍVEL AOS RECURSOS HÍDRICOS .....	24
2.2.1. <i>Os Instrumentos Legais de Planejamento Urbanístico</i> .....	26
2.2.2. <i>Os Instrumentos Legais para a gestão socioambiental integrada</i> .....	28
2.3. GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA .....	34
2.3.1. <i>Mecanismos Poupadores</i> .....	36
2.3.2. <i>Exemplos de Mecanismos Poupadores</i> .....	38
<b>CAPÍTULO III - METODOLOGIA .....</b>	<b>51</b>
3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	51
3.2. SELEÇÃO DOS MECANISMOS POUPADORES .....	52
3.2.1. <i>Estabelecimento de critérios de seleção</i> .....	52
3.2.2. <i>Distribuição do consumo</i> .....	53
3.2.3. <i>Metodologias do cálculo das economias</i> .....	54
3.2.4. <i>Relação entre investimento e economia de água</i> .....	56
3.3. CRIAÇÃO DE CENÁRIOS.....	56
3.3.1. <i>Cenários estabelecidos: Demanda Atual e Futura</i> .....	56
3.3.2. <i>Crescimento da demanda</i> .....	57
3.3.3. <i>Economia e crescimento da demanda com poupadores</i> .....	57
3.4. CLASSIFICAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS .....	58
3.5. ANÁLISE URBANÍSTICA.....	59
3.5.1. <i>Cálculo da densidade populacional</i> .....	59

3.5.2. Identificação do problema nas Leis Nacionais.....	60
3.5.3. Identificação do problema nas Leis Municipais.....	61
3.6. SUGESTÕES PARA ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES LEGAIS.....	61
<b>CAPÍTULO IV - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>62</b>
4.1. ASPECTOS GERAIS .....	62
4.2. ZONEAMENTO .....	63
4.3. OS EDIFÍCIOS EM CONSTRUÇÃO .....	66
<b>CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>67</b>
5.1. ASPECTOS URBANÍSTICOS .....	67
5.1.1. Densidades Popacionais.....	67
5.1.2. Densidades Habitacionais.....	71
5.1.3. Aspectos Legais .....	78
5.2. ECONOMIA E CRESCIMENTO DA DEMANDA COM MECANISMOS POUPADORES .....	83
5.2.1. Demanda com Uso de Mecanismos Poupadores.....	83
5.2.2. Evolução do Adensamento.....	85
<b>CAPÍTULO VI – RECOMENDAÇÕES À LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA.....</b>	<b>88</b>
6.1. AMBIENTE CONSTRUÍDO .....	88
6.2. RECURSOS HÍDRICOS.....	89
6.3. COMPENSAÇÕES E SANSÕES.....	90
<b>CAPÍTULO VII– CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>94</b>

## **CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

A motivação inicial deste estudo foi a busca de respostas a alguns questionamentos sobre o uso indiscriminado de recursos naturais, mais precisamente da água, e de como as ações humanas afetam diretamente suas disponibilidades. Não simplesmente como um estudo visando a “sustentabilidade” - que segundo Mülfarth (2002. p.1), é um termo amplamente utilizado, que se tornou banalizado, uma vez que acabou sendo referência para tudo, utilizada por todos e significando tudo - e sim, como uma tentativa menos pretensiosa de estabelecer alguns parâmetros mínimos que contribuiriam à obtenção de um equilíbrio entre o ambiente construído e o uso dos recursos naturais.

O mau uso dos recursos naturais nas cidades tem se tornado tema recorrente entre todas as camadas da sociedade, além disso, as ações para solucionar tais problemas ainda são pontuais e em alguns casos, pouco eficientes. Com relação à água, por exemplo, a resposta padrão à sua escassez tem sido, frequentemente, a expansão da oferta hídrica, uma política que remonta a mais de dois mil anos, e que se traduz na construção de grandes obras hidráulicas para importar água de bacias cada vez mais distantes e satisfazer o crescimento da demanda. Portanto, novas estratégias para o gerenciamento das águas nas cidades são necessárias, pois em várias cidades, não somente nos países em desenvolvimento, esses objetivos ainda não foram alcançados.

A falta de regulação e controle das águas que abastecem as cidades, em alguns casos, tem gerado problemas de difícil resolução, como o desperdício proveniente de vazamentos na rede de distribuição, as instalações clandestinas, e a conseqüente diminuição do volume de água ofertado. E quanto maior o desenvolvimento e verticalização das cidades aumentam as dificuldades, principalmente em relação à compatibilidade entre oferta e demanda de água.

Nesse caso os problemas afetam tanto a população das cidades quanto os gestores municipais ou de autarquias, como por exemplo, as companhias de abastecimento de água. Por outro lado, esses problemas impulsionam a busca por soluções viáveis (ARAÚJO e RUFINO, 2011).

Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é avaliar o impacto que uma ação de gerenciamento eficiente da demanda de água teria num bairro em crescente adensamento da cidade de Campina Grande – PB, por meio do uso de mecanismos poupadores. Além disso, verificar a demanda de água no bairro e sua estimativa para os próximos anos, e sugerir parâmetros urbanísticos relativos ao consumo de água, a serem incluídos na legislação municipal. Para tanto, verificou-se a demanda de água neste bairro estimando o consumo para os próximos cinco anos. Foram identificados os impactos de mecanismos poupadores na redução do consumo de água dos edifícios residenciais, e avaliada a demanda de água do bairro para os próximos cinco anos, caso fossem utilizados os mecanismos poupadores nas edificações estudadas.

Esta pesquisa integra um conjunto de estudos que vem sendo desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), dentre os quais, Braga (2001) avaliou alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água para diagnosticar a opinião dos decisores frente às escolhas mais desejáveis para a sua implantação em Campina Grande. O autor observou que a educação ambiental acompanhada do controle de vazamentos na rede de abastecimento são as alternativas mais adequadas. Albuquerque (2004) analisou ações tecnológicas para a redução do consumo de água no Bairro Universitário, incluindo a UFCG, e concluiu que a instalação de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido (VDR) e aparelhos poupadores contribuem significativamente para essa redução..



Já Guedes (2009), fornece subsídios para a elaboração de um programa de uso racional de água nos setores residencial e público da cidade de Campina Grande, e através da implantação hipotética de aparelhos poupadores e medição individualizada observou uma redução no consumo de 1,20 a 33,64% no setor residencial, e aproximadamente 25% no setor público, com retorno do investimento inicial em 12 meses. Meneses (2011) elaborou um diagnóstico do sistema de abastecimento da cidade de Campina Grande com o objetivo de subsidiar a melhoria da gestão e verificou que, mesmo atendendo em suas condições limite, é possível definir horários para operacionalizar o sistema, praticar a manutenção preventiva, reduzir perdas físicas e melhorar a micro medição.

Soares (2012) analisou o sistema de abastecimento interno da UFCG, a conduta e percepção dos usuários para práticas de uso eficiente de água e fez simulações acerca de medidas de Gestão de Demanda de Água (GDA), diagnosticou que 75% dos usuários afirmam desperdiçar muita água, e demonstrou uma possibilidade de redução no consumo de água de até 50% apenas com a substituição das bacias sanitárias. Gomes (2013) realizou um levantamento dos pontos de consumo de água nas edificações da UFCG com o objetivo de fornecer subsídios para um futuro planejamento do uso eficiente da água para o campus Campina Grande e verificou que 11,02% dos aparelhos apresentam patologias devido à falta de manutenção nos sistemas prediais.

O presente estudo dá continuidade à pesquisa *“Estimativa e análise do crescimento da demanda de água, a partir de cenários de uso e ocupação do solo”*, realizada por Araújo (2012). Assim sendo, faz uso de uma base de dados territoriais já sistematizada sobre o Bairro do Catolé em Campina Grande para estimar as demandas atuais e futuras. Além disso, procura estimar, por meio dos dados do censo demográfico do IBGE em 2000 e 2010, as taxas geométricas de crescimento da população e dos edifícios verticais nesse bairro, para encontrar

possíveis demandas de água futuras e perceber a economia gerada pelos mecanismos poupadores ao longo de dez e vinte anos.

A dissertação está estruturada em seis capítulos. No primeiro estão as considerações iniciais, contemplando a motivação, os questionamentos e os objetivos propostos, bem como uma explanação geral do processo de construção e organização deste trabalho.

O segundo capítulo aborda as referências teóricas pertinentes à compreensão do assunto e considera as formas de crescimento urbano, como ocupação de áreas periféricas, adensamento e verticalização, voltadas ao planejamento urbano sensível aos recursos hídricos e se encerra na gestão da demanda de água, tendo como ferramenta de destaque os mecanismos poupadores.

O conteúdo do terceiro capítulo consiste nas etapas metodológicas realizadas, que envolve, além das considerações iniciais, os meios utilizados para determinar o consumo padrão dos edifícios; a fórmula da taxa de adensamento; o processo de determinação do consumo dos edifícios com o uso dos mecanismos poupadores; a classificação dos empreendimentos segundo suas tipologias; a análise das legislações urbanísticas; e os parâmetros norteadores para a identificação e escolha dos mecanismos poupadores utilizados.

Os resultados obtidos na pesquisa e as discussões referentes a ela se encontram no capítulo quatro, dissertando acerca dos aspectos urbanísticos e legais do bairro do Catolé; das dinâmicas de adensamento residencial, apresentando a situação atual dos edifícios em construção na área; e demonstrando as estimativas do consumo com o uso dos mecanismos poupadores.

O quinto capítulo apresenta algumas recomendações a serem aplicadas nas legislações específicas ao ambiente construído e aos recursos hídricos, e sugestões de compensações aos empresários e construtores que se apropriem das ferramentas de racionalização da água.

O sexto e último capítulo expõe as considerações finais acerca dos resultados obtidos e destaca os pontos mais relevantes da temática abordada, sugerindo novos caminhos para continuidade da pesquisa.

## **CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Crescimento Urbano, Adensamento e Verticalização**

No século XXI, a alta dinâmica demográfica em algumas cidades tem ampliado a necessidade de consumo de espaços urbanizados e de infraestruturas físicas. Essa dinâmica espacial expressa, ora pela expansão das cidades, ora pelo adensamento de áreas já concentradas, interfere diretamente nas formas de organização espacial e consequentemente no estilo de vida de suas populações. A alta qualidade do ambiente e do ecossistema é importante para assegurar a qualidade de vida elevada e a saúde humana, sendo a última uma das principais prioridades para o desenvolvimento sustentável das cidades (WAGNER e ZALEWSKI, 2009).

Portanto, à medida que a população da cidade aumenta, demandam-se novas moradias, que ampliam a necessidade de novas vias de acesso, de aumento da oferta de água e energia, da intensificação da coleta de resíduos sólidos, ampliação dos transportes coletivos, entre outros. Por isso, para se perceber as necessidades e demandas de infraestrutura de uma cidade é de fundamental importância entender as dinâmicas espaciais que ocorrem no espaço urbano. Na geografia o espaço é entendido como um sistema de objetos dialeticamente articulado a um sistema de ações (Santos, M. 1996) e é constituído por um conjunto de diferentes usos da terra justapostos e organicamente relacionados. Esses usos definem áreas com diferentes centralidades na cidade: algumas mais centrais - locais de concentração de atividades comerciais, de serviço e de gestão; e outras mais periféricas - áreas industriais e áreas residenciais, sendo estas áreas, distintas em relação à forma e o conteúdo social; definem também, outras áreas com funções distintas como as áreas de lazer; e, entre outras, áreas de reserva para futura expansão. A disposição do conjunto de usos da terra no espaço define a

organização espacial da cidade ou simplesmente o espaço urbano fragmentado.

O espaço é produzido de forma dialética por agentes que organizam suas práticas em função de interesses individuais e corporativos. Tais práticas e interesses transformam o espaço e ao mesmo tempo são condicionadas pelas pré-existências materiais e imateriais desse espaço. No sistema capitalista, a lógica da ação dos agentes na produção do espaço, em linhas gerais, pode ser observada e revela os interesses de determinados grupos no consumo de terra, localização e lucro. O Estado é o mediador desses interesses e ao mesmo tempo o provedor das condições de bem estar social para todos os cidadãos. De posse desse entendimento pode-se compreender alguns processos espaciais que ocorrem na dinâmica de crescimento das cidades, dentre os quais, os de maior pertinência para este estudo são a centralização, que está relacionada ao adensamento, verticalização e ocupação de vazios urbanos; e a descentralização, associada ao espraiamento e ocupação de áreas periféricas da cidade.

### ***2.1.1. Ocupação de Áreas Periféricas***

A descentralização está associada à expansão da cidade, tanto em termos demográficos como espaciais. Alguns fatores estão ligados ao processo de repulsão da área central, entre eles está o aumento constante do preço da terra, impostos e aluguéis, afetando certas atividades que perdem a capacidade de se manterem localizadas na área central; e restrições legais que limitam o controle das áreas, dificultando, portanto, a obtenção de espaço para expansão, principalmente pelo setor industrial. Outras ações que estimulam a descentralização ocorrem quando são criadas atrações em áreas periféricas, como: terras não ocupadas, a baixos preços e impostos; implantação de infraestrutura nessas áreas; facilidade de transporte; qualidades atrativas do sítio, como topografia e drenagem; e possibilidades de controle do uso da terra (CORRÊA, 1995).

De acordo com Maia (2010), as ocupações de áreas periféricas no Brasil, historicamente, ocorreram a partir da década de 1970. Foram decorrentes do processo migratório que culminou na urbanização. Ao chegarem às cidades e não encontrarem habitação acessível, os migrantes passaram a ocupar áreas de domínio público, particularmente as que não estavam sob o comando do mercado imobiliário, produzindo as denominadas favelas e o consequente espraiamento das cidades. Essa expansão das cidades é marcada pelos loteamentos oficiais, destinados às camadas da população de maiores rendimentos e também pelos loteamentos irregulares ou clandestinos. O poder público contribui com a periferização concedendo aos incorporadores imobiliários a construção dos loteamentos fechados e construindo os conjuntos habitacionais, com isso promove a regularização fundiária e uma melhoria na qualidade habitacional. Por outro lado dá continuidade ao antigo processo de promover a valorização de áreas não edificadas, por meio da criação de vazios urbanos, contribuindo para o enriquecimento dos proprietários fundiários e para o empobrecimento da classe trabalhadora, uma vez que esta passa a habitar cada vez mais distante do seu local de trabalho e dos serviços necessários. Esse espraiamento não resolve completamente o problema da moradia e ainda provoca a periferização, que traz consigo alguns malefícios: além da segregação espacial, resultante das grandes distâncias entre as áreas residenciais e o centro urbano; as dificuldades de acesso; e as infraestruturas limitadas, como serviços de abastecimento de água, energia, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos. Tais malefícios impõem mais investimentos públicos, que muitas vezes não ocorrem, e acabam potencializando os problemas (MAIA, 2010).

### ***2.1.2. Preenchimento de Vazios Urbanos***

Ao contrário da periferia, as áreas centrais urbanas possuem em suas características o uso intensivo do solo. Com maior concentração de atividades econômicas, sobretudo do setor

terciário, é nela que são encontrados os mais elevados preços da terra, justificando-se assim a intensidade do uso do solo. E por isso, geralmente apresentam uma ampla escala vertical, com a presença de edifícios próximos uns aos outros. As áreas centrais das grandes cidades brasileiras, comumente têm escala horizontal limitada, onde o núcleo central é pouco extenso, sendo, via de regra, possível de ser percorrido a pé, e sua expansão se faz, sobretudo, por uma verticalização mais acentuada, demolindo-se os prédios mais antigos, que são substituídos por outros mais elevados (CORRÊA, 1995). Essa não é a realidade de Campina Grande, que, apesar das modificações ocorridas no contexto urbano e a tamanha valorização imobiliária nas áreas centrais, ainda são encontrados lotes desocupados na malha urbana e entre o centro e as novas ocupações.

Maia (2010) diz que isto já era uma realidade desde os anos 1960 quando se iniciam as construções dos grandes conjuntos habitacionais nas cidades brasileiras em diferentes escalas, e que permanece como realidade atual. Este fato decorre, principalmente, da especulação imobiliária, e à medida que os vazios urbanos vão sendo preenchidos, resultam no processo espacial de centralização, que neste caso são extremamente benéficos à cidade, pois dão uso a áreas bem servidas de infraestrutura que se encontram subutilizadas.

### ***2.1.3. Verticalização***

Outro fenômeno diretamente ligado ao crescimento da cidade e que promove o adensamento populacional é a verticalização. Somekh (1997) conceitua a verticalização como a multiplicação efetiva do solo urbano, possibilitada pelo uso do elevador. A essa idéia associam-se a característica da verticalidade, o aproveitamento intensivo da terra urbana (densidade) e o padrão de desenvolvimento tecnológico do século XX, demonstrando-se a relação verticalização/adensamento.

O processo de verticalização ocorre como consequência da valorização do espaço<sup>1</sup>. A proposta básica da verticalização é a compensação do preço da terra. Com a valorização de uma determinada área, ocorre, de imediato, a elevação do custo da terra que, por sua vez, influencia diretamente no custo da moradia. Com os terrenos valorizados, a construção e venda de imóveis, nesses terrenos, só passa a ser economicamente viável quando a área construída pode ser multiplicada, gerando mais imóveis e o retorno financeiro necessário à subsistência do empreendimento (BONATES, 2010).

O processo de verticalização está intrinsecamente ligado ao adensamento da cidade e para se compreender essa relação faz-se necessário o esclarecimento de alguns conceitos e as múltiplas dimensões ocorridas na densidade urbana, citados por Miranda (2010):

- densidade demográfica: número de pessoas residindo em determinada área, geralmente expressa em hab/ha;
- densidade habitacional (ou residencial): trata-se do número de unidades residenciais de determinada área, dividida pela área em hectare;
- densidade bruta: relação entre o número de habitantes dividido por determinada área, geralmente expressa em hab/ha, incluindo-se no cálculo desta área as áreas de outros usos que não sejam o residencial;
- densidade líquida: trata-se da mesma relação entre o número de habitantes e determinada área, geralmente expressa em hab/ha, considerando-se no cálculo da área apenas as porções territoriais destinadas a unidades residenciais; (Miranda, 2010. p.7)

Portanto, a relação direta entre verticalização e adensamento demonstra o quanto ambos impactam a cidade e como são fundamentais para o processo de planejamento urbano.

---

<sup>1</sup>Como ressaltam Somekh (1997), Bonates (2010), entre outros, a valorização da terra e dos imóveis podem ser objetiva ou subjetiva. A valorização objetiva se dá em função da infraestrutura e dos objetos imobiliários presentes na área em questão. Já a valorização subjetiva trata de valores mais subjetivos como *status* e o desejo intrínseco do homem de busca por um lugar que ele julgue ser melhor.



E, apesar de os fatores que determinarão o efeito positivo ou negativo de algumas densidades serem extremamente subjetivos e de difícil mensuração, devem ser considerados, pois não existe uma predefinição de que densidades altas são necessariamente ruins e as baixas, por sua vez, boas. Ou vice-versa. A certeza é que necessariamente maiores populações causam maiores impactos, gerando mais resíduos, tanto de origem material (esgoto e lixo) como energética (calor), e gerando maiores demandas de serviços (MIRANDA, 2010).

No contexto do uso e ocupação solo, a primeira consequência da promoção da verticalização, através da concessão de coeficientes de aproveitamento elevados é a valorização do solo urbano, uma vez que se acresce a possibilidade de construir edificações com uma área maior que outros lotes cujos coeficientes são mais restritivos. O parcelamento do solo em lotes maiores também é outra variável que promove a verticalização, pois aumentam o potencial construtivo do terreno, uma vez que o coeficiente de aproveitamento e a taxa de ocupação são parâmetros relacionados à dimensão do terreno (BONATES, 2010).

O adensamento em conjunto com o direcionamento da expansão urbana interfere diretamente nos gastos com a infraestrutura. E, se por um lado, um espraiamento da urbanização gerará custos elevados de implantação (pavimentação, redes, transporte) e enormes deslocamentos da população (que geram gasto energético e potencial de poluição), por outro lado, Miranda (2010) diz que densidades elevadas de fato são positivas no que diz respeito ao gasto orçamentário com redes de infraestrutura, pois os custos de urbanização são mais baixos, principalmente porque, dentre os serviços de infraestrutura, a pavimentação é o componente mais caro seguido do esgotamento sanitário e da drenagem.

Entretanto, o adensamento também tem desvantagens, e, se para o custo das redes uma maior densidade é fator positivo, Miranda (2010) relata que:

[...] a densidade habitacional, maior contribuição de área construída nas cidades, tem

direta relação com a impermeabilização do solo, que por sua vez tem impacto direto sobre a drenagem das águas pluviais – mais impermeabilização significa, necessariamente, maior volume de água sendo lançada a jusante no corpo hídrico em maior velocidade, ou seja, maior risco de inundação. Além disso, maiores populações fazem surgir mais automóveis nas ruas, lançam mais esgoto sobre os corpos hídricos – o que demanda, em tese, mais tratamento de esgoto e, portanto, mais gasto energético –, consomem mais água, necessitando mais captação de água dos mananciais a montante e geram mais resíduos sólidos (por sua vez, geradores de mais tráfego, via caminhões de coleta; de demanda de área de aterro sanitário; e, potencialmente, de poluição difusa, através de resíduos arrastados pelas águas de chuva, entupindo rede de esgotos e drenagem, chegando inclusive aos corpos hídricos) (Miranda, 2010. p.8).

Ou seja, o adensamento, tanto demográfico quanto habitacional, compromete o funcionamento das infraestruturas, afetando a mobilidade urbana e o saneamento ambiental – neste estão inclusos a drenagem urbana, o abastecimento d'água, o esgotamento sanitário, e o manejo de resíduos sólidos. E não deve ser feita nenhuma relação direta entre aumento de densidade e redução de custos, já que quanto maior a densidade, mesmo que acompanhado de investimentos nesta infraestrutura, maior os gastos com controle de riscos ambientais, gastos energéticos, monitoramento e controle de trânsito e emissões de gases, controle de vetores de doenças etc. (MIRANDA, 2010).

Ademais, o adensamento resultante da verticalização também gera impactos sobre as águas na cidade, tendo problemas relacionados à infraestrutura de água no ambiente urbano. De acordo com Tucci (2008), dentre os principais problemas estão a escassez de tratamento de esgoto, visto que grande parte das cidades brasileiras não possui tratamento de esgoto e lança os efluentes na rede de esgotamento pluvial, que acaba escoando pelos rios urbanos.

Em outras cidades onde existem as redes de esgotamento sanitário, às vezes, sem tratamento, o problema se encontra na ausência da rede de drenagem urbana, que propicia frequentes inundações devido ao aumento da impermeabilização. Essas enchentes acabam

provocando a deterioração da qualidade da água por falta de tratamento dos efluentes e têm criado potenciais riscos ao abastecimento da população, que se torna mais crítico com a ocupação das áreas de contribuição dos reservatórios de abastecimento urbano, pois, podem comprometer a saúde da população quando estão eutrofizados (TUCCI, 2008).

Isso demonstra a importância de controlar cada etapa do ciclo das águas no ambiente urbano. A água residuária que a população devolve à natureza deve ter condições adequadas para permitir que, após ser tratada, reabasteça a cidade com mínimo de qualidade possível, e, assim, garanta sustentabilidade urbana. E um aspecto fundamental a ressaltar é que, em regiões com pouca disponibilidade de água, como é o caso do semiárido brasileiro, apenas o tratamento da água não é suficiente para garantir a sustentabilidade urbana, e por isso também se torna necessária a racionalização do consumo da água.

Essa preocupação em racionalizar a água deve ocorrer principalmente em áreas cujo processo de verticalização ocorre de forma acelerada. Não que o uso racional e econômico da água seja mais importante para as áreas verticalizadas das cidades do que para áreas de urbanização dispersa, mas o fato de existirem muitas habitações concentradas em um só lote pode sobrecarregar o sistema de abastecimento, pois geralmente os investimentos na infraestrutura não ocorrem na mesma velocidade das novas construções. Além disso, a disponibilidade dos recursos naturais, especialmente a água, tem diminuído, e gradativamente vai se tornando mais difícil atender a este aumento de densidade populacional.

Portanto, cidades cujo adensamento acontece bruscamente correm o risco de um colapso nos sistemas de infraestrutura e em particular no sistema de abastecimento de água, por falta de uma rede de abastecimento compatível com a demanda, ou simplesmente por falta de disponibilidade hídrica. Por isso é importante conhecer as demandas de água nos setores da cidade através das taxas de crescimento e adensamento, para prever possíveis falhas na rede.

Neste sentido, o processo de verticalização e adensamento das cidades não deve ser visto nem como a única solução para o desenvolvimento urbano contemporâneo, haja vista a escassez de solo urbano, nem como um mal para a cidade, e que deve ser evitado (BONATES, 2010).

Certamente a verticalização é apenas um, dentre tantos processos, que ocorrem dentro da dinâmica da cidade e, só nela já se percebe a complexidade de como uma decisão pode afetar alguns interesses em detrimento de outros. Por isso existem alguns instrumentos de planejamento urbano e gestão das cidades para assegurar que a atuação do poder público se dirija para o atendimento das necessidades de todos os cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas.

## **2.2. O Planejamento Urbano Sensível aos Recursos Hídricos**

A pressão gerada pelo crescimento populacional e a criação de novos territórios para expansão urbana que comprometem as áreas de mananciais abastecedores das cidades, são dois dos maiores desafios para os governos locais. A crescente demanda por água potável, o aumento do escoamento, os fluxos de pico e descargas de águas residuais, bem como a poluição e a degradação dos recursos hídricos, estão agora intensificadas pelas mudanças climáticas e os impactos gerados por elas. Para combater e prevenir esses problemas, urbanistas devem promover melhores estratégias e práticas de conservação da água em ambientes urbanos. Este é o objetivo principal do Planejamento Urbano Sensível aos Recursos Hídricos (em inglês *Water Sensitive Urban Design* - WSUD) (SANCHES e GARCIAS, 2009; NUNES *et al*, 2011).

Os princípios fundamentais do Planejamento Urbano Sensível aos Recursos Hídricos, segundo Wong (2006), são:

- *Proteger os sistemas naturais* - proteger e melhorar os sistemas naturais de água dentro do desenvolvimento urbano. Promovendo e protegendo os cursos naturais da água com ações que lhes permitam funcionar de forma mais eficaz e dêem suporte aos ecossistemas que dependem deles. Reduzindo a demanda de água potável através da utilização de dispositivos poupadores e da busca de fontes alternativas como a água de chuva e a reutilização das águas residuais tratadas respeitando o princípio da qualidade de água para o uso final;

- *Integrar o tratamento de águas pluviais à paisagem* - usar águas pluviais na paisagem, incorporando corredores de uso múltiplo que aumentam o encanto visual e recreativo da área. O sistema de drenagem natural pode ser utilizado por suas qualidades estéticas dentro de parques, fazendo uso da topografia natural;

- *Proteger a qualidade da água* - melhorar a qualidade da água de drenagem nos ambientes urbanos. Através de filtração e retenção, a água drenada em áreas urbanas pode ser tratada e, os poluentes podem ser removidos próximo à fonte. Buscar também a diminuição da produção de efluentes e estimular o tratamento das águas residuais bem como a reutilização das mesmas. Esta abordagem reduz o efeito que a água poluída pode ter sobre o meio ambiente e protege os cursos naturais de água;

- *Reduzir escoamento e pico de fluxo* - reduzir os picos de fluxo em áreas urbanas através de medidas de retenção pontuais, e minimizar áreas impermeáveis. Detenção local e retenção permitem o uso eficaz da terra para a mitigação das inundações, utilizando inúmeros pontos de armazenamento, em contraste com a prática corrente de utilização de bacias de retardamento de grande porte. Esta abordagem, posteriormente reduz a infraestrutura necessária à jusante para drenar efetivamente as áreas urbanas durante os eventos de chuva;

- *Agregar valor, minimizando os custos de desenvolvimento* - minimizar o custo de infraestrutura de drenagem. A redução das infraestruturas de drenagem além de reduzir os

picos de fluxo e o escoamento, minimiza os custos para a drenagem, enquanto que realça características naturais, como rios e lagos e agregam valor às propriedades da região.

Esses princípios, se aplicados corretamente, conseguem sanar grande parte dos problemas urbanos referentes aos recursos hídricos, como a baixa qualidade das águas servidas e as enchentes. O maior impasse para a execução desse planejamento urbano sensível aos recursos hídricos é que boa parte desses princípios requer intervenções nas estruturas físicas da cidade e representam investimentos significantes para o orçamento municipal. Quando a cidade não é de grande porte, a exemplo de Campina Grande, a ausência deste tipo de planejamento é ainda maior em decorrência da falta de recursos para investimento em outras estruturas prioritárias como saneamento básico, saúde, educação e transporte.

Como alternativa de controle dos recursos hídricos, para os gestores das pequenas e médias cidades brasileiras existem os instrumentos legais. Pois a aplicação das leis pode garantir um controle dos recursos naturais no ambiente urbano e ainda implica no equilíbrio ambiental sem onerar os custos dos municípios.

### ***2.2.1. Os Instrumentos Legais de Planejamento Urbanístico***

Os instrumentos legais de planejamento e gestão das cidades existem para induzir o poder público a agir em prol do interesse coletivo, garantindo que todos os cidadãos tenham acesso aos serviços, aos equipamentos urbanos e a toda e qualquer melhoria realizada pelo poder público. Assim, o Estado pode cumprir o seu papel de provedor do bem estar social e mediador dos conflitos urbanos. Dentre os instrumentos Legais que regulam o Planejamento e a gestão das Cidades se destaca o Estatuto da Cidade. Esse instrumento regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal que tratam da política urbana no Brasil.

De acordo com Oliveira (2001), o Estatuto da Cidade surgiu para diminuir as

distorções de investimentos públicos em determinadas áreas da cidade, em contraposição a outras que, em geral, já não se realizavam investimentos e coincidem com os setores urbanos ocupados pela população pobre, que permanecem, muitas vezes, “abandonadas” pelo poder público. E ainda aponta que o Estatuto da Cidade confere aos municípios novas possibilidades e oportunidades de gestão e financiamento de seu desenvolvimento, e para tais fins, tem em seus princípios fundamentais:

[...] a gestão democrática; a justa distribuição dos ônus e benefícios decorrentes do processo de urbanização; a recuperação dos investimentos do poder público que tenham resultado em valorização de imóveis urbanos e o direito a cidades sustentáveis, à moradia, à infraestrutura urbana e aos serviços públicos (OLIVEIRA, 2001. p.4).

Com isso, o Estatuto da Cidade reúne importantes instrumentos urbanísticos, tributários e jurídicos que podem garantir efetividade de outro instrumento legal, que por sua vez é responsável pelo estabelecimento da política urbana na esfera municipal e pelo pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, o chamado Plano Diretor. Este se constitui em instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Sua função é definir os usos adequados da propriedade urbana, os padrões mínimos e máximos de utilização que caracterizam cada uso, definir os locais e as finalidades para a cessão onerosa do direito de construir, identificar a parcela da área urbana onde os imóveis não edificados, subutilizados ou não utilizados poderão ser objeto de parcelamento e edificação compulsórios, entre outros (OLIVEIRA, 2001).

Portanto, as principais leis que interferem diretamente no processo de verticalização, pois regem o uso e ordenamento do solo, estão expressas na forma de Plano Diretor, Leis de Uso e Ocupação do Solo e Códigos de Obras. Estas são compostas, dentre outros princípios, de prescrições urbanísticas como coeficientes de aproveitamento, taxas de ocupação, gabaritos, recuos, etc. E uma das principais prescrições ligadas à verticalização é o coeficiente

de aproveitamento, que embasa a tese do "solo criado", ou seja, a capacidade de construir mais de que a própria área do terreno (BONATES, 2010).

De posse dos instrumentos legais de planejamento urbano, e em virtude do crescimento desordenado das cidades de grande e médio porte se dar de forma acelerada e desorganizada, trazendo problemas de ordem social, econômica e de infraestrutura; os problemas urbanos devem ser encarados de maneira ampla, cujas soluções não devem ser pontuais. E, portanto, cabe aos gestores planejarem a cidade de forma integrada, considerando cada um dos seus elementos, e segundo Tucci (2008), os principais elementos, que compõem a estrutura de gestão da cidade são:

**Planejamento e gestão do uso do solo:** trata da definição, por meio do Plano Diretor Urbano, de como a cidade é prevista para ser ocupada e suas correções com relação ao cenário do passado e do presente;

**Infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte:** planejamento e gestão desses componentes da infraestrutura que podem ser de atribuição de implantação pública ou privada, mas devem estar regulados pelo município;

**Gestão socioambiental:** a gestão do meio ambiente urbano é realizada por entidades municipais, estaduais ou federais de acordo com a estrutura institucional. A gestão envolve a avaliação e aprovação de projetos, monitoramento, fiscalização e pesquisa para que o desenvolvimento urbano seja socioambiental sustentável (TUCCI, 2008. p.97).

Além dos elementos de planejamento e gestão do uso do solo, de infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte; o mecanismo de gestão socioambiental é de extrema importância para garantir o crescimento sustentável das cidades. E neste âmbito existe, igualmente, legislação que norteia o consumo dos recursos naturais.

### ***2.2.2. Os Instrumentos Legais para a gestão socioambiental integrada***

As principais e mais pertinentes normas de controle do uso da água são, a Lei Federal 9.433/1997 (BRASIL, 1997), que regula a Política Nacional de Recursos Hídricos. Além da



PNRH, outro instrumento legal que considera a integração do meio urbano com o ambiente natural é a Lei Nacional 11.445/2007 que trata do Saneamento Básico (BRASIL, 2007). Porém esta lei não considera os recursos hídricos como integrantes dos serviços públicos de saneamento básico, mas ela busca assegurar que o planejamento seja, de fato, um instrumento de gestão pública que, aliado à regulação, fiscalização e controle social, proporcione, de forma articulada a outras políticas públicas, a universalização, integralidade, transparência, sustentabilidade e eficiência dos serviços de saneamento (BRASIL, 2009).

Algumas diretrizes mais específicas instituídas pelo Governo Federal compõem o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), que tem como objetivo geral promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, visando definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para o consumo nas áreas urbanas (PNCDA, 2004).

Dentro do Programa foram elaborados Documentos Técnicos de Apoio (DTA's) na área de conservação, tecnologia de sistemas públicos de abastecimento de água, de sistemas prediais de água e esgoto e campanhas educativas. Os DTA's que abordam especificamente as tecnologias economizadoras de água em edifícios são o DTA - F1 e o DTA - F2 (PNCDA, 2004).

O DTA - F1 apresenta um panorama das tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais disponíveis mundialmente. Propõe também linhas de ação alternativas para alcançar a racionalização do uso da água nos edifícios baseadas nas experiências internacionais, científicas e tecnológicas do setor, passíveis de aplicação à realidade nacional (PNCDA, 2004).

O DTA - F2 descreve os diversos tipos de produtos economizadores de água

existentes, fornecendo subsídios para esclarecimento das características de funcionamento e utilização destes equipamentos conforme os tipos de usos e usuários da edificação (PNCDA, 2004).

Existe também a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente visando à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico; ela tem por objetivo:

[...] a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio - econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso nacional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente (BRASIL, 1981. p.1).

Essas diretrizes demonstram a responsabilidade que o governo federal está tendo coma proteção do meio ambiente, e mesmo da maneira ampla como é colocado, o texto consegue abranger todos os recursos naturais e destacar a preocupação com a vida humana.

A Lei ainda indica as competências do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que, entre outras, é estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos. Ainda dentro das suas atribuições, o CONAMA deve determinar a realização de estudos das possíveis consequências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos responsáveis, informações indispensáveis à apreciação de Estudos Prévios de Impacto Ambiental e respectivos Relatórios, no caso de obras ou atividades de significativa degradação ambiental; decidir sobre as multas e outras penalidades impostas pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); estabelecer os critérios técnicos para a declaração de áreas críticas, saturadas ou em vias de saturação; estabelecer sistemática de monitoramento, avaliação e cumprimento das normas ambientais; avaliar regularmente a implementação e a execução da política e normas ambientais do País, estabelecendo sistemas de indicadores; e deliberar, sob a forma de resoluções, visando o cumprimento dos objetivos da Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981).

Entretanto, a norma que efetivamente trata das questões relativas à água no Brasil, é a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Estabelecida pela Lei Federal 9.433/1997. Essa Lei determina um processo participativo e descentralizado para a gestão de recursos hídricos, em nível de bacia, envolvendo a Sociedade Civil, Usuários da Água e o Poder Público. Inserindo, neste contexto, os chamados Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH). Os CBHs foram instituídos, com o objetivo de promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos e articular a atuação das entidades envolvidas (RIBEIRO, 2012).

O Plano Nacional de Recursos Hídricos, objetiva estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em

qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social. E como arcabouço institucional para essa gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos no Brasil, existe o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), para coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (BRASIL, 2006).

A Política Nacional de Recursos Hídricos considera a água como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e um bem de domínio público; e diz que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; devendo ser descentralizada, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Intentando cumprir com os objetivos de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; garantir a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e prevenir eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

Portanto, as diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos são:

- I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
- II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras (BRASIL, 1997. p.1).

Diante do exposto, os diversos problemas decorrentes da urbanização desordenada e a quantidade de Leis que controlam o uso dos recursos naturais demonstram que a preocupação com o crescimento das cidades deve ser constante, e para um desenvolvimento equilibrado, os elementos de gestão da cidade, precisam ser considerados, especialmente no tocante ao adensamento construtivo. Se o adensamento construtivo não for bem planejado, acarreta graves problemas aos serviços de infraestrutura da cidade, entre eles: o sistema viário, a rede de drenagem pluvial, o sistema de esgotamento sanitário e o sistema de distribuição de água. Neste sentido, é necessário um planejamento multidisciplinar, pois não se pode estimular o adensamento de uma área que não possui infraestrutura compatível com a quantidade de pessoas que ocuparão a área. Especialmente quando um projeto de expansão prever áreas com potencial para verticalização (ARAÚJO e RUFINO, 2011).

Por conseguinte, Wagner e Zalewski (2009) dizem que existe a necessidade de um novo paradigma de gestão da cidade, que deve ser considerada como um sistema ecológico, analisando processos fundamentais, como a circulação de água, matéria e fluxo de energia. A compreensão do ciclo desses componentes pode ajudar a regulá-los e melhorar a eficácia da gestão integrada nas cidades. Ocorre que, para regular o uso indiscriminado da água nas áreas urbanas é necessária uma legislação, e, apesar de o Brasil ter um aparato legal suficiente para o controle dos recursos hídricos, os municípios têm que acompanhar a evolução das legislações e adaptá-las às suas realidades.

Neste sentido existem lacunas a serem preenchidas e, com relação ao adensamento

desordenado e à verticalização acelerada, poucos municípios consideram o aumento da demanda de água como um dos fatores determinantes para estabelecer as diretrizes urbanas. Principalmente porque exige a integração das leis de meio ambiente a as leis urbanas. Sendo assim, as definições e diretrizes nos códigos de obras municipais são fundamentais para induzir o uso racional da água nos objetos edificados, e precisam interagir com as leis de meio ambiente, garantindo que o crescimento urbano ocorra de maneira sustentável.

### **2.3. Gestão da Demanda de Água**

Segundo Tucci *et al* (2001), os recursos hídricos são limitados e têm um papel significativo no desenvolvimento econômico e social de uma região. Com o desenvolvimento econômico e o crescimento populacional, ocorridos no século XX, os recursos naturais, em geral, passaram a ser explorados de forma predatória e, 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, recreação com lagos artificiais e modificações costeiras, bem como ocupação da população em áreas com risco de inundação, provocaram impactos ambientais, criando condições sanitárias extremamente desfavoráveis, e produzindo grandes perdas econômicas.

Ao longo dos anos buscou-se inibir o desenvolvimento baseado em aproveitamentos de recursos hídricos sem cuidados com a preservação e conservação ambiental. Criaram-se mecanismos de controle do impacto ambiental na aprovação de projetos, na fiscalização de sua execução e na operação. Além de definições dos aspectos institucionais do gerenciamento dos recursos hídricos, e a preservação ambiental (TUCCI *et al*, 2001).

No Brasil, a maioria das cidades ainda adota ações que comprometem o equilíbrio entre população e o consumo de recursos naturais, o que tem refletido negativamente na qualidade de vida, principalmente das populações de baixa renda, e no ambiente dessas

idades. Com relação à água, por exemplo, a resposta padrão à sua escassez tem sido frequentemente, a expansão da oferta hídrica, uma política que remonta a mais de dois mil anos, e que se traduz na construção de grandes obras hidráulicas, importando água de bacias cada vez mais distantes para atender satisfatoriamente o crescimento da demanda. E, por isso, percebe-se que, devido às mudanças ocorridas na humanidade e em seu estilo de vida, surge a necessidade da adoção de um novo paradigma que substitua a versão tradicional da expansão apenas da oferta, por um modelo mais coerente, com os preceitos da sustentabilidade no tocante ao uso dos recursos hídricos (GUEDES, 2009).

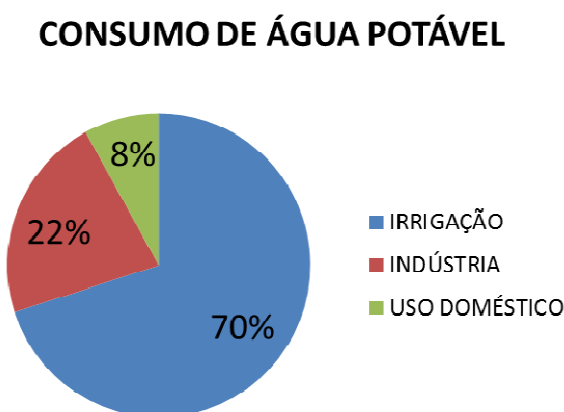
O gerenciamento e controle adequados dos recursos naturais têm se mostrado ferramentas capazes de minimizar o impacto ambiental causado pelo uso indiscriminado dos recursos naturais. A gestão das águas em áreas urbanas considera tanto a gestão de recursos hídricos (referente às atividades de aproveitamento, conservação, proteção e recuperação da água bruta, em quantidade e qualidade adequada aos usos exigidos) quanto a gestão dos serviços de saneamento básico (referente aos serviços de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotos e drenagem pluvial) (ALVES, 2009).

Com relação ao gerenciamento da água têm-se duas etapas distintas, cujas ações também são diferenciadas. A gestão da oferta de água trata não apenas do tradicional atendimento de aumento da oferta pelo menor custo, mas também de manter a sustentabilidade da bacia hidrográfica, enquanto a gestão da demanda visa adoção de medidas voltadas a reduzir o consumo final dos usuários do sistema, sem prejuízo dos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais. Essa redução pode ser buscada mediante mudanças de hábitos de uso da água ou mediante a adoção de aparelhos e equipamentos poupadores (GUEDES, 2009; CARNEIRO, 2008).

### 2.3.1. Mecanismos Poupadores

De acordo com a ONU, os sete bilhões de habitantes do mundo estão se apropriando de 54% de toda a água doce acessível contida nos rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Dentre este, o uso doméstico da água representa 8% do consumo total de água potável, ocupando o terceiro lugar em volume (o primeiro é a agricultura com 70%, seguido pela indústria com 22%), apesar de as cidades não serem os maiores consumidores de água, não significa que devemos nos preocupar menos com a redução do consumo (UN, 2012). A figura 1 apresenta essas proporções.

Figura 1- Consumo de água potável no mundo



Fonte: UN, 2012.

As edificações urbanas que na fase de construção e ao longo da vida, visam reduzir os impactos causados ao meio ambiente, são chamadas de edifícios sustentáveis. A produção dessas edificações sustentáveis tem como uma de suas principais ações o uso racional da água, seja por meio do armazenamento de água, do reaproveitamento ou da redução de consumo.

Independente dos mecanismos econômicos, institucionais e educacionais que podem



levar a redução do consumo de água. Nas habitações, a economia da água, resultante de mecanismos tecnológicos, pode ser realizada de formas distintas: a) a partir do aproveitamento de águas pluviais; b) com a implantação de redes de distribuição separadas, uma exclusiva para água potável e outra para água de reuso. Outra forma de complementar esses sistemas, e que pode ser implantado independente, é a utilização de equipamentos que incorporem tecnologias que favoreçam o uso econômico da água. São as torneiras com bicos aspersores ou com dispositivos de tempo, chuveiros com aeradores ou com reguladores de pressão, bacias sanitárias com caixa acoplada economizadora, reguladores de pressão, mictórios com dispositivos reguladores de tempo, entre outros (FRANCO JUNIOR, 2007).

A utilização cada vez maior de aparelhos economizadores de água nas instalações residenciais tem sido motivada pela consciência do uso racional da água, que implica, conseqüentemente, na redução dos gastos com as contas. Essa nova abordagem tem levado pesquisadores e fabricantes a desenvolverem maneiras de se usar cada vez menos água nos hábitos diários de higiene. Grande parte destas pesquisas concentra-se no estudo de materiais e tecnologias alternativas dentro de nichos muito específicos de mercado. É o caso dos chuveiros e torneiras, que juntamente com as bacias sanitárias, são os maiores desperdiçadores de água em uma residência e um dos mais difíceis de serem controlados (SERRADOR, 2008).

Outro fator que deve ser destacado, com relação às tecnologias economizadoras, é a apropriação cultural de alguns equipamentos, visto que, nos últimos anos, a sociedade vem sofrendo transformações que estão refletindo diretamente na relação entre o homem e o meio ambiente. As pessoas têm se preocupado mais com a conservação dos recursos naturais; os poderes públicos têm criado meios de estabelecer um desenvolvimento sustentável; as empresas exploram, cada vez mais, a temática da sustentabilidade como autopromoção, e com

isso criam produtos e serviços ecologicamente corretos.

Em decorrência desse processo, a população tem tido mais acesso a esses produtos *verdes* e alguns deles começam a fazer parte do cotidiano dos usuários, permitindo, facilmente, que sejam aplicados nas novas construções. Entretanto, apesar de alguns itens já estarem sendo usados nas novas construções, considerá-los nos cálculos desta pesquisa é de fundamental importância para a compreensão dos impactos que seu uso pode causar na redução do consumo de água.

Um exemplo disto é a implantação de medidores individuais de consumo de água, por unidade habitacional, em edifícios residenciais. No modelo tradicional, a água gasta no edifício era rateada de forma homogênea por todos, em função de não ter sido medida individualmente. Segundo Franco Junior (2007), com a implantação dos sistemas de medição individual, obtém-se uma economia de até 20% no consumo do edifício, ele relata que de forma individual, cada morador se educa melhor quanto ao consumo de água, diminuindo o desperdício.

Outro exemplo é a substituição da bacia sanitária tradicional, com válvula de acionamento do tipo hidra, que pode gastar até 20 litros de água por acionamento, por um vaso de descarga reduzida (VDR), que gasta 6 litros por acionamento. Atualmente, o acionamento desta bacia é realizado por dois botões, conforme sua utilização, um botão para líquidos, com gasto de 3 litros por acionamento, e outro para sólidos, com consumo de água igual a 6 litros de por acionamento (FRANCO JUNIOR, 2007).

### ***2.3.2. Exemplos de Mecanismos Poupadores***

#### ***Torneira***

Franco Junior (2007) considera que é necessário apenas um litro para uma lavagem de

mãos. A torneira mostrada abaixo (Figura 2) consiste em um tubo de vidro que armazena exatamente um litro de água, suficiente para esta atividade, com tempo estimado de 15 segundos. Nesta torneira, uma vez que o litro armazenado é usado, tem que se fechá-la até o próximo litro de água encher o tubo, favorecendo a educação do uso da água e resultando em economia sem prejudicar a estética do produto. Apesar das vantagens que esse produto oferece, ainda não está em escala de produção, portanto indisponível no mercado.

**Figura 2- Exemplo de torneira economizadora**



Fonte: [www.centrodesignfeevale.com](http://www.centrodesignfeevale.com)

De acordo com Franco Junior (2007), uma torneira tradicional de fluxo contínuo consome até 9 litros da água por minuto, dependendo da pressão da água pode-se chegar a 20 *l/min*. Uma estratégia para reduzir o consumo deste equipamento seria utilizar um arejador. Consiste em uma peça localizada na extremidade da torneira, em seu interior existe uma espécie de filtro que diminui o tamanho das partículas e introduz ar no líquido. Esse processo mantém a sensação do jato forte, porém com uso de menos água na lavagem.

Uma torneira com arejador consome cerca de 1,8 *l/min* de água. Ao comparar o consumo de água das duas torneiras (figuras 3 e 4), considerando que a convencional consome 9 *l/min*, tem-se uma economia de 80% de água. Essa porcentagem é aplicada na quantidade de água que os 17%, indicados por Mierzwa *et al* (2006) representam do consumo geral do edifício.

**Figura 3- Torneira para uso geral sem arejador**



Fonte: <http://www.lojaobrafacil.com.br/>

**Figura 4- Torneira para uso geral com arejador**



Fonte: <http://www.telhanorte.com.br>

Com relação ao investimento financeiro na substituição deste equipamento, tem-se um acréscimo de 44,41%, visto que, em média, uma torneira convencional custa R\$ 53,94<sup>2</sup>, e uma com arejador custa R\$ 77,90<sup>3</sup>.

### ***Chuveiro***

A busca para reduzir o consumo de água dos chuveiros iniciou-se há mais de uma

---

<sup>2</sup> Valor encontrado no site <http://www.lojaobrafacil.com.br>

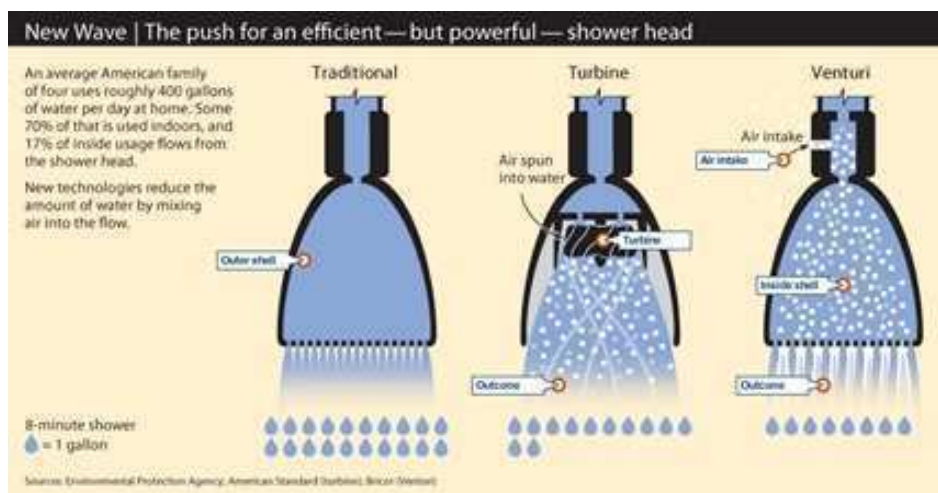
<sup>3</sup> Valor encontrado no site <http://www.telhanorte.com.br>

década e os métodos empregados eram a utilização de restritores do fluxo de água nos chuveiros existentes ou a troca por uma ducha mais econômica, este mecanismo foi substituído por um tipo de dispositivo que utiliza uma pequena turbina, que divide a água em gotículas e as mistura no ar, produzindo um *spray* (BALL, 2009).

Atualmente, os pesquisadores desenvolveram um dispositivo que, quando instalado nas duchas, preenche as gotas de água com uma minúscula bolha de ar, ele utiliza um pequeno tubo de diâmetro variável, que cria uma diferença de pressão e velocidade do fluido. O ar é sugado para dentro do tubo, devido ao vácuo parcial criado, fazendo com que o ar e a água se misturem. Com isso o fluxo de água é aumentado, enquanto é reduzida a quantidade de água utilizada (BALL, 2009).

Os tipos de economizadores de água em chuveiros, anteriormente citados, podem ser vistos na figura 5.

**Figura 5- Dispositivos aeradores de chuveiros**



Fonte: Ball, 2009.

Ball (2009) diz que a economia alcançada por este aerador de chuveiros é de 40%, entretanto, apesar de ser uma tecnologia simples, ainda não está disponível no comércio de

Campina Grande, e, portanto, é de difícil mensuração dos custos.

Segundo Franco Junior (2007), um chuveiro elétrico convencional, com gastos de 60 litros por banho de 15 minutos, se aplicado equipamento redutor de pressão, passa a gastar para um mesmo banho de 15 minutos, um volume de 25 litros. Se o banho for de ducha com duração de 15 minutos, este gasta aproximadamente 135 litros, utilizando-se o mesmo equipamento, o banho de igual duração passa a gastar 45 litros de água. Considerando a ducha como referencial para o cálculo, por se tratar do maior consumo, tem-se 66,66% de economia. Essa redução será aplicada ao valor relativo aos 61% do consumo que a ducha representa em um edifício.

O custo de um redutor de pressão está em torno de R\$ 18,32<sup>4</sup>, associado ao custo de investimento inicial, que seria apenas do chuveiro semelhante à figura abaixo, por R\$ 267,85<sup>5</sup>, resulta num aumento de 6,84%.

**Figura 6– Chuveiro**



Fonte: <http://www.maisconstrucao.com.br/>)

---

<sup>4</sup> Valor encontrado no site [www.condec.com.br](http://www.condec.com.br)

<sup>5</sup> Valor encontrado no site <http://www.maisconstrucao.com.br/>

**Figura 7- Reguladores de vazão**



Fonte: [www.condec.com.br](http://www.condec.com.br)

### ***Reuso de Água***

Segundo Costa e Ilha (2009), o aproveitamento de água de chuva e o reuso de águas cinza são exemplos de medidas para a gestão da oferta de água no edifício. O uso de fontes alternativas para fins menos nobres, como irrigação, rega de jardins, lavagem de rua e descarga em bacias sanitárias, é indicado como opção para a redução do consumo de água potável.

Entretanto, a água de reuso pode ter várias origens, e sua qualidade também pode variar muito, ocorrendo presença de patogênicos, coliformes e matéria orgânica. Assim, apesar do potencial de economia de água potável, o reuso pode por em risco a saúde da população, sendo necessários alguns cuidados para evitar riscos de contaminação, como o uso de sistemas hidráulicos e reservatórios independentes e identificados, torneiras de acesso restrito, programas de informação e capacitação de equipes e monitoramento constante. Estes constituem requisitos fundamentais para a segurança dos usuários (COSTA e ILHA, 2009).

Apesar de Costa e Ilha (2009) alertarem para a necessidade de um levantamento sistemático que leve em consideração os aspectos determinantes do consumo e as diferentes tipologias de edifícios residenciais para a obtenção valores mais precisos, eles afirmam que, em média, 25% do consumo de água em edifícios poderiam ser supridos com água não potável. Baseado nos critérios de identificação e escolha dos mecanismos poupadores, a água proveniente do sistema de reuso só será considerada para fins de lavagem de calçadas e terraços, classificado por Mierzwa *et al* (2006) como "outros usos", portanto a economia deste mecanismo representa 3% do consumo total da edificação, considerando que toda a água destinada ao uso determinado será substituída pela água de reuso.

Afigura 8 mostra um esquema de funcionamento do sistema de reuso das águas cinza.

Figura 8- Esquema de reuso de águas cinza



Fonte: <http://friburgofiltros.com.br/>



Estima-se que o custo de implantação do sistema em uma unidade habitacional é R\$ 4.500,00<sup>6</sup>, como o tamanho do sistema varia de acordo com o porte do edifício, tomou-se como parâmetro um edifício de dez pavimentos tipo, ao custo de R\$ 4.500,00 por pavimento. O investimento total do sistema resultou em R\$ 45.000,00. Esse valor é, em média, 1% do custo total de um edifício desse porte.

### ***Bacia Sanitária***

Atualmente, está disponível no mercado, uma nova bacia sanitária usando uma tecnologia de vácuo assistido, que proporciona descarga rápida, eficiente e eficaz consumindo apenas 3,0 litros para resíduos sólidos – tornando-se mais econômica que as atuais de acionamento duplo. Enquanto a bacia sanitária de pressão assistida usa o ar comprimido no topo da caixa de descarga para empurrar a água através da válvula de descarga (atingindo uma descarga muito eficaz), a bacia sanitária de vácuo assistido, literalmente, puxa o conteúdo do vaso para baixo através do sifão.

Esta bacia funciona da seguinte maneira: após o acionamento da descarga, a água enche a caixa de descarga e uma câmara interna especial, forçando o ar para a parte superior da câmara e empurrando-o para baixo através de um tubo de transferência para o sifão. Uma pressão positiva é exercida sobre a água na bacia pelo ar, sendo forçado através do tubo de transferência no sifão, elevando o nível da água na bacia do vaso sanitário e aumentando a área da superfície de água, além do que seria esperado em um vaso sanitário com apenas 3,0 litros por descarga.

Quando é dada a descarga, a água que sai do interior da câmara cria um vácuo –

---

<sup>6</sup> Valor encontrado no site [www.ecosanlac2012.com.br](http://www.ecosanlac2012.com.br)

despressurizando o sifão. Esta despressurização cria uma força de sucção que puxa a água da bacia através do sifão. Durante a descarga, o sifão é inteiramente preenchido com água. O mecanismo de vácuo assistido ajuda a bacia sanitária a efetivamente transportar uma quantidade significativa de resíduos usando muito pouca água (figura 9).

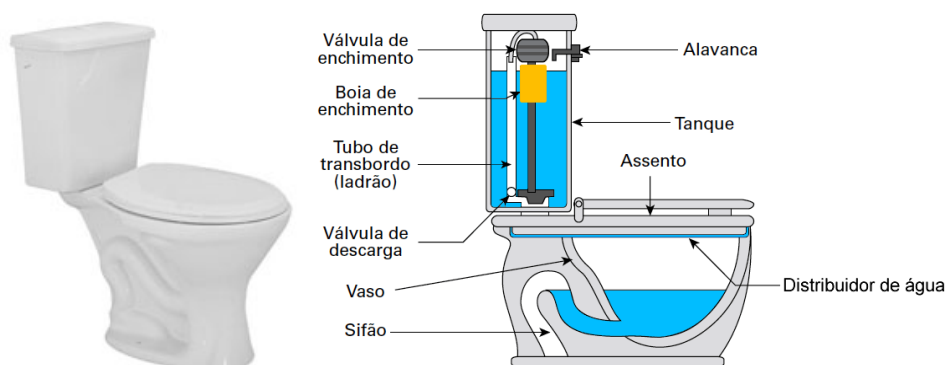
**Figura 9- Funcionamento de bacia sanitária a vácuo assistido**



Fonte: <http://www.niagaraconservation.com>

No passado, as bacias sanitárias consumiam de 9 litros a 12 litros de água, porém um convênio firmado entre as empresas fabricantes do setor e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP) determinou que a partir de 2002 todas as bacias sanitárias produzidas no Brasil deviam apresentar um volume nominal de 6 litros, com isso surgiram as bacias com caixa acoplada de acionamento simples (figura 10).

**Figura 10- Sistema sanitário com acionamento simples**



Fonte: <http://www.profcardy.com/>

A evolução do produto originou a bacia sanitária de acionamento duplo, e as descargas dos resíduos líquidos que antes eram feitas com 6 litros passaram a ser feitas com 3 litros. Mierzwa *et al* (2006) consideraram que a cada quatro vezes que a bacia é utilizada, uma é para sólidos e as três demais são para líquidos, portanto, com essas três descargas consumindo a metade da água, a economia gerada pela substituição da bacia sanitária de acionamento simples pelo duplo atinge 75% do consumo.

Com relação aos custos, uma bacia sanitária de acionamento simples equivale a R\$ 189,90<sup>7</sup>, enquanto uma de acionamento duplo, demonstrada na figura 11, custa R\$ 289,90<sup>8</sup>. O acréscimo do custo para a substituição das bacias representa 34,5%.

<sup>7</sup> Valor encontrado no site <http://www.bimbon.com.br>

<sup>8</sup> Valor encontrado no site <http://www.bimbon.com.br>

**Figura 11- Sistema sanitário dual flush**



Imagem Ilustrativa

Fonte: <http://www.aecweb.com.br/>

### ***Aproveitamento de Águas Pluviais***

O aproveitamento da água pluvial é outra forma de aumentar a oferta de água nas edificações, visto que, além dos benefícios de redução do consumo de água de boa qualidade da concessionária, ainda surge como uma ação no combate às enchentes, funcionando como uma medida não estrutural no sistema de drenagem urbana (SOARES, 2012).

Segundo Soares (2012), para se elaborar um projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água de chuva é necessário adotar uma metodologia básica que consiste na: determinação da precipitação média local (*mm/mês*); determinação da área de coleta; determinação do coeficiente de escoamento; projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc.); projeto do reservatório de descarte; escolha do sistema de tratamento necessário; projeto da cisterna; caracterização da qualidade da água pluvial; e identificação dos usos da água (demanda e qualidade).

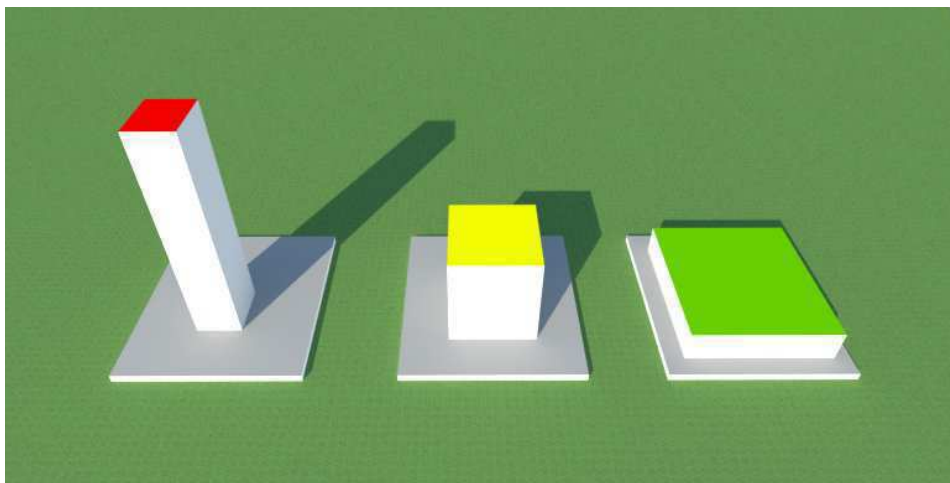
Os fatores principais a serem observados nesse sistema são a área de captação (normalmente é o telhado, por apresentar melhor qualidade, visto que são áreas isoladas do tráfego de pessoas e veículos e por permitir que a água captada se direcione para o

reservatório apenas por gravidade, diminuindo os custos de operação do sistema) e o reservatório de acumulação (retém as águas pluviais coletadas, e é o item mais oneroso para a implantação do sistema, por isso seu dimensionamento é de suma importância para evitar gastos desnecessários) (SOARES, 2012).

Um exemplo de sucesso do funcionamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais é o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC). O programa tem o objetivo de beneficiar cerca de cinco milhões de pessoas em toda região semiárida com água potável para beber e cozinhar, através da construção de cisternas de placas. É destinado às famílias com renda até meio salário mínimo por membro da família, incluídas no Cadastro Único do governo federal, e que residam permanentemente na área rural e não tenham acesso ao sistema público de abastecimento de água. Para cada residência enquadrada nos critérios exigidos, é construída uma cisterna com capacidade para armazenar até 16 mil litros de água, quantidade suficiente para uma família de 5 pessoas beber e cozinhar, por um período de 6 a 8 meses – época da estiagem na região.

Entretanto, para edificações verticalizadas, cuja população é maior em relação à população de uma edificação térrea com a mesma área de cobertura, a quantidade de água captada não seria suficiente para o abastecimento de toda a população, e por isso percebe-se que sua aplicação não é compatível com a tipologia estudada. Além disso, a precipitação média anual da região em estudo não justificaria o investimento, pois apesar de ser 605,08mm, segundo a AESA (2009), o período de chuvas é intenso, porém, curto, o que demandaria um reservatório maior para armazenar a água por mais tempo, e isso elevaria muito o custo de implantação do sistema, visto ser o reservatório de acumulação, o item mais oneroso. O esquema apresentado na figura 12 ilustra a relação entre a área de captação da água de chuva e a tipologia do edifício.

**Figura 12- Esquema da relação entre captação de águas pluviais e tipologia do edifício**



Fonte: dados produzidos pelo autor

Como este estudo avalia, além da eficiência dos mecanismos poupadores, a viabilidade financeira de sua implantação, o sistema de captação de águas pluviais, se mostra pouco viável em edifícios verticais de grande altura, devendo-se investigar a viabilidade de uso do sistema no caso de edifícios cuja área de captação do edifício tem melhor relação com sua população (tipologia típica das edificações de cunho social).

## **CAPÍTULO III - METODOLOGIA**

### **3.1. Considerações Iniciais**

Para dar suporte aos estudos propostos, além do levantamento bibliográfico realizado, o trabalho foi dividido em três principais etapas metodológicas: i) a escolha dos mecanismos poupadores; ii) a criação dos cenários de adensamento urbano e suas demandas de água, e iii) a análise urbanística.

Na fase de escolha dos mecanismos poupadores, foram considerados critérios econômicos. Aplicando tais critérios na distribuição de consumo no edifício, encontrou-se a economia segundo a parcela que eles representavam.

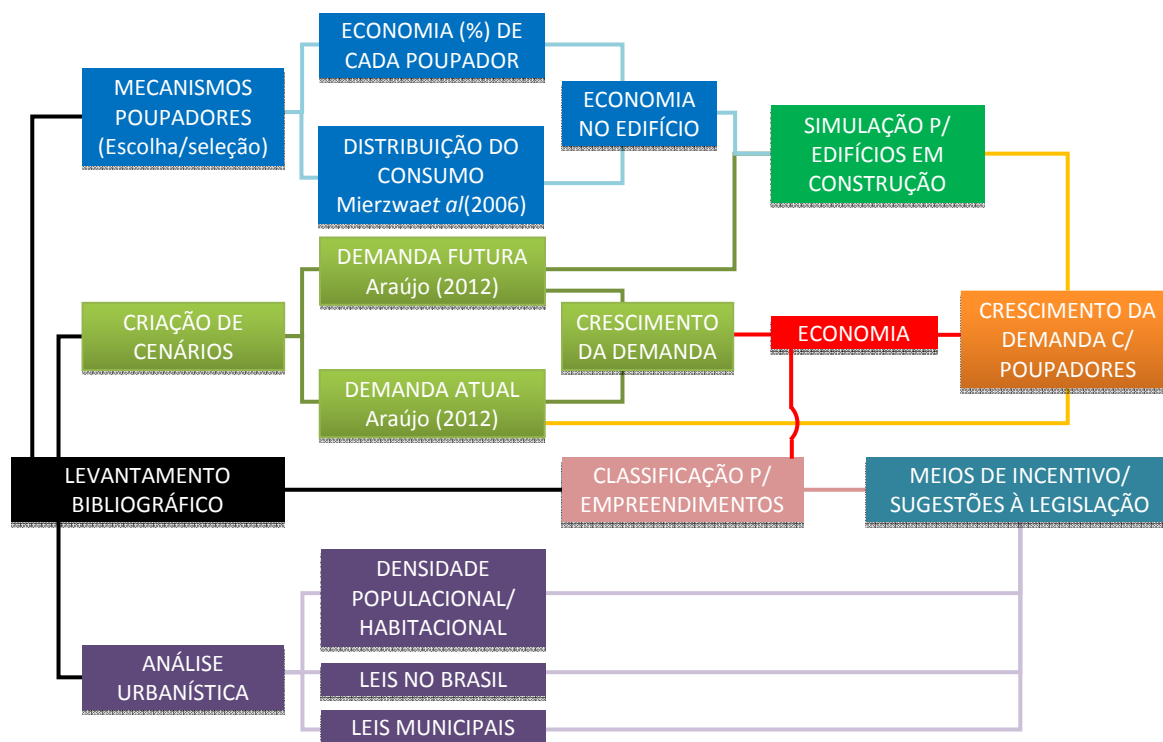
A criação de cenários considerou os dados de Araújo (2012) para avaliar a demanda de água após a conclusão dos edifícios em construção e para a demanda avaliada, aplicou-se a economia encontrada na etapa anterior para fazer uma simulação de qual seria o consumo de água caso os edifícios utilizassem os poupadores.

De posse do crescimento da demanda dos edifícios com uso e sem o uso dos mecanismos poupadores (cenários considerados), fez-se um comparativo para determinar o impacto que a economia de água gerada por esses mecanismos teria no bairro como um todo sob o ponto de vista quantitativo do abastecimento de água humano.

Em paralelo a essas observações, a análise urbanística contemplou um estudo da evolução urbana da cidade, diagnosticando o processo de adensamento populacional e construtivo, e, além disso, foi feito um levantamento de leis federais, estaduais e municipais para nortear a avaliação da realidade local e subsidiar as sugestões de incentivo ao consumo controlado da água.

Todo esse processo metodológico pode ser melhor compreendido a partir do esquema gráfico da figura 13:

**Figura 13- Organograma do processo metodológico**



## 3.2. Seleção dos Mecanismos Poupadores

### 3.2.1. Estabelecimento de critérios de seleção

Alguns critérios foram utilizados para a identificação e escolha dos mecanismos poupadores para esta pesquisa. São estes: (i) que fossem de fácil implantação, considerando a qualificação da mão de obra local; (ii) que tivessem uma boa relação entre o investimento inicial e o retorno financeiro gerado pelos mesmos, comparando os custos representados pela substituição dos equipamentos e a economia alcançada por eles; (iii) que demonstrassem



maior adequabilidade à realidade da região em estudo; e (iv) que resultassem em maior redução do consumo de água. Baseado nesses critérios, os equipamentos listados a seguir, indicam as escolhas para esta pesquisa.

Mesmo sendo mais eficiente, a torneira que utiliza apenas um litro de água por lavagem de mãos ainda não está em escala de produção, portanto a maneira mais viável de economizar água na torneira seria utilizando o arejador.

A seleção do mecanismo poupador para a obtenção de economia nos chuveiros levou em consideração a facilidade de acesso ao produto, e definiu o equipamento redutor de pressão como a forma mais viável de aplicação nos edifícios.

Da mesma maneira, como ainda não é possível encontrar a bacia sanitária a vácuo assistido no comércio da nossa região, o equipamento poupador adotado na pesquisa foi a bacia sanitária com caixa acoplada de acionamento duplo.

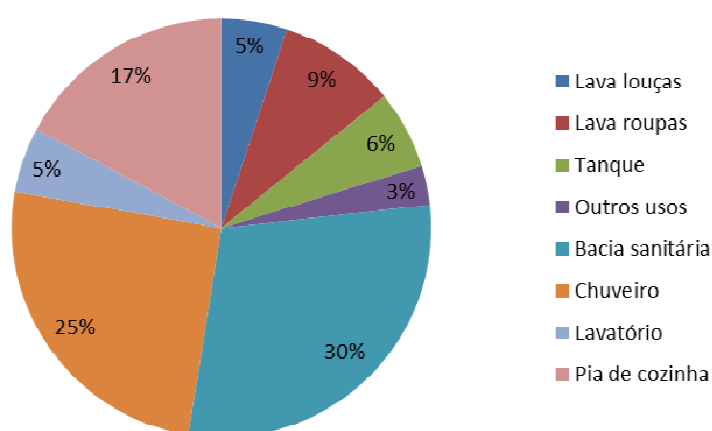
O aproveitamento de águas pluviais, mesmo sendo reconhecido como mecanismo poupador, não foi selecionado para a pesquisa, por necessitar de um investimento muito alto na execução de um reservatório que atenda toda a população do edifício, provavelmente inviabilizando sua implantação. Não se mostrando, portanto, tão adaptado à tipologia das edificações propostas nesse estudo.

### ***3.2.2. Distribuição do consumo***

Diante dos dados de economia dos equipamentos poupadores e o cenário previamente obtido na pesquisa de Araújo (2012) que forneceu a demanda de água futura para a área em estudo, foi feito um novo cenário com a junção das informações obtidas, no qual foi simulada a demanda de água da região, caso os novos edifícios utilizassem os mecanismos poupadores.

Na figura 14, Franco Junior (2007) cita a distribuição da água na residência.

**Figura 14- Distribuição do consumo de água na residência**



Fonte: Franco Junior (2007)

Porém, Mierzwa *et al* (2006) afirmam que a distribuição do uso da água em um empreendimento vertical ocorre conforme a tabela 1.

**Tabela 1- Distribuição do uso da água em empreendimento vertical**

Uso	Frequência	Consumo específico	Consumo diário por lote (l/dia)	Distribuição (%)
Bacia sanitária	4 vezes/d.hab	6 L/uso	14.016	8%
Banho (ducha)	10 min/d.hab	18 L/min	105.120	61%
Lavatório	5 min/d.hab	10 L/min	29.200	17%
Cozinha (pia)	15 min/dia	8 L/min	17.520	10%
Outros usos	5 min/dia	8 L/min	5.840	3%
Irrigação	2 L/m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>	129	0%
<b>TOTAL</b>			<b>171.825</b>	<b>100%</b>

Fonte: Adaptado de Mierzwa, *et al* (2006)

### 3.2.3. Metodologias do cálculo das economias

Diante dos dados de distribuição do uso da água em empreendimentos verticais aplicou-se a economia de cada equipamento poupador na porcentagem que ele representa para consumo final da unidade habitacional, obtendo, assim, a nova demanda de água para cada mecanismo poupador.

Araújo (2012) determinou o aumento da demanda de água resultante da conclusão dos edifícios residenciais e sobre este valor aplicou-se a parcela que cada equipamento poupador

representa no consumo. O sanitário equivale a 8% do consumo, o chuveiro a 61%, a pia a 17% e os outros usos representam 3%. Esses valores foram adotados de acordo com Mierzwa *et al* (2006), por se tratar de valores específicos para empreendimentos verticais, sendo mais condizentes com a tipologia aplicada ao estudo.

Para o sanitário foi adotada a economia resultante da substituição da quantidade de água entre as descargas de líquidos e de sólidos realizadas por dia, que seriam, de acordo com Mierzwa *et al* (2006), uma para o resíduo sólido, e que nesta descarga seriam utilizados seis litros de água, e três para resíduos líquidos, utilizando 3 litros em vez dos 6 litros da bacia sanitária tradicional. Aplicou-se o percentual de economia no valor representativo do consumo total do edifício.

A economia alcançada por um redutor de pressão em chuveiros também é aplicada ao valor relativo aos 61% do consumo que este representa em um edifício, e, a partir daí, tem-se a economia da demanda.

Para a torneira foi feito um cálculo considerando a substituição da torneira convencional por uma com aerador, tendo como base o consumo de água pelo tempo sugerido para uma de lavagem das mãos. Comparando o consumo das duas, tem-se uma economia de água numa lavagem. Essa porcentagem é aplicada na quantidade de água que os 17%, indicados por Mierzwa *et al* (2006), representam do consumo geral do edifício.

Para a categoria outros usos do edifício, que contemplam, entre outros, a lavagem de calçadas e terraços, o mecanismo poupador utilizado é o reuso de águas cinza. Como Mierzwa *et al* (2006) afirmam que a categoria outros usos representam 3% do consumo total da edificação, a economia foi considerada suprimindo toda esta demanda com água proveniente do reuso.

### 3.2.4. Relação entre investimento e economia de água

De posse da quantidade de água economizada por cada equipamento poupador e os custos a mais, que a substituição ou implantação de cada um representa, segue a tabela 2 sintetizando os valores dos mecanismos selecionados.

**Tabela 2 - Relação da economia e investimento dos equipamentos poupadores**

Equipamento poupador	Economia de água	Investimento
Torneira	80%	44,41%
Chuveiro	66,66%	6,84%
Bacia sanitária	75%	34,5%
Reuso de água	3%*	1%*
Medidores individuais	20%*	0,13%*

\*Referente aos valores totais do edifício

Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

O percentual de investimento para a substituição dos equipamentos foi adquirido comparando-se o valor do produto tradicional com o valor do produto com a tecnologia economizadora. A diferença entre os valores dos dois foi representada em percentagem.

## 3.3. Criação de Cenários

### 3.3.1. Cenários estabelecidos: Demanda Atual e Futura

Para esta fase do estudo, considerou-se a base de dados já sistematizada na pesquisa de Araújo (2012). Nessa pesquisa foi realizado um levantamento dos usos e ocupações dos lotes situados no bairro do Catolé (Campina Grande - PB), identificando o consumo de água de cada um deles. Esse consumo foi, relacionado à rede de distribuição de água da área, verificando a compatibilidade do uso atual com a disponibilidade da rede. Foram, também, gerados cenários da demanda futura considerando a rápida expansão da construção civil.

Ainda no estudo de Araújo (2012), o cenário atual considerou a situação dos imóveis no momento da pesquisa de campo, e para este, calculou-se a demanda de água em todos eles,

sendo que os edifícios que estavam em construção, não foram considerados no cálculo. O cenário futuro considerou a demanda de água resultante da conclusão dos edifícios que foram diagnosticados em construção no momento da pesquisa de campo.

Nesta pesquisa, utilizaram-se os cenários de Araújo (2012) da demanda atual de água como parâmetro do consumo inicial e da demanda futura para comparação da demanda com o uso dos mecanismos poupadores, para avaliar o potencial de economia resultante.

### ***3.3.2. Crescimento da demanda***

Para a análise do crescimento da demanda foram considerados dois momentos. O primeiro utilizou os resultados obtidos por Araújo (2012), chamados de "demanda futura". Estes representaram o horizonte de cinco anos. O segundo partiu da estimativa do aumento populacional calculado para os horizontes de dez e vinte anos, e, baseado nesse aumento, aplicou-se a mesma percentagem de crescimento da demanda obtida por Araújo (2012) para cada período de anos.

### ***3.3.3. Economia e crescimento da demanda com poupadores***

O cenário denominado “demanda com uso de mecanismos poupadores” foi criado aplicando-se o percentual de economia de cada mecanismo na quantidade da demanda futura referente à conclusão dos edifícios residenciais, obtida por Araújo (2012), e referente ao aumento populacional encontrado no seu estudo. Com esses dados, foi possível comparar o aumento da demanda sem o uso dos mecanismos poupadores, e com o uso dos mecanismos poupadores, e assim, determinar a economia gerada pela implantação dos mecanismos poupadores nas novas edificações, e conseqüentemente, na área de estudo.

Ao final desta etapa, o cenário foi avaliado juntamente com os impactos de economia de água e investimento financeiro, do uso de mecanismos poupadores para consolidar as

melhores combinações para os edifícios.

### **3.4. Classificação dos empreendimentos**

Foram classificados os tipos de empreendimentos segundo os conjuntos de equipamentos que neles fossem aplicados. A classificação foi feita de acordo com a eficiência de cada conjunto na redução do consumo de água, avaliando-se, também, seus custos de implantação. Estabelecendo, assim, parâmetros aos gestores para a adoção de medidas incentivadoras a quem se enquadrar nos tipos de classificação.

Apesar de os medidores individuais de água já terem se tornado um hábito, e fazem parte da cultura dos construtores locais, a obrigação do seu uso em edifícios residenciais ainda não consta em legislação estadual ou municipal, e por isso, foram considerados na classificação dos empreendimentos, também como forma de incentivo a legalização. A aplicação apenas dos medidores individuais enquadraria o empreendimento no tipo 1, visto que não representaria tanto investimento financeiro ao construtor, mas reduz sensivelmente o consumo de água no edifício,

Os equipamentos poupadores compõem outra categoria da classificação, o tipo 2. Nesta categoria, além do uso de medição individualizada, está inclusa apenas a substituição dos equipamentos convencionais pelos equipamentos poupadores, e que não geram intervenções em projeto ou execução da obra. A adoção destes representa uma simples mudança de atitude por parte dos construtores, entretanto, com significativo impacto na redução do consumo de água, evitando a sobrecarga do sistema de abastecimento e distribuição.

O sistema de reuso de águas cinza, se aplicado em conjunto com os medidores individuais e os equipamentos poupadores compõe a terceira categoria da classificação e

enquadram o empreendimento no tipo 3. Apesar da pequena redução do consumo total de água no edifício e o alto valor da implantação, comparada aos outros mecanismos, o reuso de águas cinza foi considerado como uma medida que visa mais equilíbrio ao meio ambiente, reduzindo o volume de efluente e os custos para o seu tratamento. E, portanto, passível de estímulo à implantação por parte dos gestores.

De acordo com os critérios já estabelecidos, a sugestão para classificação dos empreendimentos leva em consideração a quantidade de mecanismos utilizados em cada edifício e estão organizados segundo a tabela 3.

**Tabela 3- Classificação dos empreendimentos segundo os mecanismos poupadores**

<b>Tipo do empreendimento</b>	<b>Medição Individualizada</b>	<b>Tecnologias Economizadoras</b>	<b>Reuso de Água Cinza</b>
<b>Tipo 1</b>	X		
<b>Tipo 2</b>	X	X	
<b>Tipo 3</b>	X	X	X

Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

### **3.5. Análise urbanística**

#### ***3.5.1. Cálculo da densidade populacional***

Para a definição da taxa de adensamento no bairro foram comparados, a partir dos censos 2000 e 2010 do IBGE, os dados de população e dos tipos de edificações recorrentes na área. Através da taxa média geométrica de crescimento anual da população-incremento médio anual da população, medido pela equação:

$$i = \sqrt[n]{\frac{P(t+n)}{P(t)}}$$

Sendo:  $P_{(t+n)}$  e  $P_{(t)}$  populações correspondentes a duas datas sucessivas

$n$  o intervalo de tempo entre essas datas, medido em ano e fração de ano.

Com isso determinou-se a taxa de adensamento demográfico e adensamento habitacional para o bairro do Catolé.

Em seguida fez-se uma projeção da estimativa de consumo de água para os próximos dez e vinte anos, considerando o incremento da população obtido através da taxa de crescimento da população.

### ***3.5.2. Identificação do problema nas Leis Nacionais***

Em virtude de o uso racional da água, no âmbito do planejamento urbano e nas normas para as edificações brasileiras, ser um tema ainda pouco abordado, o país ainda não dispõe de uma norma nacional para projeto, execução e manutenção de sistemas de reuso de água em edificações residenciais, entre outros. Apesar de alguns itens serem contemplados na *NBR 13969* (ABNT, 1997), e de existir o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), percebe-se a necessidade de uma abordagem mais detalhada para os objetos edificados. Entretanto, a deficiência de normatização e regulamentação, não tem sido um empecilho para a proliferação de leis estaduais e municipais que abordam o uso racional da água. (COSTA e ILHA, 2009).

No Brasil, algumas cidades já contemplam em suas diretrizes, normas que visam o uso racional da água nas edificações e induz o controle do consumo de água. Essas leis abordam o uso de tecnologias economizadoras, a medição individualizada, o reuso de água cinza e o aproveitamento de águas pluviais, e estão listadas na tabela 4:



**Tabela 4- Principais requisitos das leis relativas à conservação de água em edifícios residenciais**

<b>Município/Estado</b>	<b>Tecnologias Economizadoras</b>	<b>Medição Individualizada</b>	<b>Reuso de Água Cinza</b>	<b>Aproveitamento de Água Pluvial</b>
Blumenau/SC		X		X
Campinas/SP			X	X
Curitiba/PR	X	X		X
Distrito Federal/DF		X		X
Guarulhos/SP		X	X	
Itajaí/SC	X	X	X	X
Maringá/PR	X	X		X
Passo Fundo/RS		X	X	X
Porto Alegre/RS	X	X	X	X
Taubaté/SP		X		
Viçosa/MG		X	X	X
Rio de Janeiro/RJ				X

Fonte: Adaptado de Costa e Ilha (2009).

### **3.5.3. Identificação do problema nas Leis Municipais**

Para esta etapa de avaliação da legislação, foi realizado um levantamento das leis de Campina Grande e analisado quais delas abordam a temática da racionalização do uso da água e o nível de exigência considerado. Também se pesquisou normas de outras cidades no Brasil para compará-las às de Campina Grande, e buscar parâmetros para complementar o estudo.

Em virtude do que foi diagnosticado, e diante da situação atual da legislação vigente em Campina Grande – PB, a qual se percebeu que, apesar de abordar alguns pontos para redução das perdas de água nos equipamentos urbanos, o texto se apresenta superficial e não contempla nenhuma diretriz específica de projeto e execução para a economia da água nos edifícios residenciais. Assim, se tomou a iniciativa de elaborar algumas sugestões a serem abordadas nos códigos municipais.

### **3.6. Sugestões para elaboração de diretrizes legais**

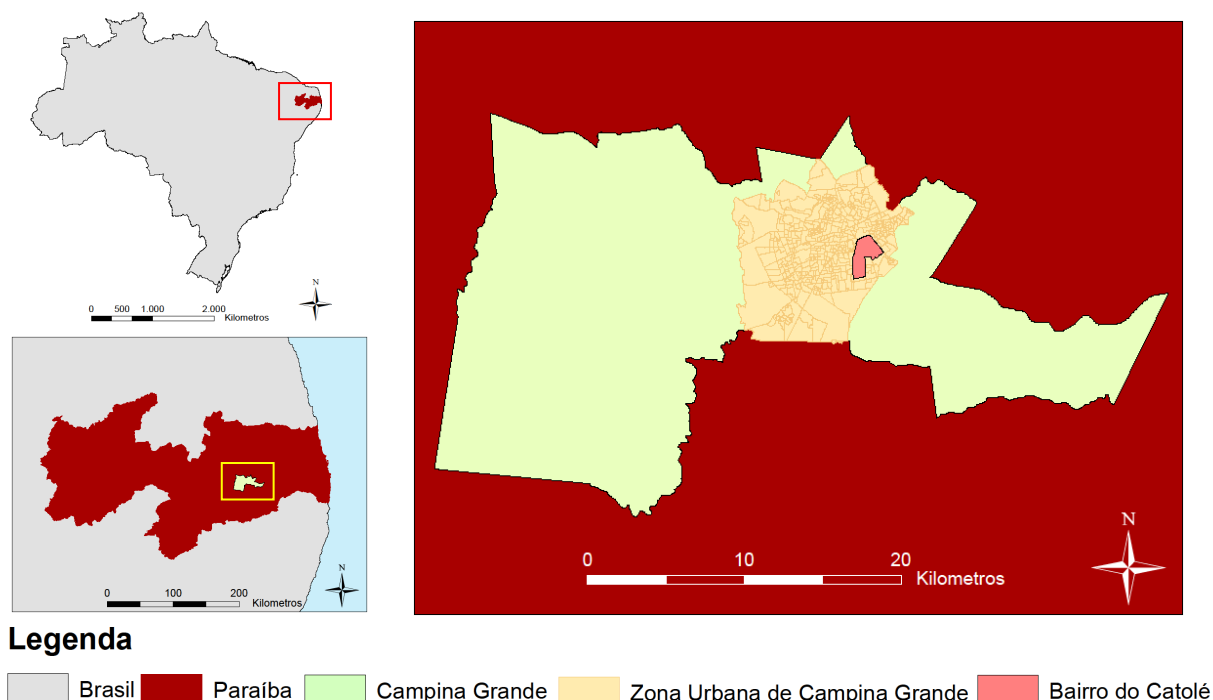
Esta etapa considerou as leituras e conclusões alcançadas neste trabalho, as quais forneceram base para sugerir algumas ações e medidas que pudessem ser implementadas nas leis municipais que se mostraram mais superficiais no tocante ao uso racional da água.

## CAPÍTULO IV - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1. Aspectos gerais

Campina Grande é localizada no semiárido paraibano (ver figura 15), cuja população, de acordo com o censo 2010, é de 385.213 habitantes. Ocupando uma área de 594,182Km<sup>2</sup>, a cidade possui uma densidade demográfica de 648,31 *hab/Km<sup>2</sup>*, não representando uma

Figura 15- Localização da área de estudo



Fonte: IBGE, 2000 e 2010. Elaborado por Felinto e Carolino

O serviço de abastecimento de água da cidade é feito pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). A rede de distribuição é abastecida por três adutoras (500, 700 e 800 *mm*), conta com 16 reservatórios em operação, possui uma capacidade total de reservação de 59.270m<sup>3</sup> e tem aproximadamente 540 *km* de comprimento (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Ao longo da última década, a população teve um incremento de 29.882 pessoas e Campina Grande cresceu a uma taxa de 1,01% a.a. Na zona urbana a população que, em 2000, era de 316.139 habitantes passou a 335.842 habitantes em 2010, o que implica num aumento de 19.703 moradores urbanos (66% do incremento populacional total no município). Esse crescimento populacional refletiu no espaço da cidade e a mancha urbana sofreu alterações, aumentando sua área total, sendo que as mudanças mais sensíveis ocorreram na região sudoeste. (IBGE, 2010). Os valores estão sintetizados na tabela 5.

**Tabela 5 - Evolução da população em Campina Grande**

	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>Incremento</b>
<b>População urbana</b>	316.139 <i>hab</i>	335.842 <i>hab</i>	19.703 <i>hab</i>
<b>População total</b>	355.331 <i>hab</i>	385.213 <i>hab</i>	29.882 <i>hab</i>

Fonte: IBGE (2000 e 2010)

## **4.2. Zoneamento**

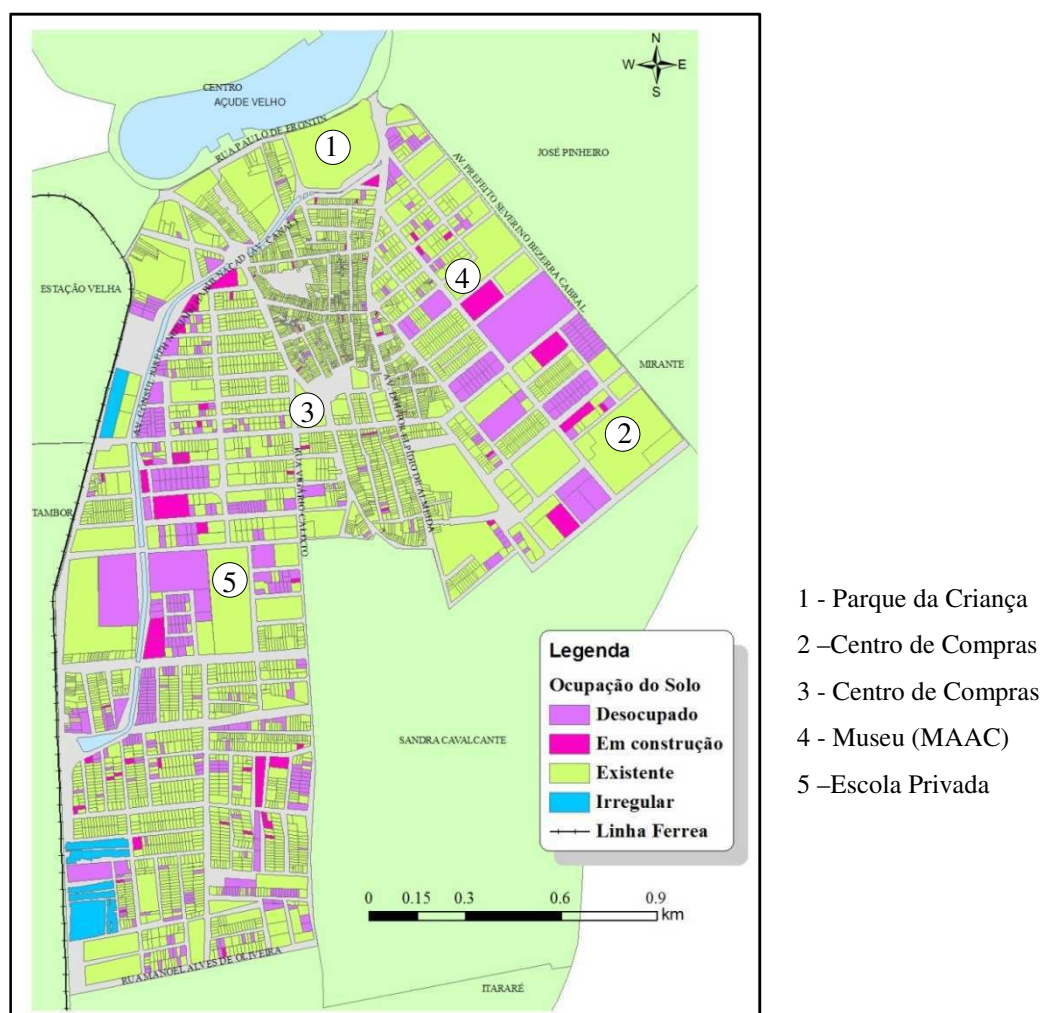
De acordo com o Plano Diretor do município, o bairro do Catolé está situado na Zona de Recuperação Urbana, que se caracteriza pelo uso predominantemente residencial, com carência de infraestrutura e equipamentos públicos e incidência de loteamentos irregulares e núcleos habitacionais de baixa renda. E os objetivos a serem cumpridos na Zona de Recuperação Urbana são:

- I – complementar a infra-estrutura básica;
- II – implantar equipamentos públicos, espaços verdes e de lazer;
- III – promover a urbanização e a regularização fundiária dos núcleos habitacionais de baixa renda;
- IV – incentivar a construção de novas habitações de interesse social;
- V – conter a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis. (CAMPINA GRANDE, 2006. p.6-7).



do Catolé e Mirante, encontram-se dois importantes pontos de verticalização na cidade, e uma das principais variáveis que incentivou a intensificação do solo nessa área foi a implantação de grandes objetos imobiliários no bairro nas últimas duas décadas, como os Shopping Centers. Salientam-se outros objetos imobiliários no bairro como o Museu de Arte Assis Chateaubriand, algumas escolas e faculdades privadas. Bonates (2010) ainda comenta que o Catolé também é considerado, pelos corretores imobiliários, como um bairro de maior liquidez na venda de imóveis.

Figura 17- Localização dos grandes objetos imobiliários no bairro do Catolé



Fonte: Adaptado de Araújo (2012)

### 4.3. Os Edifícios em Construção

O Catolé é o segundo bairro de maior densidade populacional da cidade, perdendo apenas para o bairro do Pedregal, e em relação ao número de novos apartamentos construídos na última década, o bairro cresceu, proporcionalmente, duas vezes mais que Campina Grande. Isso confirma a tendência de adensamento habitacional do bairro e retrata as mudanças que vêm ocorrendo na paisagem devido à construção dos novos edifícios.

As novas construções estão distribuídas por todo o bairro, e aparentemente o único critério para implantação dos edifícios são as dimensões do terreno, não havendo outras limitações. Por isso é possível encontrá-las em áreas diversas, independentes de características comerciais ou residenciais, e dos fluxos de veículos ou pedestres serem grande ou pequeno. Essa particularidade do bairro tem impulsionado o surgimento de edifícios mistos, com os pavimentos térreos para uso comercial e os pavimentos superiores para fins residenciais. Algumas construções no Catolé estão representadas na figura 18.

**Figura 18- Edifícios em construção no Catolé**



Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

## **CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Aspectos Urbanísticos**

#### ***5.1.1. Densidades Populacionais***

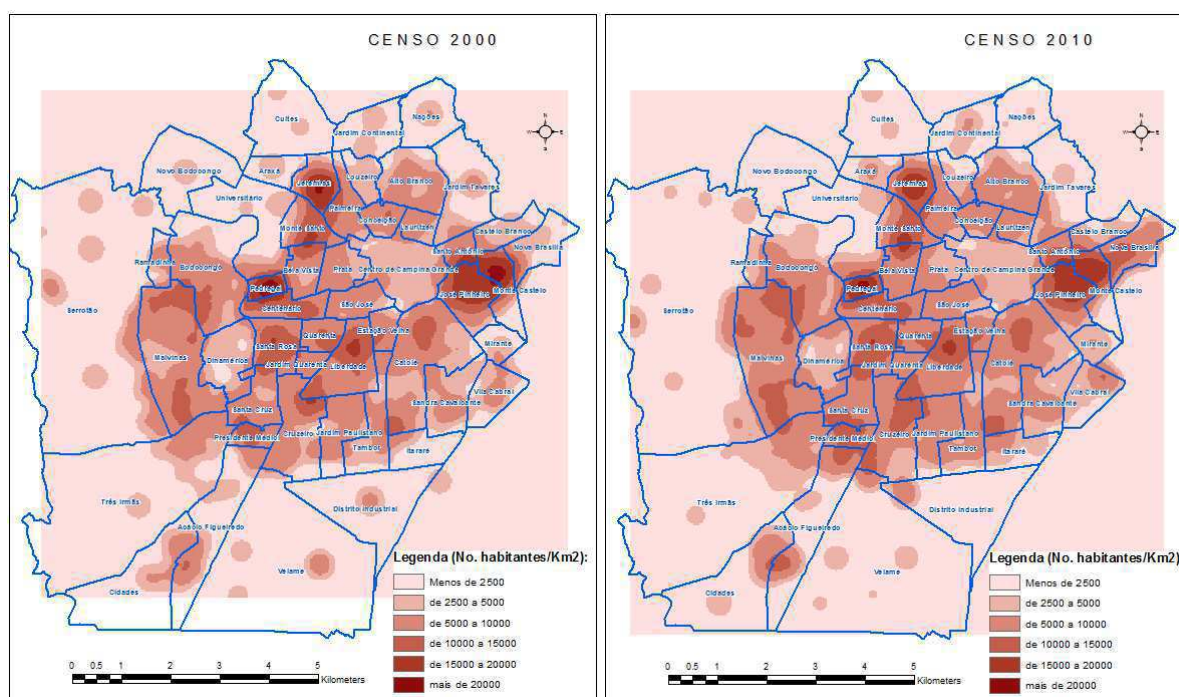
O incremento populacional no município ocasionou mudanças na organização do espaço urbano e, além da expansão territorial e o preenchimento de alguns vazios urbanos, o processo de verticalização também contribuiu para essas mudanças, sendo este o principal agente do adensamento na cidade, pois concentra um número maior de unidades habitacionais em uma só área.

Essa dinâmica do espaço urbano se deu devido à mudança de uso de vários setores da cidade. Algumas áreas que estavam inutilizadas foram loteadas e nelas construíram-se unidades habitacionais, em outras, houve a substituição de residência por edifícios residenciais com várias unidades. Com isso, existiu a migração interna dos habitantes, os quais se mudaram de um bairro para outro, além das mudanças ocasionadas pelo crescimento natural da população.

Outras mudanças diagnosticadas na distribuição da população entre os bairros ocorreram principalmente porque o IBGE, em 2010, coincidiu os setores censitários com os limites dos bairros, facilitando a visualização da dinâmica populacional na cidade e caracterizando melhor cada bairro. Com isso, conforme as áreas dos setores censitários, alguns bairros aumentaram suas densidades e outros diminuíram.

A figura 19 demonstra a distribuição da população, em números de habitantes por quilômetro quadrado.

**Figura 19- Distribuição da população urbana 2000 – 2010**



Fonte: IBGE, 2000 e 2010.

Comparando as duas imagens, percebe-se que, a população se redistribuiu em alguns pontos periféricos da malha urbana, ocupando espaços antes ociosos. Aumentou-se a população de alguns bairros que não sofreram alteração nas suas áreas, tornando-os mais adensados. E algumas das áreas mais habitadas em 2000 receberam um incremento ainda maior de habitantes, aumentando, conseqüentemente, sua densidade populacional.

Portanto, a relação entre população e a área do bairro, indicada pela densidade populacional, é muito importante para avaliação da dinâmica urbana. O comparativo destes valores contribui para a percepção das diferenças de cada bairro, e alguns deles estão indicados na tabela 6.



Tabela 6- Densidades populacionais entre bairros

Bairro	População ( <i>hab</i> )	Área ( <i>Km</i> <sup>2</sup> )	Densidade ( <i>hab/Km</i> <sup>2</sup> )
Alto Branco	8.008	1,5377	5.207
Bodocongó	16.880	2,9389	5.743
Castelo Branco	3.219	0,7101	4.533
<b>Catolé</b>	<b>31.560</b>	<b>2,897</b>	<b>10.894</b>
Centro	8.616	1,9959	4.316
Dinamérica	9.919	1,3467	7.365
Malvinas	28.704	3,3809	8.490
Pedregal	8.944	0,3252	27.503
Prata	4.344	0,7665	5.667

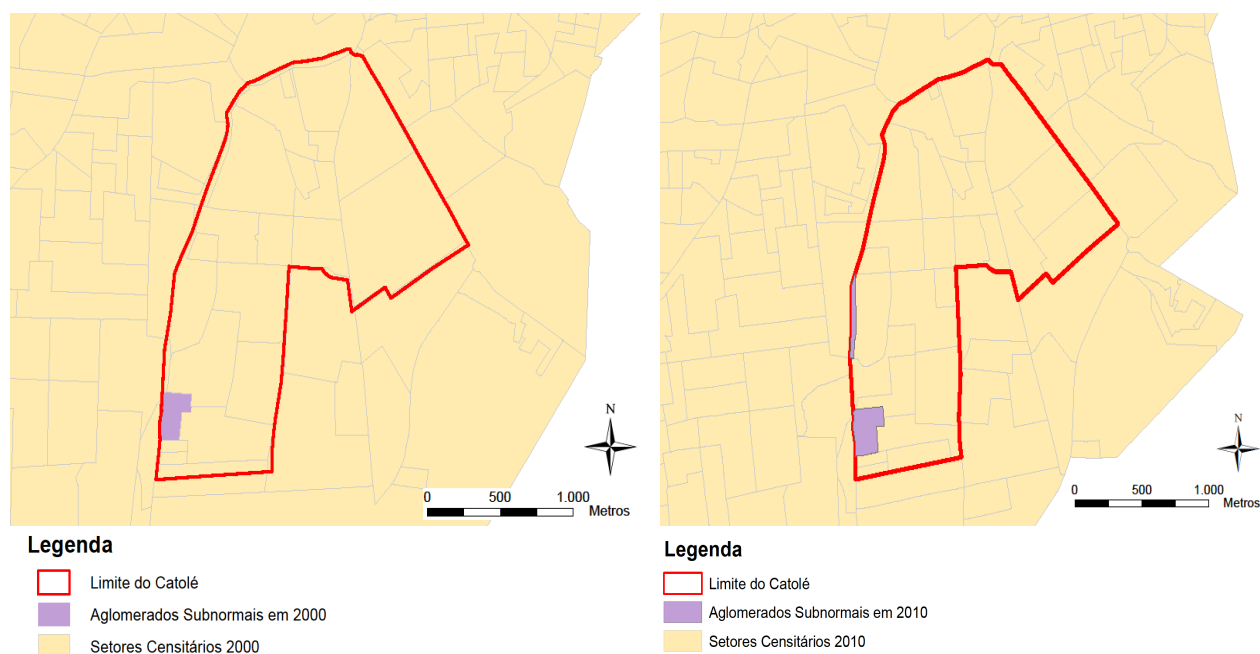
Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

De acordo com a tabela, o bairro de maior densidade populacional é o Pedregal, com 27.503 *hab/Km*<sup>2</sup>, o que justifica tamanha densidade é o fato do bairro ter se originado de um assentamento precário, portanto se caracteriza pela grande quantidade de habitantes ocupando pouca área, onde muitas vezes, mais de uma família habita uma única residência, e ainda hoje guarda resquícios de favela.

O segundo bairro de maior densidade populacional, com características completamente diferentes do anterior, é o Catolé, com 10.894 *hab/Km*<sup>2</sup>. Nele as infraestruturas básicas estão estabelecidas, existe um ordenamento do uso e ocupação do solo, o sistema viário é bem distribuído, com ruas e avenidas largas, e existem equipamentos urbanos de grande porte. Portanto, a alta densidade populacional do Catolé é resultante do adensamento construtivo e da verticalização, fator ainda comprovado pela extensão do bairro, que é uma das maiores da cidade, com 2.897 *Km*<sup>2</sup>. Ou seja, apesar de ocupar uma grande área urbana, o Catolé tem uma população superior a de outros bairros com áreas maiores. Essa densidade relativamente baixa associada com as dinâmicas recentes também mostra que há um grande potencial de adensamento, que poderá em pouco tempo comprometer as infraestruturas naturais e construídas no bairro.

Outra característica que se percebeu no Catolé diz respeito aos núcleos habitacionais de baixa renda. No censo 2010 pode-se diagnosticar um novo assentamento precário<sup>9</sup> no bairro que não existia no censo 2000. Em virtude das mudanças dos setores censitários, ele passou a ser considerado no bairro, entretanto se estes assentamentos precários não foram transformados em núcleos urbanos estruturados, é coerente promover a urbanização e a regularização fundiária desses núcleos habitacionais de baixa renda (figura 20).

**Figura 20- Assentamentos precários no Catolé 2000 – 2010**



Fonte: IBGE, 2000 e 2010. Elaborado por Felinto e Carolino

O que cabe hoje, portanto, é transformar essa nova área em Zona Especial de Interesse

---

<sup>9</sup>Preteceille eValladares (2000) e IPARDES (2010) entendem o assentamento precário como um núcleo de moradias em que há problemas associados à propriedade da terra e às condições de infraestrutura das moradias e do entorno.

Social (ZEIS)<sup>10</sup>, para promover o adequado tratamento urbanístico da mesma, visto que, a valorização imobiliária tem elevado consideravelmente os preços dos terrenos e induzido a construção de edifícios residenciais cada vez maiores, inviabilizando a ocupação das áreas com construções de interesse social. Deste modo, é mais sensato que ocorra um controle do adensamento e verticalização da área, antes que o volume de novas construções exija investimentos públicos muito altos para suprir as novas demandas de serviços.

### ***5.1.2. Densidades Habitacionais***

O crescimento populacional e as dinâmicas urbanas modificaram sensivelmente a paisagem campinense na última década. A valorização imobiliária elevou o preço dos terrenos e estimulou o surgimento de vários edifícios residenciais de médio e grande porte na cidade. O desenvolvimento do comércio fez surgir vários pontos comerciais e a construção de alguns equipamentos públicos também induziu a formação de setores urbanos de serviços. Todas estas transformações alteraram os usos e ocupações do solo urbano, mas a maior responsável pelo adensamento populacional foi a verticalização do uso residencial.

Enquanto os setores comerciais e de serviços ocuparam áreas anteriormente residenciais, as fizeram retirando os moradores do local, e mesmo tendo intensificado o uso com mais unidades (adensamento habitacional) que anteriormente, não resultou em um adensamento populacional considerável. Visto que um ponto comercial abriga poucos funcionários e por maior que seja o número de clientes, essa quantidade não é constante ao longo do dia. Semelhantemente é o ponto de serviço, onde a população contínua é pequena

---

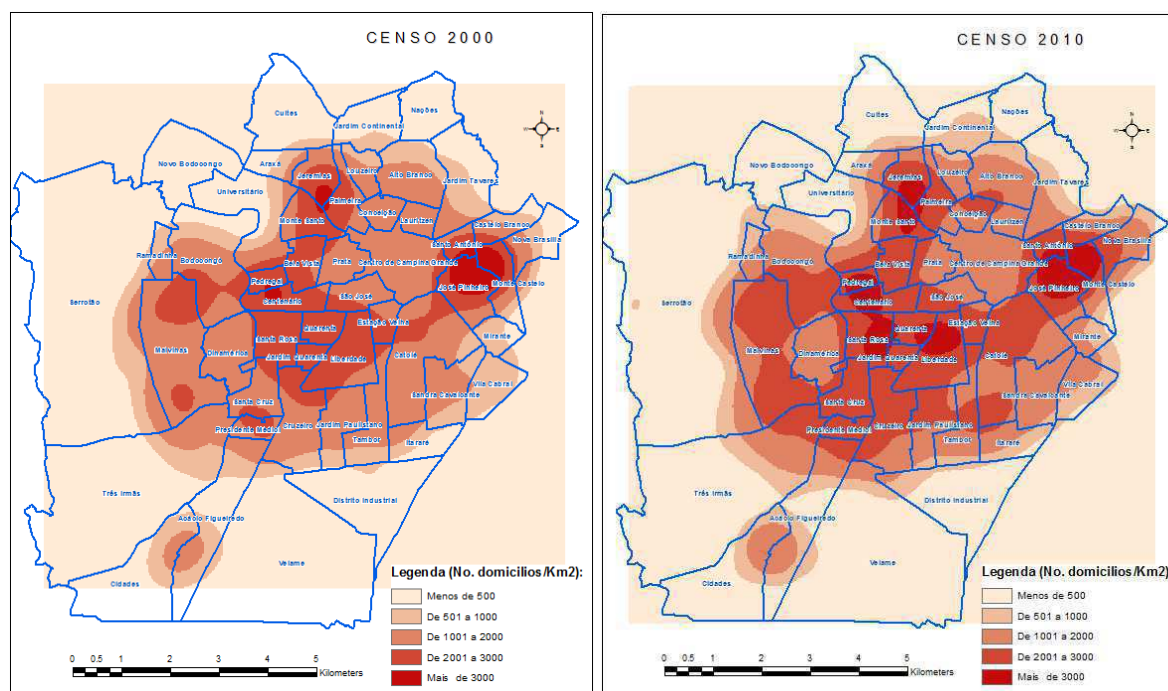
<sup>10</sup> De acordo com o Plano Diretor de Campina Grande, as ZEIS são porções do território municipal que têm por objetivo assegurar à função social da cidade e da propriedade, sendo prioritariamente destinadas à regularização fundiária, à urbanização e à produção de habitação de interesse social.

em relação à infraestrutura disponível.

Apesar de existir um grande número de pessoas atuando nas edificações de usos comerciais e de serviços, e reconhecendo que o setor industrial não é relevante no bairro do Catolé, as exigências de infraestrutura para esta população usuária, principalmente nos sistemas de abastecimento de água e esgoto, são relativamente pequenas se comparadas ao uso residencial, por isso, se a preocupação for com os recursos hídricos, a verticalização do uso residencial requer maior controle.

Contudo, o adensamento habitacional, conseqüente da verticalização, foi o principal responsável pelo adensamento populacional na cidade e segundo Araújo e Rufino (2011), Campina Grande – PB ainda vem passando por um processo intenso de verticalização em algumas áreas da cidade. Os mapas de densidade (figuras 21 e 22) a seguir foram confeccionados usando um estimador de densidade de padrões (“Kernel”). Nenhum dos mapas apresenta valores absolutos, mas mostram a evolução do número de domicílios e mostram também a dinâmica de adensamento na cidade.

**Figura 21- Evolução dos domicílios em Campina Grande**



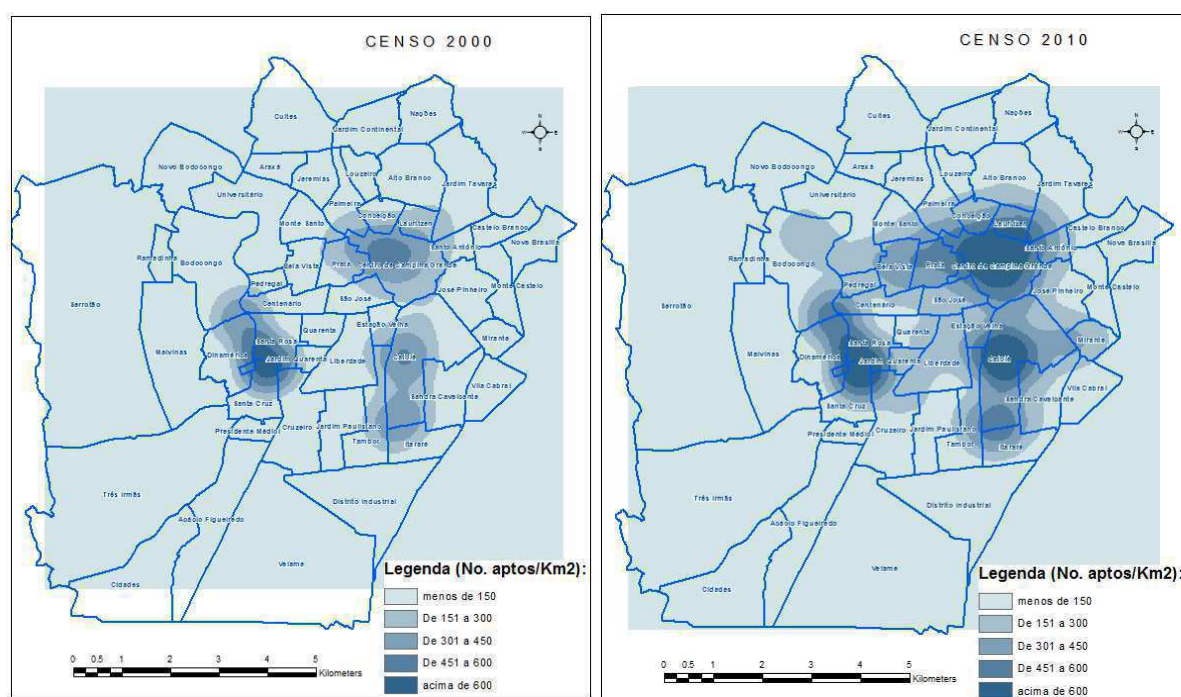
Fonte: IBGE (2000 e 2010)

Pode-se perceber que na década de 1990, expressa pelo censo 2000, há uma concentração maior do número de domicílios na área central da cidade, se distribuindo para as zonas norte, oeste e nordeste, seguindo as margens das rodovias. Observa-se, ainda, manchas isoladas de concentração a sudoeste nos bairros Santa Cruz/Presidente Médici e Malvinas. O bairro do Catolé apresenta uma mancha de adensamento concentrada no entorno da Av. Consul Joseph Noujaim Habib Nacad. Na década seguinte, é possível observar claramente um movimento de desconcentração e o espraiamento do adensamento para áreas mais periféricas, consolidando-se ao longo dos vetores de crescimento já apontados e preenchendo os seus vazios. Destacam-se a dispersão a partir da área central, o movimento de continuidade e adensamento da mancha anteriormente isolada ao sul do bairro das Malvinas e a constituição de um novo foco entre os bairros de Lauritzen e Conceição. Especificamente no Bairro do Catolé fica claro que o adensamento se consolida no entorno da Av. Noujaim Habib e também

se dá ao sul, como reflexo da expansão da mancha iniciada no bairro de Presidente Médici incorporando áreas do Cruzeiro, Jardim Paulistano e Sandra Cavalcanti.

Do mesmo modo, os mapas (Figura 22) indicam a evolução dos edifícios residenciais na cidade, em números de apartamentos, e evidenciam as áreas que sofreram maior adensamento na última década.

**Figura 22- Evolução dos apartamentos em Campina Grande**



Fonte: IBGE (2000 e 2010)

Vê-se que o centro da cidade, como comumente ocorre nas cidades brasileiras, recebeu um incremento de apartamentos, se tornando mais denso. Mas o fenômeno que vale a pena destacar é descentralização do adensamento, que ocorreu de forma não homogênea e fragmentada. Essa distribuição reforça a análise de que a verticalização ocorreu por valorização subjetiva e demonstra a falta de controle do Plano Diretor sobre o espaço urbano.

Mesmo diante do adensamento fragmentado, algumas áreas se destacaram pelo surgimento de maior número de edifícios multifamiliares, dentre elas, o bairro do Catolé,

situado na região sul da cidade (ARAÚJO e RUFINO, 2011).

O bairro se tornou atrativo para a construção de edifícios residenciais, entre outros aspectos, por suas vantagens locacionais e em virtude da qualidade da infraestrutura viária, de abastecimento de água e energia, esgotamento sanitário e coleta de lixo, e da instalação de empreendimentos geradores de fluxo. Além de já existir o terminal rodoviário, ao longo dos anos foram construídos centros de compras e equipamentos de serviço como escolas, faculdades e restaurantes, que por sua vez geraram focos de comércio e finalmente viabilizaram o mercado de apartamentos.

Em Campina Grande, do ano 2000 a 2010, foram construídos 4.918 apartamentos, e estes representam 23% do número total de domicílios criados. Destes novos apartamentos construídos na cidade, 16,24% foram instalados no Catolé e o crescimento destas unidades, no bairro, foi da ordem de 49,20%, mais que o dobro do crescimento na cidade. A tabela 7 mostra os números de domicílios e apartamentos ocorridos em Campina Grande e no Catolé.

**Tabela 7- Relação entre domicílios e apartamentos em Campina Grande e no bairro do Catolé**

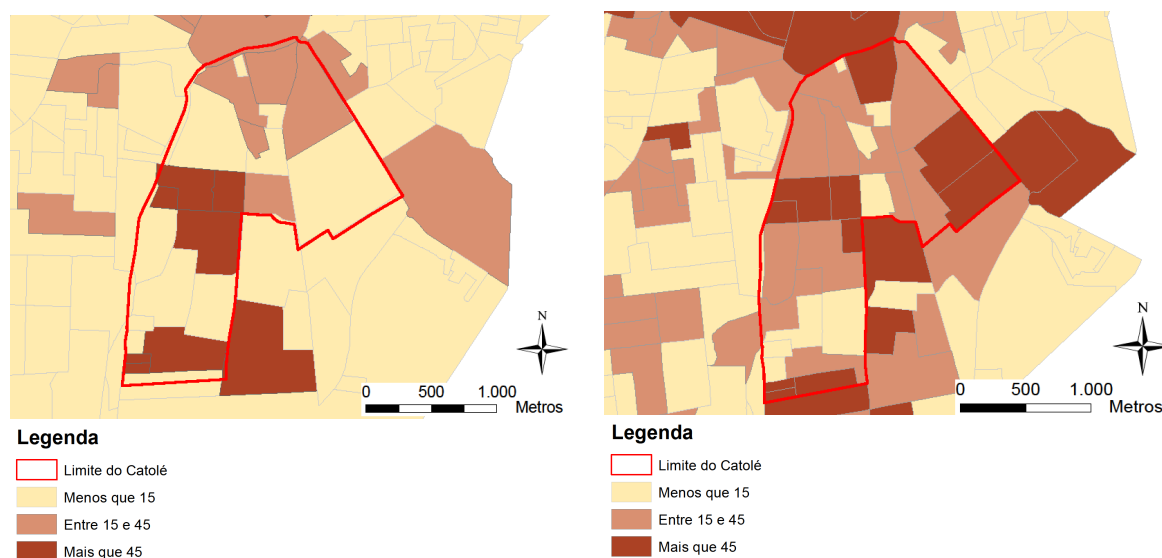
		Ano 2000	Ano 2010	Aumento
<b>Campina Grande</b>	Domicílios	84.528	105.915	21.387
	Apartamentos	4.779 (5,65%)*	9.697 (9,15%)*	4.918 (23%)*
<b>Católé</b>	Domicílios	4.912	6.536	1.624
	Apartamentos	1.136 (23,12%)*	1.935 (29,60%)*	799 (49,20%)*

\* Percentual em relação ao número de domicílios

Fonte: IBGE (2000 e 2010)

Na figura 23 estão os mapas mostrando a evolução do número de apartamentos nos anos 2000 e 2010.

Figura 23- Evolução de apartamentos no Catolé 2000 – 2010



Fonte: IBGE, 2000 e 2010. Elaborado por Felinto e Carolino

Apesar das vantagens que a verticalização oferece como: concentração de usos e infraestrutura em uma área menor, diminuição das distâncias entre regiões, que facilita o deslocamento da população, e a consequente redução dos investimentos em estruturas viárias, de saneamento e abastecimento, a ausência de um planejamento adequado para essa verticalização pode possibilitar o surgimento de áreas muito adensadas em regiões cuja infraestrutura não suporte a nova demanda e acarretar problemas de difícil resolução.

Em primeiro lugar estão os problemas ambientais decorrentes da construção de um edifício. Geralmente em edifícios de grande porte, o subsolo é utilizado para estacionamentos, e a própria escavação gera impactos na vizinhança, no solo, e muitas vezes em lençóis freáticos.

Outro problema está na sobrecarga dos sistemas. Com o aumento considerável da população em um determinado setor, aumenta-se o fluxo de veículos, o consumo de água e energia, geram-se mais resíduos sólidos e líquidos, e todas essas demandas exigem investimentos altos para supri-las.



A questão social também é evidenciada em um processo de verticalização. Por terem custos elevados, os apartamentos representam um fator de segregação social. À medida que os edifícios são construídos, valorizam as áreas do entorno e os moradores de baixa renda que ocupam essas áreas se desfazem dos seus imóveis e se instalam em áreas com custos menores, que por sua vez são mais distantes do centro da cidade e, geralmente, sem estrutura. Baseando-se nessa análise, em conjunto com a função das legislações, Bonates (2010) concluiu que

A principal questão é: em que medida se deve intensificar o uso do solo sem prejuízos ao meio ambiente e à justiça social (segregação socioespacial). As legislações urbanas e os Planos Diretores, em especial, preocupados com a função social da cidade, devem primar pela ordenação territorial e desenvolvimento urbano, a fim de garantir os interesses coletivos (BONATES, 2010 p.14).

Principalmente porque o Plano Diretor de Campina Grande determina que

Art. 24. O uso e ocupação do solo urbano ficam condicionados ao controle de densidade demográfica, em função da saturação da infra-estrutura, da oferta de transportes e da ameaça ao meio ambiente, mediante o estabelecimento de limites de construção por Zonas. (CAMPINA GRANDE, 2006. p.7).

Ou seja, a própria legislação já reconhece os problemas oriundos da verticalização, mas, apesar disso, as lacunas existentes em seu texto limitam as ações do poder público na obtenção do equilíbrio econômico, social e ambiental.

Essa nova quantidade de edifícios, no momento de sua conclusão e conseqüente uso, exigirá mais coleta de resíduos sólidos, maior disponibilidade energética para suprir as unidades habitacionais e também representam grande parcela da demanda futura de água do bairro. O estudo realizado por Araújo (2012) identificou a demanda atual de água na área e estimou-a para os próximos cinco anos, prazo estipulado para conclusão dos 23 edifícios encontrados. Com isso percebeu um crescimento da demanda de água em 14,31%. A tabela 8 mostra os valores da demanda de água hoje, e a demanda quando da conclusão dos edifícios.

**Tabela 8- Estimativa de consumo de água no bairro do Catolé**

<b>Demanda Atual (l/dia)</b>	<b>Demanda Futura (l/dia)</b>	<b>Crescimento da demanda (%)</b>
5.160.960,20	5.899.659,97	14,31*

\*crescimento para os próximos cinco anos

Fonte: adaptado de Araújo (2012)

É importante salientar que esse crescimento da demanda considerou apenas as construções dos edifícios multifamiliares e não contempla as mudanças de uso nem as novas construções unifamiliares, portanto, se todos os outros usos foram mantidos, os 14,31% de crescimento da demanda resultam dos 23 novos edifícios. Ou seja, a demanda das novas construções representa a diferença entre a demanda futura e a demanda atual, que significa 738.699,77 l/dia, esse é o valor de referência para os cálculos de economia desta pesquisa, por se tratarem especificamente dos edifícios.

Daí percebe-se que apenas os edifícios, mesmo representando uma pequena parcela das construções do bairro, são capazes de aumentar sensivelmente a demanda do bairro inteiro.

### ***5.1.3. Aspectos Legais***

Apesar da forte dinâmica urbana de Campina Grande, do crescimento populacional e do desenvolvimento da construção civil, não houve uma preocupação dos gestores municipais com os aspectos do planejamento urbano nem da gestão socioambiental como recomenda Tucci (2008), quando se refere aos elementos que compõem a estrutura de gestão da cidade. As leis urbanísticas, apesar do avanço, e ainda não contemplam nenhuma diretriz específica de projeto e execução em edifícios residenciais multifamiliares que consideram o controle do uso dos recursos hídricos. Entretanto, a lei que institui o Código de Defesa do Meio Ambiente do Município de Campina Grande, em seu Artigo 3º, diz que são objetivos da Política

## Municipal do Meio Ambiente:

II - estabelecer, no processo de planejamento do Município normas relativas ao desenvolvimento urbano que levem em conta a proteção e melhoria ambiental e a utilização adequada do espaço territorial e dos recursos hídricos, mediante criteriosa definição do uso e ocupação do solo;

III - estimular a adoção cultural de hábitos, costumes e práticas sociais e econômicas não prejudiciais ao meio ambiente;

IV - adequar as atividades e ações do Poder Público e do setor privado, no âmbito urbano e rural, às exigências do equilíbrio ambiental e da preservação dos ecossistemas naturais; (CAMPINA GRANDE, 2009. p.3).

[...]

X - garantir o abastecimento de água potável para a população, em quantidade e qualidade satisfatórias; (CAMPINA GRANDE, 2009. p.4).

[...]

XXV – promover políticas mitigadoras e compensatórias relativas ao meio ambiente. (CAMPINA GRANDE, 2009. p.5).

Além dos objetivos acima citados, a Lei Nº 003/2006 que promove a revisão do Plano Diretor do Município de Campina Grande, também aborda algumas questões de relativas aos recursos naturais, recomendando que:

Art. 11. A gestão urbana do Município de Campina Grande observará as seguintes diretrizes:

[...]

II – a implementação de estratégias de ordenamento da estrutura espacial do Município, valorizando os elementos naturais, assegurando a toda população o acesso à infra-estrutura, equipamentos e políticas sociais e promovendo o equilíbrio ambiental; (CAMPINA GRANDE, 2006. p.4).

Art. 88. Lei municipal definirá os empreendimentos que dependerão de elaboração do Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV e do Relatório de Impacto de Vizinhança – RIV para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento.

Art. 89. O EIV deverá contemplar os aspectos positivos e negativos do empreendimento sobre a qualidade de vida da população residente ou usuária da

área em questão e seu entorno, devendo incluir, no que couber, a análise e proposição de solução para as seguintes questões:

I – adensamento populacional;

II – uso e ocupação do solo;

[...]

V – equipamentos urbanos, incluindo consumo de água e de energia elétrica, bem como geração de resíduos sólidos, líquidos e efluentes de drenagem de águas pluviais; (CAMPINA GRANDE, 2006. p.24).

Art. 110. Ficam definidas como ações prioritárias para o serviço de abastecimento de água:

II – a adoção de mecanismos de financiamento do custo dos serviços que viabilizem o acesso da população ao abastecimento domiciliar;

[...]

IV – a definição de metas para redução das perdas de água e de programa de reutilização da água servida de pia e chuveiro, bem como da utilização da água pluvial para uso doméstico não potável. (CAMPINA GRANDE, 2006. p.33).

Mesmo munida dessas diretrizes, os órgãos gestores não tem conseguido adequar a legislação vigente à realidade urbana. Os problemas continuam latentes e as soluções parecem cada vez mais distantes. Provavelmente, mas não só por isso, por causa das lacunas deixadas no Plano Diretor e a falta de especificidade em alguns pontos da norma, que denotam uma Lei incompleta. Essa deficiência também é percebida e declarada por Bonates (2010) quando diz que

O Plano Diretor de Campina Grande não passa de uma "carta de intenções" para orientar a atuação do poder público, especificamente no que tange às obras de infraestrutura para a cidade. Também não constitui em uma lei de aplicação da função social da cidade, uma vez que muitos instrumentos ainda precisam ser regulamentados. Ele tampouco orienta a produção do espaço pelo mercado imobiliário, pois não apresenta os coeficientes de aproveitamento, apesar do zoneamento proposto. Sem os coeficientes de aproveitamento, o Plano Diretor de Campina Grande não passa de um "plano de diretrizes gerais" (BONATES, 2010 p.14).

Diante do exposto, percebe-se que alguns dos objetivos e diretrizes citados na legislação sugerem, ainda que de forma abrangente, que sejam criadas condições legais para a obtenção de equilíbrio entre o crescimento e adensamento da cidade com os recursos naturais, entretanto as leis que tratam especificamente do objeto construído são insuficientes para garantir o funcionamento adequado do conjunto normativo, visto que, a implementação de algumas diretrizes exige que providências sejam tomadas ainda na fase inicial do processo.

O maior problema é que, enquanto as leis incentivam de forma superficial o uso racional dos recursos naturais, os agentes da construção civil, tanto engenheiros como arquitetos, continuam atuando indiferentes em relação ao meio ambiente, sem considerar os impactos que um edifício pode causar nos sistemas de abastecimento de água, esgoto, energia elétrica e até no tráfego. E sem uma orientação clara e definida, o mercado imobiliário escolhe as áreas com maior valorização objetiva e subjetiva, muitas vezes, a despeito do meio ambiente e da justiça social. Por essa razão, alguns bairros se verticalizaram (BONATES, 2010).

Como a articulação dos vários agentes envolvidos na construção de um edifício passa pela concepção de projeto e, diante da necessidade de atendimento por parte do setor da construção civil das novas demandas ambientais, a mudança de referências para a fase de projeto torna-se necessária para que se estabeleça uma cultura construtiva voltada ao desenvolvimento sustentável (SERRADOR, 2008).

O Código de Obras do Município, que dispõe sobre o disciplinamento geral e específico dos projetos e execuções de obras seria o regedor mais indicado para contemplar, em seu conteúdo, as diretrizes projetuais para a economia de água, contudo o Artigo 20, que trata da documentação exigida para a concessão da licença para construção, requer, entre outros:

II – projeto de estimativa de consumo d'água por dia, para construções residenciais acima de 61m<sup>2</sup> de área construída;

III – projeto de arquitetura de estação para tratamento d'água com sistema de reaproveitamento da água utilizada, quando o consumo de água for acima de 50.000 litros/dia. (CAMPINA GRANDE, 2003. p.6)

Apesar de ser uma exigência para a liberação da licença de construção, na prática, não existe o cumprimento desta norma, e mesmo da maneira abrangente como é colocada ainda demonstra a maneira menos eficiente de racionalização da água, que seria o reaproveitamento das águas cinza. Desta feita, compreende-se o não cumprimento da legislação por ambos os lados, construtores e gestores.

De acordo com o PNCDA (2004), a especificação de louças e metais sanitários é um dos fatores que determinam o maior ou menor consumo de água em uma edificação, ao longo de toda sua vida útil. E em edificações de médio a grande porte esta especificação é feita, em geral, pelo projetista de arquitetura, e segundo o PNCDA (2004), cabe, portanto, a este profissional, a aquisição dos conhecimentos necessários para que possa, além de considerar as características usuais na escolha destes equipamentos, agregar também a ótica da conservação de água tornando a edificação mais econômica.

Portanto, o estabelecimento de normas específicas, que tratam diretamente do objeto construído, para o incentivo do uso racional da água, surge como uma alternativa de referência para o projeto arquitetônico, induzindo uma mudança nos paradigmas da construção civil a partir da concepção do edifício. Sugerindo a adoção de medidas menos dispendiosas, como a substituição de equipamentos tradicionais por outros mais eficientes e estimulando as mudanças através de compensações financeiras. Fazendo com que as leis sejam cumpridas na sua totalidade. Sendo assim, os dados estimados de consumo de água baseado na estimativa de crescimento populacional obtidos neste trabalho podem contribuir

forneendo subsídios nos quais a legislação possa ser elaborada.

## 5.2. Economia e crescimento da demanda com mecanismos poupadores

### 5.2.1. Demanda com Uso de Mecanismos Poupadores

De acordo com o crescimento da demanda de água estimado por Araújo (2012), no bairro do Catolé, criou-se um cenário utilizando todos os mecanismos poupadores nos edifícios em construção, que são: torneiras, chuveiros, reuso da água, medidores individuais e bacias sanitárias, e assim obteve-se o máximo de economia possibilitado por estes.

Essa economia é proveniente da comparação entre o aumento da demanda quando os novos edifícios estiverem habitados e o crescimento no caso dos mesmos edifícios utilizarem os mecanismos poupadores. No primeiro caso a demanda apresentou, segundo Araújo (2012), um crescimento de 14,31%, comparada a demanda atual, que é de 5.160.960,20 *l/dia*. Contudo, a demanda com o uso dos poupadores foi alcançada aplicando-se suas economias no valor 5.899.659,97 *l/dia* da demanda dos edifícios quando concluídos. Os valores da tabela 9, portanto, são baseados nos 738.699,77 *l/dia*, que é o valor unicamente da demanda dos edifícios em construção, e indicam o quanto cada equipamento poupador representa no consumo total dos edifícios, a economia alcançado por cada equipamento, e a economia final de cada mecanismo poupador nos edifícios.

**Tabela 9- Economia dos mecanismos poupadores nos edifícios**

Equipamento poupador	Representatividade nos edifícios ( <i>l/dia</i> )	Economia do mecanismo ( <i>l/dia</i> )	Economia final nos edifícios
Torneira	125.578,96 (17%)	100.463,16 (80%)	13,60%
Chuveiro	450.606,85 (61%)	300.374,53 (66,66%)	40,66%
Bacia sanitária	59.095,98 (8%)	44.321,98 (75%)	6%
Reuso de água	22.161 (3%)	22.161 (100%)	3%
Medidores individuais	147.739,95 (20%)	147.739,95 (100%)	20%
		<b>Total</b>	<b>83,26%</b>

Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

Depois de encontrados os valores de economia de cada poupador e aplicados nos edifícios, pôde-se então, determinar o impacto que a aplicação dos mecanismos nos edifícios teria na demanda do bairro. O uso dos mecanismos poupadores resultou em 83,26% de economia nos edifícios em construção, e isso representa 615.041,42 *l/dia* de consumo a menos, conseqüentemente, a nova demanda dos edifícios seria de 123.658,35 *l/dia*. Para o Catolé, a nova demanda seria de 5.284.618,55 *l/dia*. Com esse resultado, percebeu-se que, em vez de a demanda de água do bairro aumentar os 14,31%, como indicado por Araújo (2012), aumentou apenas 2,39% da demanda atual. Essa diminuição do crescimento implica, exatamente, na economia alcançada pelos equipamentos.

Ao compararmos a porcentagem de crescimento da demanda, considerando o uso, ou não, dos mecanismos poupadores, pode-se determinar a economia de água final para o bairro, cujo resultado é de 10,42%, e está sintetizado na tabela 10 juntamente com os dados da demanda futura e o seu crescimento.

**Tabela 10- Economia resultante do uso de poupadores**

	<b>Demanda Atual (<i>l/dia</i>)</b>	<b>Demanda com edifícios concluídos (<i>l/dia</i>)</b>	<b>Crescimento da demanda (%)</b>	<b>Economia (%)*</b>
Sem Poupador	5.160.960,20	5.899.659,97	14,31	-
Com Poupador	5.160.960,20	5.284.618,55	2,39	10,42**

\*comparativo entre a demanda futura sem e com de poupador.

\*\* referente à água de todo o bairro

Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

Com isso percebe-se que a implantação de mecanismos poupadores em edifícios residenciais, apesar de ser uma aplicação pontual, pode trazer resultados significativos de economia, até mesmo para a escala de um bairro, principalmente quando se considera o volume de água economizado em vez do percentual economizado. É notório que, as áreas que



apresentam maior adensamento populacional também sofrem maior interferência econômica com uso dos mecanismos poupadores, portanto, cabe aos gestores decidirem sobre as diretrizes e o planejamento da cidade, avaliando, também a infraestrutura hidráulica, percebendo que eles podem intervir de maneira positiva, minimizando os impactos causados pelo adensamento populacional na cidade.

### 5.2.2. *Evolução do Adensamento*

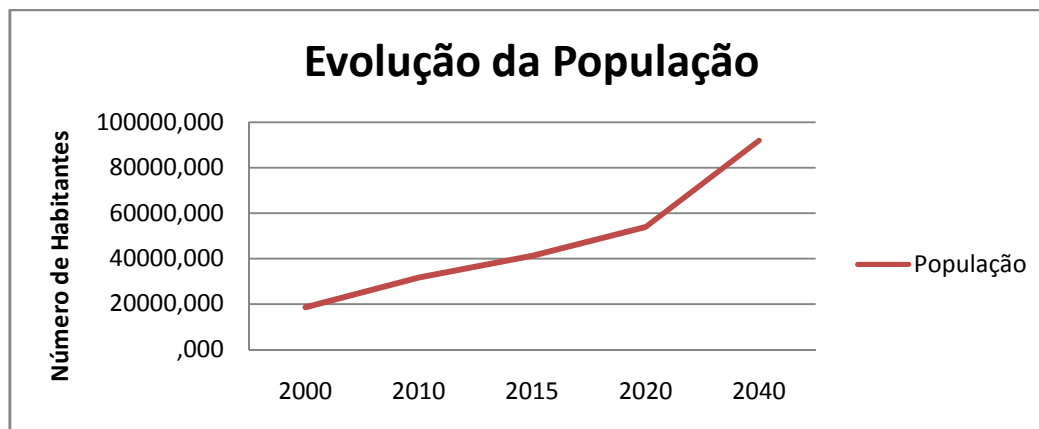
A pesquisa de Araújo (2012) forneceu os valores que balizaram os cálculos apresentados anteriormente. O referido estudo contemplou apenas os 23 edifícios em construção encontrados, para um horizonte de cinco anos. Entretanto, conhecendo a taxa geométrica de crescimento populacional do Catolé, que é 1,05% a.a., calculada pelos valores da última década, pôde-se fazer uma estimativa da população para os próximos dez e vinte anos. Ao aplicarem-se os mesmos percentuais de aumento da demanda e da economia de água, conseqüentemente, determinou-se a demanda de água dessas populações futuras. Para melhor compreensão, os valores são mostrados na tabela 11 e figuras 24 e 25.

**Tabela 11- Evolução do adensamento e das demandas de água no Catolé**

<b>Ano</b>	<b>População (hab)</b>	<b>Demanda sem poupadores (l/dia)</b>	<b>Demanda com poupadores (l/dia)</b>
<b>2000</b>	18.498	-	-
<b>2010</b>	31.560	5.160.960,20	5.284.618,55
<b>2015 (5 anos)</b>	41.223	5.899.659,97	5.410.920,93
<b>2020 (10 anos)</b>	53.845	6.743.901,31	5.540.241,94
<b>2040 (20 anos)</b>	91.867	8.812.104,84	5.808.230,15

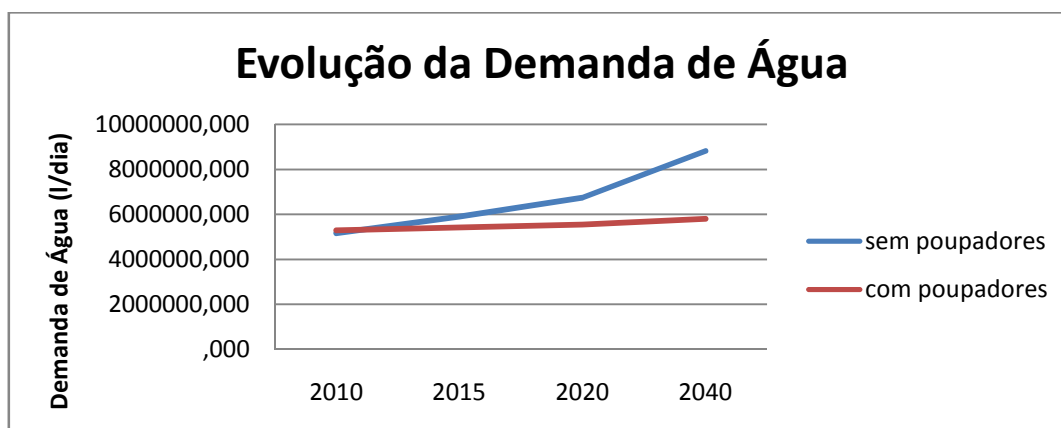
Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

Figura 24- Gráfico de Evolução Populacional no Catolé



Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

Figura 25- Gráfico de Evolução da Demanda de Água



Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

Como os valores de população foram calculados a partir de dados do IBGE, nos censos 2000 e 2010, foram estes os parâmetros para estimar as populações nos anos 2015, 2020 e 2040. As demandas de água se basearam no percentual definido por Araújo (2012) para edifícios sem o uso de poupadores e no percentual encontrado nesta pesquisa para edifícios com uso de poupadores. Portanto, os valores da demanda de água para os próximos cinco anos, descritos nesta pesquisa e por Araújo (2012), diferem principalmente porque uma

considerou o aumento populacional a partir da taxa de crescimento, e outra a partir da pesquisa de campo dos edifícios em construção.

Entretanto ambos os estudos colaboram para a reflexão de que o aumento populacional gera um impacto sensível na demanda futura de água, e com isso percebe-se que, se algumas diretrizes de racionalização da água forem adotadas, os problemas de escassez de água poderiam ser minimizados com o uso de mecanismos poupadores, independente de o crescimento vir através de edifícios ou de casas.

## **CAPÍTULO VI – RECOMENDAÇÕES À LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA**

Diante do que foi diagnosticado nesse trabalho, e em virtude de Campina Grande ainda não contemplar nenhuma lei específica para o projeto e execução em edifícios residenciais relativa ao consumo racional da água, procurou-se estabelecer parâmetros de economia em edifícios residenciais e sugerir que pudessem ser incluídos nas Leis municipais, como o código de obras ou plano diretor da cidade. Além disso, espera-se que esse tipo de diretriz estimule os empresários da construção civil a utilizarem os mecanismos poupadores. Esse estímulo poderia ocorrer, por exemplo, na forma de descontos nas tarifas de licenciamento de obras, e cada conjunto de mecanismos poupadores adotados ampliaria a porcentagem de desconto.

### **6.1. Ambiente Construído**

Tão importante quanto a regulamentação de Leis relativas à racionalização da água, é o controle do uso e ocupação do solo. Portanto, a primeira recomendação a ser feita à legislação municipal é relativa à regulação do plano diretor. Já tendo percebido a importância deste instrumento para a ordenação do solo urbano, sugere-se uma definição mais precisa do zoneamento, classificando-o de acordo com as especificidades de cada região, adaptando cada vez mais as diretrizes urbanas à realidade de cada bairro, para que se tenha um crescimento mais ordenado e diminuam-se as distorções socioeconômicas entre as áreas da cidade.

No caso do bairro Catolé, o mais adequado seria adotar medidas de controle do adensamento populacional e da verticalização das habitações, limitando o potencial construtivo dos lotes através da determinação de índices de aproveitamento máximos, com a finalidade de possibilitar o crescimento habitacional adequado às infraestruturas existentes. A consequência dessas ações seria a diminuição dos riscos de colapso no sistema de

abastecimento de água e energia, entre outros, e o propósito é controlar o consumo como forma de aumentar a oferta, atuando com medidas preventivas e não com medidas corretivas.

Ainda no âmbito do ambiente construído, outra discussão que merece destaque é a regulação da outorga onerosa, que é uma norma ainda não concretizada, e apesar de não ter relação direta com o consumo e a racionalização da água, ela afeta o adensamento populacional e habitacional. E ainda, segundo Bonates (2010), é um instrumento progressista que possibilita ao poder público captar parte da valorização imobiliária que a construção de determinados edifícios geram no espaço urbano para redistribuir investimentos e riquezas. Portanto a implantação da outorga onerosa é sugerida como mais uma alternativa de controle do poder público no solo urbano, por induzir que as construções com maiores demandas sejam implantadas em áreas com maior infraestrutura.

## **6.2. Economia de Água**

As medidas de incentivo à racionalização do uso da água ocorreriam através da utilização de equipamentos poupadores, onde os construtores seriam estimulados a adotá-los nos empreendimentos ainda na fase de licenciamento da obra. O código de obras da cidade poderia contemplar, em seu texto, algum artigo que exigisse a apresentação de um relatório contendo os conjuntos de mecanismos poupadores que seriam utilizados no edifício. Esse relatório seria um documento semelhante ao projeto arquitetônico, que tem a obrigação de ser executado tal qual foi aprovado, e cuja liberação para ocupação (documento de habite-se) está condicionada ao seu cumprimento.

Essa medida tem um caráter educativo para os usuários diminuírem o desperdício no uso da água, mas dessa forma, também induz os compradores dos imóveis a pressionar os construtores para que sejam utilizados equipamentos poupadores de água nos empreendimentos.

### 6.3. Compensações

O objetivo das compensações advindas do uso racional da água é que interfiram nas principais classes envolvidas no processo consequente da verticalização. Devem auxiliar o usuário final do edifício, reduzindo o desperdício através de um consumo controlado; estimular o construtor a aplicar os mecanismos poupadores em troca de descontos na tarifa de licenciamento da obra e ainda utilizar esta iniciativa como argumento de venda do empreendimento.

A proposta para os edifícios residenciais é que, ao utilizarem os mecanismos poupadores, naturalmente a conta de água seja reduzida, diferentemente dos outros edifícios que não utilizassem os mecanismos poupadores, além de economizarem no consumo, também economizariam no pagamento das tarifas.

E para não depender somente da consciência ambiental, de que vale a pena pagar um pouco mais na obra e economizar muito ao longo da vida do edifício, aos construtores sugere-se que, no ato da aprovação do projeto para licenciamento da construção, apresentem um relatório especificando os mecanismos poupadores que seriam aplicados no edifício. De acordo como conjunto de poupadores utilizados, estes estariam vinculados a descontos na taxa de licenciamento da obra. Quanto mais mecanismos poupadores utilizados, maior o desconto na tarifa do alvará de construção. A idéia é que, além de ter os mecanismos poupadores como argumento de venda, eles também diminuam os custos do construtor na fase inicial do processo, compensando parte dos investimentos feitos pela troca dos equipamentos tradicionais pelos poupadores.

Segundo a tipologia adotada para os conjuntos de mecanismos poupadores, segue tabela 12 com os respectivos descontos sugeridos superficialmente. Portanto, faz-se necessário um estudo mais específico dos valores e taxas aplicados para a liberação de uma

obra, a fim de se obter valores mais precisos e viáveis para a implantação da diretriz sugerida.

**Tabela 12- Descontos aplicados às tipologias dos edifícios**

<b>Tipo do empreendimento</b>	<b>Medição Individualizada</b>	<b>Tecnologias Economizadoras</b>	<b>Reuso de Água Cinza</b>	<b>Desconto</b>
<b>Tipo 1</b>	X			10%
<b>Tipo 2</b>	X	X		20%
<b>Tipo 3</b>	X	X	X	30%

Fonte: dados produzidos pelo autor (2013)

Mesmo que o relatório dos poupadores seja um documento que permita aos órgãos públicos cobrarem a implantação destes, ainda existe a possibilidade de os construtores não cumprirem as exigências e de que façam do relatório um simples motivo para receber desconto. Neste caso de descumprimento da implantação dos mecanismos poupadores, a liberação para a moradia só ocorreria se o construtor, no ato da liberação do habite-se e embutido no valor da taxa, devolvesse o valor do desconto recebido no licenciamento da obra com as devidas correções monetárias.

## **CAPÍTULO VII- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Mesmo que este trabalho ainda permita ser aprofundado em outras variáveis da expansão urbana, pode-se concluir que o crescimento urbano deve ser acompanhado de perto pelos gestores municipais, pois se percebeu que qualquer variação populacional na cidade, por menor que seja, gera impactos de proporções consideráveis nas infraestruturas da cidade. Conhecer as demandas de água atuais e futuras é extremamente importante para controlar a oferta e evitar um colapso no sistema de abastecimento.

Concluiu-se, também, que ações de gestão têm se mostrado eficazes no combate ao desperdício. Assim, além dos 10,42% de economia de água alcançada em todo o bairro do Catolé, resultante da substituição dos mecanismos poupadores apenas nos edifícios residenciais, aumenta-se a disponibilidade de água e não agride o meio ambiente com os impactos causados por grandes obras de transporte de águas.

Como uma estratégia de gestão dos recursos hídricos, os mecanismos poupadores demonstraram ser boas ferramentas para economia de água. Principalmente porque a sua aplicação consiste simplesmente em substituir os equipamentos convencionais pelos poupadores, não exigindo grandes intervenções na construção do edifício e nem mudanças drásticas no comportamento dos usuários. Além disso, a substituição representou baixos custos de investimentos em relação ao custo total da obra, e se mostrou vantajosa quando comparada à economia de água de 83,26%, gerada ao longo da vida do edifício.

Relativo às leis municipais, concluiu-se que demonstraram falta de controle quanto ao uso e ocupação do solo. A incompatibilidade entre as exigências para cada zoneamento e a realidade no local, além das lacunas encontradas no texto, permite que o adensamento e a verticalização ocorram segundo a vontade dos empresários da construção, pois o único



limitante da altura dos edifícios são os recuos.

Outro fator percebido é a ausência de normas municipais que tratem especificamente do objeto construído, principalmente dos edifícios residenciais, incentivando o uso de mecanismos poupadores de água, que apesar de ser um tema tão recorrente na atualidade, ainda não foi contemplado nas diretrizes de Campina Grande, refletindo a falta de atualização ocorrida nos órgãos gestores municipais. Portanto acentua a necessidade de implantar leis para estimular o consumo racional dos recursos naturais, principalmente da água.

Tendo em vista os resultados satisfatórios alcançados por esse trabalho para a compreensão dos impactos da verticalização no aumento da demanda de água no bairro do Catolé, sugere-se, para trabalhos posteriores, aplicar a metodologia usada nesta pesquisa em outros bairros com características de potencial verticalização.

Apesar de Guedes (2009) ter estimado uma redução no consumo de água nos setores residenciais públicos, através da implantação hipotética de aparelhos poupadores em Campina Grande, sugere-se estender esta pesquisa, aplicando a substituição dos mecanismos poupadores em todos os edifícios em construção da cidade. E, assim, determinar o quanto a aplicação de uma lei municipal poderia reduzir no consumo de água de Campina Grande.

E, por fim, incorporar ao cálculo do consumo outros equipamentos poupadores mais eficientes do que os utilizados neste trabalho a fim de estimar reduções, ainda maiores, às demandas de água no futuro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 13969: *Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação*, 1997.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. *Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no estado da Paraíba. Ano hidrológico 2008-2009*.

ALBUQUERQUE, T. M. A. *Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda urbana de água na escala de bairro*. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2004.

ALVES, E.M. *O crescimento urbano no município de Bertioga inserido no debate sobre sustentabilidade ambiental*. 2009. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2009, São Paulo.

ARAÚJO, E. L. *Estimativa e análise do crescimento da demanda de água, a partir de cenários de uso e ocupação do solo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)– Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2012.

ARAÚJO, E. L. e RUFINO, I. A. A. *Estimativa do crescimento da demanda de água baseada em dados de uso e ocupação do solo urbano* in Anais XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - ABRH, 2011.

ARAÚJO, E. L.; RUFINO, I. A. A.; LUNGUINHO, R. L. *Análise da expansão urbana versus o comportamento da rede de distribuição de água da cidade de Campina Grande – PB através de imagens de satélite* in Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, Maio 2011, pp.783 - 790.

BALL, J. *Under Pressure: Bathing Duck Weak Shower Heads*. 2009. The Wall Street Journal, November 13, 2009. Sobre dispositivos aeradores de chuveiros.

BONATES, M. F. *Leis que (des)orientam o processo de verticalização. Transformações urbanas em Campina Grande à revelia da legislação urbanística*. La planificación territorial y el urbanismo desde el diálogo y la participación. Actas del XI Coloquio Internacional de Geocrítica, Universidad de Buenos Aires, 2-7 de mayo de 2010 <<http://www.filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/geo/geocritica2010/517.htm>>

BRAGA, C. F. C. *Avaliação Multicriterial e Multidecisória no Gerenciamento da Demanda Urbana de Água*. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2001.

BRASIL. *Lei 9.433, de 08. jan. 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do

artigo 21 da CF, e altera o artigo 1 da Lei 8.001 de 13.03.1990 que modificou a Lei 7.990, de 28.12.1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09. jan.1997. Disponível em: < <http://www.cnrh.gov.br/>>

BRASIL. *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Síntese Executiva - português / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. - Brasília: MMA, 2006. 135p. ; 27 cm. + 1 CD-ROM

BRASIL. *Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 05. jan. 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. *Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento*. -- Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2009. 100 p.; 21 X 29,7 cm.

BRASIL. *Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981*. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02. set.1981

CAMPINA GRANDE. *Lei complementar Nº 003, de 09 de outubro de 2006*. Promove a revisão do Plano Diretor do Município de Campina Grande.

CAMPINA GRANDE. *Lei complementar Nº 042 de 24 de setembro de 2009*. Institui o Código de Defesa do Meio Ambiente do Município de Campina Grande e dá outras providências.

CAMPINA GRANDE. *Lei Nº 4130, de 07 de agosto de 2003*. Código de obras - dispõe sobre o disciplinamento geral e específico, dos projetos e execuções de obras e instalações de natureza técnica, estrutural e funcional de campina grande e dá outras providências.

CARNEIRO, M. I. M. *Gerenciamento da demanda de água em áreas verdes públicas: o caso de Campina Grande*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)– Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2008.

CORRÊA, R. L. *O Espaço Urbano* (Resumo). 3. ed. n.174. Editora Ática 1995.p.1-16.(Série Princípios).

COSTA, C. H. A.; ILHA, M. S. O. *Legislação para Aproveitamento de Águas Cinzas em Edifícios Residenciais: O Caso da Cidade de Guarulhos*. XI SISPREL – Simpósio Nacional de Sistemas Prediais. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba/PR, Junho/2009.

FRANCO JUNIOR, R. S. *Água: economia e uso eficiente no meio urbano*. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-17052010-110317/>>. Acesso em: 2012-06-02.

GARCIAS, C. M.; SANCHES, A. M. *Vulnerabilidades sócioambientais e as disponibilidades hídricas urbanas: levantamento teórico-conceitual e análise aplicada à região metropolitana de Curitiba - PR*. Risco, Rev. Pesqui. Arquit. Urban. (Online), São Carlos, n. 10, 2009. Disponível em <[http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1984-45062009000200010&lng=pt&nrm=iso](http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-45062009000200010&lng=pt&nrm=iso)>. acesso em 02 jun. 2012.

GOMES, V. L. *Uso Eficiente de Água em Campus Universitário: O Caso da Universidade Federal de Campina Grande*. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2013.

GUEDES, M.J.F. *Gerenciamento da Demanda de Água: Proposta de Alternativas na Escala de uma Cidade*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande, 2009, Campina Grande.

IPARDES. *Assentamentos precários urbanos: espaços da Região Metropolitana de Curitiba: relatório II*. / Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. – Curitiba. 2010.

MAIA, D. S. *A periferização e a fragmentação da cidade: loteamentos fechados, conjuntos habitacionais populares e loteamentos irregulares na cidade de Campina Grande- PB, Brasil*. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona, v. 14, n. 331, agosto/2010. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-80.htm>> (Acesso em: 14 de Dezembro de 2012).

MENESES, R. A. *Diagnóstico Operacional de Sistemas de Abastecimento de Água: O Caso de Campina Grande*. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2011.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I.; CODAS, B. V. B.; SILVA, J. O. P.; MENDES, R. L. *Avaliação econômica dos sistemas de reúso de água em empreendimentos imobiliários*. XXX Congresso de la Asociacion de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. Punta Del Este – Uruguay, 2006.

MIRANDA, L. P. *Análise da ocupação proposta pelo PEU das Vargens tendo como foco densidades, infraestruturas e condições ambientais*. Arqtextos, São Paulo, 10.116, Vitruvius, jan 2010 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/10.116/3382>>.

MÜLFARTH, R.C.K. *Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental*. Vol. 01. 2002. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2002, São Paulo.

NUNES, R. T. S.; DELETIC, A.; WONG, T. H. F.; PRODANOFF, J. H. A.; e FREITAS, M. A. V. *Procedures for integrating Water Sensitive Urban Design (WSUD) technologies into the site planning process: Criteria for streetscape scale applied in Melbourne Region – Australia*. 12nd International Conference on Urban Drainage, Porto Alegre/Brazil, 2011.

OLIVEIRA, I. C. E. *Estatuto da cidade; para compreender...* / Isabel Cristina Eiras de Oliveira. - Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 2001. 64p.

PRETECEILLE, E.; VALLADARES, L. *Favela, favelas: unidade ou diversidade da favela carioca*. O futuro das metrópoles, Rio de Janeiro, Editora Revan, 2000.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA – PNCDA. DTA F1 - *Tecnologias Pouadoras de Água nos Sistemas Prediais*. Brasil: Presidência da República Ministério das Cidades, Brasil, 2004.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA – PNCDA. DTA F2 - *Produtos Economizadores de Água nos Sistemas Prediais*. Brasil: Presidência da República Ministério das Cidades, Brasil, 2004.

SANTOS, M. *A natureza do Espaço*. São Paulo: Hucitec, 1996.

RIBEIRO, M. A. F. M. *Participação Pública em Gestão de Recursos Hídricos: Uma análise do caso paraibano*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande, 2012, Campina Grande.

SERRADOR, M. E. *Sustentabilidade em arquitetura: referências para projeto*. 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-17022009-140800/>>. Acesso em: 2012-06-02

SOARES, A. L. F. *Gerenciamento da Demanda de Água em Ambientes de Uso Público: O Caso da Universidade Federal de Campina Grande*. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande, 2012, Campina Grande.

SOMEKH, N. *A cidade vertical e o urbanismo modernizador*. São Paulo: Nobel, EDUSP, FAPESP, 1997, 173p.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO. O. M. *Gestão da água no Brasil*– Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

TUCCI, C. E. M. *Águas Urbanas*. Estud. av. São Paulo, v 22, n. 63, de 2008. Disponível a partir do <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 02 de junho de 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>.

UNITED NATIONS UNWATER. Disponível em [http://www.unwater.org/statistics\\_use.html](http://www.unwater.org/statistics_use.html)

VAN DER STEEN, P.; HOWE, C. *Managing water in the city of the future; strategic planning and science*. Reviews in Environmental Science and Biotechnology. Springer Netherlands, v. 8, n. 2, de 2009. Disponível a partir do <<http://dx.doi.org/10.1007/s11157-009-9154-2>>

WAGNER, I.; ZALEWSKI, M. *Ecohydrology as a basis for the sustainable city strategic planning: focus on Lodz, Poland*. Reviews in Environmental Science and Biotechnology. Springer Netherlands, v.8, n.3 de 2009. Disponível a partir do <<http://dx.doi.org/10.1007/s11157-009-9169-8>>

WONG, T. H. F. *An Overview of Water Sensitive Urban Design Practices in Australia*. Water Practice & Technology. v. 1, n° 1. 2006.