

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM ÁREAS VERDES PÚBLICAS:

O CASO DE CAMPINA GRANDE

Campina Grande-PB
Março de 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM ÁREAS VERDES PÚBLICAS:
O CASO DE CAMPINA GRANDE**

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, na área de Engenharia Hidráulica, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA HIDRÁULICA

ORIENTADORES: CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO
IANA ALEXANDRA ALVES RUFINO

Campina Grande-PB
Março de 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C289g

2008 Carneiro, Maria Isabel Mota.

Gerenciamento da demanda de água em áreas verdes públicas: o caso de Campina Grande /Maria Isabel Mota Carneiro. — Campina Grande: 2008. 101f. : il

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

Referências.

Orientadores: Dr. Carlos de Oliveira Galvão e Dr^a. Iana Alexandra Alves Rufino.

1. Demanda de água. 2. Paisagismo. 3. Sustentabilidade. I. Título.

CDU 556.18(043)

GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM ÁREAS VERDES PÚBLICAS:
O CASO DE CAMPINA GRANDE

APROVADA EM 28 DE MARÇO DE 2008

Dr. CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO (UAEC/AERH/UFCG)
ORIENTADOR

Dra. IANA ALEXANDRA ALVES RUFINO (UAEC/AERH/UFCG)
ORIENTADORA

Dr. ANTÔNIO MAROZZI RIGUETTO (DEC/LARHISA/UFRN)
EXAMINADOR EXTERNO

Dr. RUI DE OLIVEIRA (UAEC/AESA/UFCG)
EXAMINADOR INTERNO

Campina Grande-PB
Março de 2008

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Deus Eterno, pelo seu infinito amor e cuidado com a minha vida. Pelas portas abertas, pela saúde a cada amanhecer, pela força nos momentos difíceis, pela sua presença me orientando em cada passo até chegar aqui e pela certeza de que o futuro será de sucesso porque Ele estará sempre ao meu lado.

Aos meus queridos pais Argemiro e Maione, que sempre me incentivaram e foram essenciais em mais uma etapa de minha vida profissional, um sonho que não é só meu, por isso sinceros agradecimentos. Aos meus amados irmãos Fellipe e Raquel, pelo exemplo, por estarem ao meu lado sempre, em todas as situações, em todas as ocasiões e por acreditarem sempre em mim. Ao meu cunhado Acácio Figueiredo, pelo apoio e por palavras de amizade dedicada. E aos meus lindos sobrinhos Caroline e Vinícius, herança do Senhor.

À minha avó Maria Augusta que aos seus 93 anos me ensinou que enquanto há vida há Esperança.

Ao casal Rosilda e Aderaldo pela amizade e apoio tão importante em todos os momentos de minha vida.

Aos orientadores e amigos, Professor Carlos de Oliveira Galvão que abriu as portas do Laboratório de Hidráulica em 2002 onde comecei a fazer pesquisas, pela sua dedicação, entusiasmo e confiança em todos os momentos, pelo privilégio de entrar em sala de aula e aprender bastante. À Professora Iana Alexandra Alves Rufino pelo seu exemplo, dedicação, alegria contagiante e incentivo em todos os momentos. Muito obrigado pelo carinho e incentivo recebido de vocês durante todo o trabalho, me preparando todo o tempo para ser Mestre.

A todos os professores da Área de Engenharia de Recursos Hídricos, pela formação que recebi e pelos novos conhecimentos adquiridos.

A banca examinadora, Professor Antônio Marozzi Riguetto e Professor Rui de Oliveira, pelas considerações que fizeram enriquecendo o trabalho.

À amiga Engenheira Civil Socorro F. Alencar, que esteve comigo desde o início, quando tudo começou e quando plantei a minha primeira muda de planta, me ensinando a amar a natureza, observar a paisagem e com criatividade ser uma verdadeira Engenheira, com sensibilidade de Arquiteta.

Aos meus grandes amigos da turma do Mestrado, especialmente a Roberta Lima, Fernanda Paiva, Francisco Fonseca, Susana Cristina. Caminhar com esses amigos transformou tudo que era difícil numa alegria.

Aos amigos do Laboratório de Hidráulica II, Renato Oliveira, Adriana Carneiro, Alysson Guimarães e Rita Micheline pelo companheirismo. A Marília Dantas e Rodolfo Nóbrega, pelo apoio e mão amiga, com os quais aprendi que compartilhar é adquirir conhecimento. A Camila Macedo pela colaboração durante pesquisa. A John Elton de Brito e Karla Lacerda pelo apoio. Aos funcionários do Laboratório de Hidráulica, Ismael, Haroldo, Aurezinha, Vera, Raul e Valdomiro, por toda atenção e serviços acolhedores.

À Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA Algodão, ao Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba – LMRS/PB, e à Prefeitura Municipal de Campina Grande – PMCG, pelo fornecimento de dados tão valiosos desta pesquisa.

Ao Professor Plínio Tomaz e Álvaro José Back, que durante a pesquisa compartilharam seus trabalhos e seus conhecimentos tão valiosos.

À CAPES, pelo suporte financeiro durante a vigência do curso.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente, contribuíram e acrescentaram para a concretização deste trabalho.

Muito Obrigada!

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Distribuição de água no planeta (Supondo que existam somente 1.000 litros).	4
Tabela 2.2 – Critérios utilizados no gerenciamento da demanda.	7
Tabela 2.3 – Índice de perda de faturamento de água (IPF) em 7 capitais nordestinas.	10
Tabela 2.4 – Funções das áreas verdes.	18
Tabela 2.5 – Princípios do paisagismo sustentável.	23
Tabela 3.1 – Dados climatológicos da cidade de Campina Grande	31
Tabela 4.1 – Classificação por tipologia.	41
Tabela 4.2 – Classificação por demanda de água.	42
Tabela 4.3 – Princípios de sustentabilidade.	43
Tabela 4.4 – Zoneamento e diretrizes gerais das áreas verdes públicas.	44
Tabela 4.5 – Capacidade de campo e ponto de murcha permanente.	46
Tabela 4.6 – Valores de K_C conforme o consumo.	46
Tabela 4.7 – Fatores para diversas plantas.	47
Tabela 4.8 – Valores de CN.	50
Tabela 5.1 – Codificação e denominação dos bairros e áreas verdes existentes na cidade.	56
Tabela 5.2 – Análise geral das áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande, 2007.	59
Tabela 5.3 – Detalhamento das áreas verdes públicas de Campina Grande.	63
Tabela 5.4 – Detalhamento dos PPS propostos as áreas verdes públicas de Campina Grande.	69
Tabela 5.5 – Consumo médio de água para a área verde B1P1 – 1977/2006.	84
Tabela 5.6 – Demanda de água – Áreas verdes públicas – Tipologia trevos e rotatórias.	85
Tabela 5.7 – Demanda de água – Áreas verdes públicas – Tipologia parques públicos.	85
Tabela 5.8 – Demanda de água - Áreas verdes públicas – Tipologia praças públicas.	86
Tabela 5.9 – Demanda de água numa perspectiva futura.	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Diversos tipos de reúso de águas, adaptado de Escalera (1995).	11
Figura 3.1 – Localização da cidade de Campina Grande.	30
Figura 3.2 – Pluviometria média do Estado da Paraíba (Fonte: AESA, 2008).	32
Figura 3.3 – Presença de áreas verdes públicas na área urbana da cidade de Campina Grande.	34
Figura 3.4 – Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba (Fonte: AESA, 2008).	36
Figura 4.1 – Fluxograma da metodologia utilizada.	40
Figura 4.2 – Metodologia aplicada no processo.	43
Figura 4.3 – Representação gráfica do balanço hídrico do solo.	48
Figura 4.4 – Algoritmo do modelo de balanço hídrico do solo.	53
Figura 5.1 – Falta de paisagismo nas áreas verdes públicas de Campina Grande: (a) Praça Isaac Catão e (b) Praça Maria da Luz (Fotos: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).	57
Figura 5.2 – Bom estado de algumas áreas onde a irrigação ocorre através do abastecimento público: (a) Rótula Lindão e (b) Praça Heráclito Cavalcante (Fotos: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).	57
Figura 5.3 – Vazamentos encontrados nas áreas verdes públicas de Campina Grande (Fotos: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).	58
Figura 5.4 – Reúso de água para a irrigação paisagística de um parque da cidade (Fotos: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).	58
Figura 5.5 – Índice de áreas verdes públicas por bairro.	65
Figura 5.6 – (a) B11P1 – Praça Raimundo Asfora e (b) B4P1 – Praça Nossa Senhora de Fátima (Fotos: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).	66
Figura 5.7 – (a) B2P1 – Praça Heráclito Cavalcante e (b) B5P10 – Praça Félix Araújo (Fotos: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).	67
Figura 5.8 – B1P1 – Rotatória Lindão (Foto: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).	72
Figura 5.9 – B5P11 – Praça Coronel Antônio Pessoa (Foto: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).	73
Figura 5.10 – B2P1 – Praça Heráclito Cavalcante (Foto: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).	74
Figura 5.11 – Representação gráfica do balanço hídrico – janeiro de 1977.	76
Figura 5.12 – Representação gráfica do balanço hídrico – julho de 1977.	77
Figura 5.13 – Representação gráfica do balanço hídrico – janeiro de 1985.	78
Figura 5.14 – Representação gráfica do balanço hídrico – julho de 1985.	79
Figura 5.15 – Representação gráfica do balanço hídrico – janeiro de 2006.	80
Figura 5.16 – Representação gráfica do balanço hídrico – julho de 2006.	81
Figura 5.17 – Déficit hídrico para o ano de 1985 para a área verde B1P1 – Atual.	82
Figura 5.18 – Déficit hídrico para o ano de 1985 para a área verde B1P1 – PPS.	82
Figura 5.19 – Déficit hídrico para o ano de 2006 para a área verde B1P1 – Atual.	83
Figura 5.20 – Déficit hídrico para o ano de 2006 para a área verde B1P1 – PPS.	83
Figura 5.21 – Comparação do consumo médio de água para a área verde B1P1 – 1977/2006.	85
Figura 5.22 – Demanda média anual de água nas áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande.	87

Com o crescimento populacional e o desenvolvimento urbano, o consumo de água aumentou e a demanda de água para atender o consumo humano, agrícola e industrial, tende a continuar aumentando em todo o mundo. A presença de áreas verdes nas cidades é considerada indicador de qualidade de vida e locais arborizados geralmente se apresentam mais agradáveis aos sentidos humanos. Por outro lado os espaços verdes públicos, muitas vezes, são construídos sem planejamento, utilizando espécies de plantas impróprias para a realidade local, gerando dificuldades de adaptação, uma vez que tais espécies requerem uma maior quantidade de água, elevando a demanda de irrigação e alto consumo dos recursos hídricos. Neste contexto, esta pesquisa apresenta uma avaliação da demanda de água nas áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande – PB, tendo sido estudados os projetos paisagísticos das cinquenta áreas verdes públicas existentes e concebidos novos modelos de projetos paisagísticos sustentáveis (PPS), baseados na demanda de água avaliada. A demanda hídrica é estimada a partir de um modelo de balanço hídrico do solo, o qual é utilizado para simular o comportamento de cada uma das áreas verdes públicas ao longo de 30 anos. Na hipótese de implementação dos PPS são simulados os valores de demanda, os quais, em comparação com os valores obtidos para as áreas verdes atuais, demonstram uma economia de água da ordem de 50%. Conclui-se que a implementação de projetos paisagísticos mais sustentáveis viabiliza um uso mais racional dos recursos hídricos da região.

Palavras-chave: Gerenciamento da Demanda de Água; Áreas Verdes Públicas; Paisagismo Sustentável.

With the population growth and urban development, the consumption of water has increased and demand for water to meet human consumption, agricultural and industrial, tends to continue increasing throughout the world. The presence of green areas in cities is considered indicator of quality of life and local wooded usually presents more pleasant to the senses humans. Moreover the public green spaces are often built without planning, using species of plants unfit for the local reality, creating difficulties of adjustment, since such species require a greater amount of water, increasing the demand for irrigation and high consumption of water resources. In this context, this research presents an assessment of the demand for water in public green areas of the city of Campina Grande - PB, where the projects are studied landscape of fifty existing public green areas and designed new models of sustainable landscaping projects (PPS) based on demand water evaluated. The water demand is estimated from a model of soil water balance, which is used to simulate the behavior of each of the public green areas over 30 years. In the event of implementation of PPS are simulated figures for demand, which, compared with the values obtained for the green areas today, show a saving of water in the order of 50%. It is concluded that the implementation of projects more sustainable landscape enables a more rational use of water resources of the region.

Keywords: Water Demand Management; Green Public Areas; Landscape Sustainable.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
LISTA DE TABELAS.....	III
LISTA DE FIGURAS.....	IV
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
CAPÍTULO I – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	1
CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTADO DA ARTE.....	4
2.1 – GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA.....	4
2.1.1 – A PROBLEMÁTICA DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	4
2.1.2 – GERENCIAMENTO DA DEMANDA.....	6
2.1.3 – PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	8
2.1.4 – REÚSO DE ÁGUA.....	11
2.1.5 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA.....	13
2.2 – ÁREAS VERDES PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE.....	15
2.2.1 – DEFINIÇÕES DE ÁREAS VERDES URBANAS.....	15
2.2.2 – CIDADES SUSTENTÁVEIS.....	16
2.2.3 – PLANEJAMENTO URBANO E PAISAGISMO.....	18
2.2.4 – MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO.....	20
2.2.5 – PAISAGISMO SUSTENTÁVEL.....	22
2.3 – ESTIMATIVA DE DEMANDA HÍDRICA DE CULTURAS PAISAGÍSTICAS.....	25
CAPÍTULO III – ÁREA DE ESTUDO.....	30
3.1 - A CIDADE DE CAMPINA GRANDE.....	30
3.1.1 – CLIMATOLOGIA.....	30
3.1.2 – PEDOLOGIA E COBERTURA DO SOLO.....	33
3.1.3 – ÁREAS VERDES.....	33
3.1.4 – RECURSOS HÍDRICOS.....	35

CAPÍTULO IV - METODOLOGIA DA PESQUISA.....	39
4.1 – ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	39
4.2 – DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS.....	40
4.2.1 – CARACTERIZAÇÃO E AQUISIÇÃO DOS DADOS.....	40
4.2.2 – CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS.....	41
4.2.3 – ÍNDICE DE ÁREAS VERDES PÚBLICAS.....	42
4.3 – ELABORAÇÃO DOS PROJETOS PAISAGÍSTICOS SUSTENTÁVEIS.....	42
4.3.1 – PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE.....	43
4.3.2 – DIRETRIZES DE PROJETO.....	44
4.3.3 – ETAPAS DE PROJETO.....	45
4.4 – ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA.....	45
4.5 – COMPARAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA.....	54
4.6 – ANÁLISE EM ESCALA DE CIDADE.....	54
4.7 – PERSPECTIVAS PARA O FUTURO.....	54
CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1 – DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS DE CAMPINA GRANDE.....	55
5.1.1 – CARACTERIZAÇÃO E AQUISIÇÃO DOS DADOS.....	55
5.1.2 – CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS.....	61
5.1.3 – ÍNDICE DE ÁREAS VERDES PÚBLICAS.....	64
5.2 – ELABORAÇÃO DOS PROJETOS PAISAGÍSTICOS SUSTENTÁVEIS.....	65
5.2.1 – TIPOLOGIA TREVOS E ROTATÓRIAS.....	70
5.2.2 – TIPOLOGIA PRAÇAS E PARQUES PÚBLICOS.....	72
5.3 – ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA.....	74
5.3.1 – BALANÇO HÍDRICO DO SOLO.....	74
5.3.2 – DEMANDA DE ÁGUA NAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS.....	83
5.4 – ANÁLISE COMPARATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA: ATUAIS X PPS.....	84
5.5 – PERSPECTIVAS PARA O FUTURO.....	88
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	89
5.1 – CONCLUSÕES.....	89
5.2 – RECOMENDAÇÕES.....	90
CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS.....	101

CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O consumo de água tem aumentado consideravelmente e parte da população mundial não tem acesso ao fornecimento de água através de redes de abastecimento. Bilhões de pessoas vivem em locais que sofrem com enchentes ou secas. A demanda de água para atender o consumo humano, agrícola e industrial, pressionada pelo crescimento populacional, tende a continuar aumentando em todo o mundo, estimando-se que as necessidades hídricas mundiais devam dobrar nos próximos 25 anos, e que cerca de quatro bilhões de pessoas poderão ser afetadas por graves crises de escassez até o ano de 2025 (SILVA e PAIVA, 2006). Entretanto com a implementação de políticas públicas de recursos hídricos espera-se que, gradualmente, a utilização da água seja feita de forma racional, com uma diminuição significativa dos índices de perdas pelos diversos usos de água (ACSELRAD et al., 2004).

Na década de setenta do século XX foi originado o conceito de desenvolvimento sustentável e posteriormente o das cidades sustentáveis (FRANCO, 2000, apud VAN BELLEN, 2002), que geraram estudos referentes às melhorias na qualidade de vida da sociedade, compatibilizando os principais agentes causadores de impactos ambientais e as possíveis soluções para que estes sejam minimizados. Segundo Alva (1997), apud Andrade (2003), a cidade sustentável é um fenômeno em construção, que pressupõe um conjunto de mudanças e depende da capacidade de reorganizar os espaços, gerir novas economias externas, melhorar a qualidade de vida das populações e superar as desigualdades sócio-econômicas como condição para o crescimento econômico. Depende, também, da gestão correta dos recursos ambientais da cidade, entre eles os recursos hídricos.

Neste contexto, a presença de áreas verdes nas cidades é considerada indicador de qualidade de vida e locais arborizados geralmente se apresentam mais agradáveis aos sentidos humanos. Vidal e Gonçalves (1999) afirmam que a presença de arbustos e árvores no ambiente urbano tende a melhorar o microclima através da diminuição da amplitude térmica, principalmente por meio da evapotranspiração, da interferência na velocidade e direção dos

ventos, sombreamento, embelezamento da paisagem, diminuição das poluições atmosférica, sonora e visual e contribuição para a melhoria física e mental do ser humano na cidade.

Por outro lado, os espaços verdes públicos necessitam ser re-valorizados, através de diversas ações e políticas públicas que permitam a tais áreas desempenharem o seu papel na comunidade local, preservando a boa qualidade do ambiente construído para seus usuários mais diversos. Segundo Carvalho *et al.* (2004), as áreas centrais da cidade estão sofrendo em vários graus as conseqüências do crescimento urbano, do modo de urbanização, da intensificação do uso do solo e dos modos de vida diferenciados dos vários segmentos sociais.

Dentro do planejamento das áreas verdes públicas, o uso da água é um dos critérios para direcionar a elaboração dos projetos paisagísticos. Apesar do paisagismo não considerar necessariamente o uso da água como elemento de composição, a água está presente como recurso de manutenção. Este aspecto, por si só, já torna a questão da utilização da água uma discussão importante, pois sua má utilização pode gerar desperdícios. Portanto devem ser respeitadas as características e necessidades do meio ambiente, com a escolha de espécies de plantas nativas para a composição dos conjuntos vegetais (PILLOTO, 2003). Muitas vezes as áreas verdes são construídas sem planejamento, e são inseridas espécies de plantas impróprias para a realidade local, proporcionando dificuldades de adaptações, uma vez que, tais espécies requerem uma maior quantidade de água para sobreviverem e exercerem suas funções paisagísticas. Com mais necessidade de água, eleva-se a demanda de irrigação, e em alguns casos evidencia-se um consumo exagerado dos recursos hídricos. Neste contexto uma grama que consome muita água deve ser evitada e o gramado mais adequado é aquele que se sustenta somente com as chuvas locais, precisando o mínimo de irrigação. Muitas vezes não há suprimento externo com capacidade de fornecimento de água, o que torna necessário um projeto adequado com o uso de plantas que economizem água.

Nesse sentido, o gerenciamento da demanda de água é importante na busca por um uso mais racional das águas urbanas, permitindo-se que as cidades e a comunidade utilizem a água de forma racional. Segundo Villa Nova (1991), aplicando-se água no solo apenas em momento oportuno e em quantidades suficientes para suprir as suas necessidades hídricas, pode-se minimizar os desperdícios. Mas, para que isso ocorra, há necessidade do uso de métodos que determinem a disponibilidade de água no solo para uma determinada espécie de planta.

O Estado da Paraíba tem cerca de 90% do seu território situado na região semi-árida do Nordeste, sobre base eminentemente cristalina, com grande variabilidade temporal e espacial das chuvas, variando entre 300 mm anuais na região do Cariri e 1600 mm na região Litorânea do Estado. Estas características hidroclimáticas trazem sérios problemas relacionados com a questão do gerenciamento das suas disponibilidades para atendimento das demandas das diversas microrregiões do Estado. A cidade de Campina Grande, localizada no interior do estado, possui diversas áreas verdes públicas que utilizam água de abastecimento público para a manutenção paisagística. Este trabalho avalia as áreas verdes públicas dessa cidade e apresenta uma proposta de uso de um paisagismo integrado ao desenvolvimento urbano sustentável. Para tanto, propõe simular a implantação de Projetos Paisagísticos Sustentáveis – PPS e estimar a demanda de água das áreas verdes públicas, através de estudos do consumo de água necessário para a irrigação paisagística. A análise do impacto em escala de cidade, com fins de Gerenciamento da Demanda de Água – GDA, fornecerá subsídios à tomada de decisão pelo poder público e comitês de bacias, para um uso racional das águas urbanas.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Levantamento das áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande e avaliação dos problemas relacionados à gestão de recursos hídricos e o uso da água para a irrigação paisagística;
- Elaboração de modelos de Projetos Paisagísticos Sustentáveis – PPS – para essas áreas verdes, relacionando-os com suas tipologias (trevos e rotatórias de vias de acesso, praças e parques públicos);
- Comparação dos modelos paisagísticos atualmente existentes na cidade de Campina Grande com os modelos de PPS propostos, no que diz respeito à demanda de água para a manutenção destas áreas em escala local e de cidade.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTADO DA ARTE

2.1 – GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA

2.1.1 – A PROBLEMÁTICA DOS RECURSOS HÍDRICOS

A água é um recurso natural, finito, com importante valor econômico e social, além

Considerando-se a enorme demanda de água para os diversos usos, é fácil deduzir a importância de obter-se uma maior eficiência no uso da água, especificamente quando esta está cada dia mais difícil de ser encontrada, sendo, em alguns casos, necessário trazer água para atender a demanda de lugares cada vez mais distantes, para proporcionar o abastecimento de muitas cidades. A escassez já é uma realidade não apenas nas regiões semi-áridas. Este fato alcança o mundo todo, pois o crescimento populacional, aliado à intensificação das atividades industriais, ao uso irracional, às secas, às erosões do solo e à desertificação, tem gerado problemas relacionados à falta de água, para o atendimento das necessidades mais elementares da população (SOUZA e VIEIRA, 2004). O abastecimento de água é um dos graves problemas enfrentados por centros urbanos no mundo inteiro, em geral, causado pelo acentuado crescimento populacional, expansão das atividades econômicas, elevação na demanda de água, oferta de água cada vez mais escassa e cara e uso ineficiente da água (BRAGA, 2001).

Problemas relacionados à disponibilidade de água nas mais diversas regiões do mundo estão se tornando comuns, em função de mudanças climáticas, de ações antrópicas e do aumento do consumo de água, especialmente em regiões onde é constatada ocorrência de secas e de processos de degradação dos solos, levando muitas vezes a migração de grande quantidade de indivíduos causando problemas sociais (MACHADO e CORDEIRO, 2004). Fato esse que pode provocar uma situação de conflito devido às limitadas quantidades de água em algumas regiões.

O Banco Mundial deve estimular o gerenciamento da oferta e da demanda de água a uma adequação dos instrumentos, às peculiaridades regionais e consolidar os sistemas institucionais estatais, promovendo medidas, tais como o gerenciamento da demanda com vista à redução de perdas, ordenamento espacial e consolidação de redes urbanas (BANCO MUNDIAL, 1998). Segundo Rodriguez (1998), as diretrizes e os procedimentos operacionais do Banco fornecem a base para projetos de investimentos em recursos hídricos eficientes, equilibrados, transparentes e seguros quanto ao meio ambiente.

O consumo de água poderia ser bem menor, se não ocorressem tantas perdas e desperdícios, que acontecem devido a falhas nos sistemas de abastecimento de água para diversos fins, e por causa do comportamento, nem sempre adequado, dos usuários (MOTA, 2002). O controle de perdas e desperdícios, portanto deve ser feito pelo poder público, por empresas privadas e pela população em geral.

2.1.2 – GERENCIAMENTO DA DEMANDA

Inicialmente conservar água era entendido como armazenar água para posteriores usos produtivos, o que hoje pode ser visto como desperdício, uma vez que o seu armazenamento é um meio para o desperdício, em especial no Nordeste onde as taxas de evaporação são elevadas, de forma que, conservação passou a ser vista não mais sob o ponto de vista da oferta, mas sob o ponto de vista da demanda (MARTINS, 2002). Neste contexto o gerenciamento da demanda representa uma nova abordagem à tradicional prática da expansão contínua da oferta que busca o atendimento às demandas apenas através da construção de açudes, poços, barragens e transposição de vazões, práticas que em muitas regiões têm se mostrado não sustentáveis nos aspectos financeiro, sócio – econômico e ambiental (SILVA *et al.*, 1999).

Sabe-i

Banco Mundial (1998), por exemplo, elencou os seguintes instrumentos de gerenciamento da demanda de água:

- Incentivos para adoção de tecnologias e de alternativas de gerenciamento para aumentar a eficiência do uso da água, de sua alocação e de sua distribuição;
- Tarifas e incentivos fiscais para firmas que adotem tecnologias para economizar e conservar a água;
- Sistemas de reúso;
- Sistemas de dessalinização;
- Tecnologias de eficiência no uso de água subterrânea;
- Programas educacionais;
- Controle administrativo, através da racionalização, restrição de certos usos, programas para reduzir vazamentos.

Neste contexto iniciativas de gerenciamento da demanda de água podem ajudar a amenizar a escassez, mas a idéia de uso eficiente, conservação e economia da água deve estar na conduta do usuário. Assim o gerenciamento da demanda vem contribuir para que estes conceitos de economia, conservação e eficiência sejam assimilados e utilizados pela população. E por esta mesma razão, o gerenciamento da demanda é considerado uma medida de gerenciamento paralelo para o aumento de oferta (BRAGA, 2001).

A caracterização dos critérios é algo bastante subjetivo no gerenciamento da demanda, necessitando-se de uma maior clareza a fim de tornar o processo de decisão mais ordenado, principalmente por ser passível de julgamento humano. Na Tabela 2.2 são apresentados os critérios utilizados por Braga (2001) e Albuquerque (2004):

Tabela 2.2 – Critérios utilizados no gerenciamento da demanda.

ECONÔMICO	Retorno do investimento: corresponde ao tempo em qu
-----------	---

2.1.3 – PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Um sistema de abastecimento de água caracteriza-se pela retirada da água da natureza, adequação de sua qualidade, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades. Um sistema de abastecimento de água pode ser concebido para atender a pequenos povoados ou a grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações (SILVA, 1998).

O sistema de abastecimento de água representa o "conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos" (MATOS, 2004). Um aspecto de grande relevância para o uso racional dos recursos hídricos é o controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água. As perdas podem ser de duas naturezas, perdas físicas que representam a água que efetivamente não chega ao consumidor, devido a vazamentos, ao uso da água utilizada na operação para a lavagem de filtros e reservatórios e as perdas não-físicas ou financeiras, que correspondem ao volume de água que é consumido e que não é medido, como a água utilizada nos chafarizes, na irrigação de praças, jardins públicos, em órgãos públicos que não possuem medidores e também a água desviada para as ligações públicas, ligadas aos volumes de água consumida pelos usuários, mas não faturado pelas empresas concessionárias.

Nesse sentido existe uma relação entre o índice de perdas d'água, os índices de hidrometração (ligações de águas medidas/total de ligações de água existentes) e o volume de água micromedido (volume médio de água apurado por medidores de vazão instalados nos ramais prediais). Esses índices, bem como as relações entre os mesmos, constroem um quadro mais preciso das perdas de água existentes em cada empresa de saneamento básico. Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (PERH/SP, 2007), apesar de todo o esforço da Cia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP e demais concessionárias de serviços de abastecimento de água no Estado, para diminuir as perdas nos seus sistemas, estas continuam elevadas; avaliações mais recentes, ainda não oficializadas, indicam que a relação entre o volume micromedido e o volume produzido situar-se-ia no Estado em torno dos 47%.

Perdas no sistema de abastecimento de água podem ocorrer tanto na estrutura física, por meio de vazamentos, quanto administrativamente no gerenciamento e na forma de ligações irregulares (TARDELLI FILHO, 2004). Atualmente a grande maioria das

empresas/órgãos de abastecimento de água tem problemas com perdas físicas e de faturamento que comprometem a sua saúde financeira e a qualidade da prestação do serviço.

Segundo Silva (1998), a redução das perdas não físicas permite aumentar a receita tarifária, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços, contribui indiretamente para a ampliação da oferta efetiva, uma vez que induz à redução de desperdícios por força da aplicação da tarifa aos volumes efetivamente consumidos. O combate a perdas ou desperdícios implica, portanto, redução do volume de água não contabilizada, exigindo a adoção de medidas que permitam reduzir as perdas físicas e não físicas, e mantê-las permanentemente em nível adequado, considerando a viabilidade técnico-econômica das ações de combate a perdas em relação ao processo operacional de todo o sistema.

Na tentativa de unificar a quantificação das perdas e uniformizar a linguagem com relação a esse assunto, possibilitando a comparação entre os diferentes sistemas, foram criados, por organismos nacionais e internacionais, os indicadores de perdas. Tais indicadores são medidas da eficiência e eficácia na prestação dos serviços de abastecimento de água. Eles são um instrumento gerencial utilizado para controle e suporte na tomada de decisões econômicas e financeiras (CONEJO *et al.*, 1999). O seu objetivo principal é promover uma linguagem de referência adequada para uma gestão do sistema voltada ao desempenho e cumprimento de metas, permitindo a comparação entre países e regiões distintas (ALEGRE e BAPTISTA, 2004).

Os indicadores de perdas desenvolvidos pelo Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA classificam-se em três níveis: (1) *básicos*: que seriam derivados de informações técnicas e gerenciais mínimas, exigíveis de todos os serviços, indistintamente, e as perdas físicas e aparentes que ainda não são separadas completamente; (2) *intermediários*: que já se apresentam um estágio acima com relação ao conhecimento das perdas físicas com indicadores relacionados a condições operacionais e de desempenho hídrico do sistema; e (3) *avançados*: que são obtidos por meio de informações-chave mais sofisticadas e que são usados para comparação do desempenho entre serviços (SILVA *et al.*, 1999 apud MATOS, 2004).

Apesar de atividade própria das empresas de saneamento a medição de vazão não recebe a atenção devida. A cultura operacional dominante negligencia a acurácia das medições e os estudos de controle, mesmo a micromedição, que recebeu grande impulso no

país, nos últimos anos, ainda tem papel limitado (BRASIL, 2003). O fato é que, conforme lembra Tardelli Filho (2004), a construção e a implantação de equipamentos públicos são supervalorizadas em detrimento da operação e da manutenção. Silva e Porto (2003), enfatizam que a redução das perdas físicas diminui os custos de produção (redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros), aproveitam melhor as instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor. No caso da diminuição das perdas não físicas obtém-se o incremento de receita tarifária, melhora a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços. Contribui ainda para a ampliação da oferta efetiva de água.

O percentual de água não faturada varia entre diversos países investigados, segundo relato do PNCD (BRASIL, 2000). Em princípio, nas sociedades mais desenvolvidas as perdas deveriam ser pequenas, como em Singapura, Suíça e Alemanha, com média de 7%. Entretanto, isto não é regra e foram observados valores relativamente elevados em outras nações ricas como Grã-Bretanha, Taiwan e Hong Kong (perdas entre 25 e 30%); a discussão de resultados de diversos relatos, em diferentes países desenvolvidos, sugere um índice de perda média de 17% (TUROLLA, 2002). Este valor surge como referencial, apesar da possibilidade de subestimação como o próprio estudo sugere. No Ceará, a principal concessionária dos serviços de saneamento tem como meta um nível de perdas de cerca de 25% (CAGECE, 2003). No Brasil os percentuais de água não faturada oscilam entre 25% e 65% (SILVA, 2005).

Na Tabela 2.3 são mostradas as perdas de faturamento em 7 capitais nordestinas, cabendo observar que os valores das tarifas de água variam conforme as faixas de consumo e desta maneira as perdas em faturamento não representam necessariamente as de volume.

Tabela 2.3 – Índice de perda de faturamento de água (IPF) em 7 capitais nordestinas.

Maceió	57,8
Salvador	52,9
Fortaleza	35,5
São Luiz	63,0
João Pessoa	46,7
Recife	53,0
Natal	46,6

FONTE: Carvalho *et al.* (2004).

2.1.4 – REÚSO DE ÁGUA

A prática do reúso adotada em várias partes do mundo, assim como no Brasil, resultaria na irrigação de extensas áreas, no México o reúso chega a alcançar uma média de 250.000 ha, nos Estados Unidos está na faixa de 14.000 ha e na China esse número chega a 1.330.000 ha (MOTA, 2002; HESPANHOL, 1999). Assim, o reúso promove um aumento da disponibilidade e proporciona suprimento de água em épocas de seca, porém, a qualidade da água a ser utilizada, por exemplo, na irrigação, depende do tipo de cultura, das características do solo, do tipo de sistema de irrigação a ser utilizado e dos riscos ambientais que podem resultar da utilização de águas residuárias.

A utilização de esgotos tratados compreende uma medida efetiva de controle da poluição da água e uma alternativa para o aumento da disponibilidade de água em regiões carentes de recursos hídricos. Reúso de água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original (BREGA FILHO e MANCUSO, 2003). Existem várias formas de reúso, Escalera (1995), descreve uma série (Figura 2.1), desde usos agrícolas, industriais e domésticos com utilização nas descargas sanitárias, até o reúso municipal com a irrigação paisagística de áreas verdes públicas.



Figura 2.1 – Diversos tipos de reúso de águas, adaptado de Escalera (1995).

Destaca-se dentre os tipos de reúso, o municipal, com a irrigação paisagística em áreas verdes públicas. Observa-se que essa prática está sendo bastante utilizada em muitos centros urbanos, a fim de minimizar o desperdício na manutenção de praças, parques e vias públicas. Generino *et al.* (2005), em seus estudos, concluíram que o Distrito Federal possui um grande número de áreas ajardinadas, nas quais a irrigação é realizada com água de excelente qualidade, proveniente da Companhia de Água e Esgoto de Brasília (CAESB). Por outro lado, foi verificada a existência de grandes volumes de esgotos tratados. Estudos acerca do reúso de água para a irrigação paisagística da cidade, surpreenderam os pesquisadores, constatando-se que as águas residuárias provenientes do uso urbano, após tratamento encontram-se potencialmente adequadas para a irrigação das áreas verdes. Neste contexto, Piedade e Cruz (2006), em suas pesquisas sobre a irrigação de gramados constataram que, após a saída das estações de tratamento, a água pode não ter, ainda, qualidades para consumo, mas pode ter utilidade em tarefas que não necessitam de água com qualidade superior, por exemplo, a prática da irrigação.

A Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, publicado em 9 de março de 2006, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (CNRH, 2006), estabelece diretrizes para reúso direto não potável de água e estabelece algumas definições importantes:

- Água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, industriais, agroindústrias e agropecuárias, tratadas ou não;
- Reúso da água: utilização de água residuária;
- Água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
- Reúso direto das águas: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
- Reúso potável indireto: caso em que o esgoto, após tratamento é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável, conforme Brega Filho e Mancuso (2003);

Segundo o Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (BRASIL, 2000) as exigências mínimas para o uso da água não-potável são apresentadas, em função das diferentes atividades a serem realizadas. A água para irrigação, rega de jardim, lavagem de

pisos, não deve apresentar mau-cheiro, não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas, não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies, não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana. De acordo com as exigências mínimas do manual, podem-se definir as classes de água para reúso que resumem os critérios para os padrões de qualidade da água para o reúso. As atividades de irrigação de áreas verdes e rega de jardins está enquadrada na classe 3.

Segundo Faustini (2007), a Prefeitura de Vitória está economizando, por ano, R\$ 700 mil, o equivalente a 333 mil litros d'água, desde que deixou de usar água tratada da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) para a limpeza e irrigação dos parques, jardins, áreas verdes e vias públicas da Capital. Recentemente, a água utilizada para esses fins passou a ser retirada pelos carros-pipa do córrego Camburi, localizado no final da praia de Camburi, onde o curso deságua. Durante muito tempo, as áreas verdes de Vitória foram abastecidas com água potável (clorada e tratada). Isso acarretava desperdício, pois a quantidade utilizada é muito grande e o custo elevado. Dentro desta ótica, os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins de irrigação (MUÑOZ, 2000).

2.1.5 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Aliado aos problemas de abastecimento de água, a impermeabilização dos solos, que aumenta as enchentes urbanas, é outro problema que ocorre nas grandes cidades. A captação de águas pluviais é uma técnica que foi difundida há milhares de anos especialmente em regiões semi-áridas, onde as chuvas só ocorrem durante poucos meses no ano e em locais diferentes (APPAN, 1997; WALLER, 1999). No Brasil até os anos trinta, muitas cidades tiveram casas com sistemas de estocagem de água de chuva em cisternas individuais (GNADLINGER, 2001; SICKERMANN, 2002). Esta prática, porém, foi abandonada com o advento das redes de abastecimento de água.

A prática de captação de água de chuva tem sido restabelecida gradualmente, e apresenta as seguintes vantagens (KITA *et al.*, 1999):

- a) a chuva que cai nos telhados é coletada e armazenada em recipientes, evitando que esta venha a entrar nas redes de esgoto e cause inundações;
- b) o suprimento de água da cidade pode ser mantido por estocar a água, que é utilizada em regas de jardins e descargas sanitárias;

c) a água de chuva pode ser utilizada em reservas de incêndios, bem como para usos domésticos e, em épocas de emergência, para beber.

A gestão sustentável de águas pluviais em meios urbanos reduz os custos da conta de água, economiza água tratada e energia elétrica (necessária ao bombeamento de água da rede de abastecimento) e restaura o ciclo hidrológico das cidades, favorecendo, por exemplo, a recarga de águas subterrâneas (ALBUQUERQUE, 2004). É uma alternativa vantajosa do ponto de vista racional, pois a água é captada e guardada, podendo ser posteriormente filtrada no local de uso, tratada com facilidade, servir para descargas de bacias sanitárias, lavagem de roupas, pisos, carros e calçadas, usada em reservas de incêndio e regas de jardim (GNADLINGER, 2001; SICKERMANN, 2002).

O serviço de irrigação de parques e jardins públicos é um trabalho realizado de forma constante em todos os locais onde o verde está presente, necessitando de grandes volumes de água. Em períodos secos a irrigação artificial ocorre com mais frequência e no período chuvoso, como um complemento para a manutenção do projeto paisagístico. Em muitas cidades a administração pública busca através de reúso e água de chuva, soluções para aumentar a disponibilidade hídrica. Segundo Carvalho *et al.* (2006), a prática de captação de água de chuva é mais frequente em projetos residenciais, devido à existência de coberturas (telhados), proporcionando um maior volume captado, mas é possível também realizá-la em áreas verdes públicas, através da coleta em telhados existentes ou através da drenagem da água que atinge a superfície e não infiltra no solo.

Dispositivos armazenadores de água precipitada podem ser implementados ao nível de áreas verdes, na microdrenagem e macrodrenagem. O uso de reservatórios subterrâneos apresenta, ainda, a possibilidade de outros usos, como abastecimento de água e, portanto irrigação de gramados. No Brasil esta questão passa a ter apoio legal com a promulgação do Estatuto da Cidade, desde que os responsáveis pelo planejamento e administração acatem a referida Lei, a qual traz apoio legal ao desenvolvimento e aplicação de método, que dentro do conceito de sustentabilidade ambiental dê suporte às decisões a serem tomadas (LOPES, 2002).

2.2 – ÁREAS VERDES PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE

2.2.1 – DEFINIÇÕES DE ÁREAS VERDES URBANAS

Existem dificuldades com relação aos diferentes termos utilizados sobre as áreas verdes urbanas. Similaridades e diferenciações entre termos como áreas livres, espaços abertos, áreas verdes, sistemas de lazer, praças, parques urbanos, unidades de conservação em área urbana, arborização urbana e tantos outros, confundem os profissionais que trabalham nessa área. Este problema existe nos níveis de pesquisa, ensino, planejamento e gestão dessas áreas e conseqüentemente, nos veículos de comunicação. Nesse sentido foram desenvolvidos trabalhos por Lima *et al.* (1994) e Bortoleto (2004), na tentativa de definir esses termos:

- Espaço Livre – trata-se do conceito mais abrangente, integrando os demais e contrapondo-se ao espaço construído, em áreas urbanas. Assim, a Floresta Amazônica não se inclui nessa categoria; já a Floresta da Tijuca, localizada dentro da cidade do Rio de Janeiro, é um espaço livre.
- Área Verde – onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas, que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como área verde. Entretanto, as árvores que acompanham o leito das vias públicas, não devem ser consideradas como tal, pois as calçadas são impermeabilizadas.
- Parque Urbano – é uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, entretanto com uma extensão maior que as praças e jardins públicos.
- Praça – como área verde, tem a função principal de lazer. Uma praça, inclusive, pode não ser uma área verde, quando não tem vegetação e encontra-se impermeabilizada (exemplo, a Praça da Sé em São Paulo).
- Arborização Urbana – diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo, dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas, fazem parte da arborização urbana, porém, não integram o sistema de áreas verdes.
- Área Livre e Área Aberta – são termos que devem ter sua utilização evitada, pela imprecisão na sua aplicação.

2.2.2 – CIDADES SUSTENTÁVEIS

O número de pessoas que vivem em cidades continua aumentando a cada ano. Mas o crescimento desordenado destes espaços urbanos vem contribuindo, cada vez mais, para a degradação da qualidade do ambiente onde vivemos. Estão sendo poluídos o ar e as águas, danificando-se a camada de ozônio, gerando resíduos tóxicos e criando grandes congestionamentos de veículos, esta realidade está forçando a população em geral a reconhecer que não é possível haver desenvolvimento econômico, se não houver uma garantia de um ambiente sustentável.

A abordagem ecológica considera que a cidade, como outros ecossistemas, tem sua própria estrutura e funcionamento característicos, como elementos bióticos e abióticos, e com conversão e ciclos de energia e materiais (SANTOS, 2003). Também há uma organização espacial distinta e mudanças com o correr do tempo, que afetam os padrões de comportamento, distribuição de espécies e a dinâmica da população e da comunidade. Nesse contexto objetiva-se atingir cidades mais justas, humanas e auto-suficientes, que sejam reconciliados com a natureza, consumam menos recursos naturais, e sejam mais eficientes e habilidosas.

O uso sustentado da paisagem passa a ser objetivo dos planos e projetos de paisagismo, buscando-se o melhor uso, considerados todos os aspectos que condicionam a conservação dos recursos, de modo a não comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas necessidades. A ecologia da paisagem surge então, nas últimas décadas, como uma tentativa de traduzir princípios ecológicos para a escala prática dos planejadores e arquitetos paisagistas, aglutinando conhecimentos diversos para entender a estrutura, função e mudanças das paisagens como um mosaico de ecossistemas, conectados por fluxos de energia e matéria. (PELLEGRINO, 2000).

As cidades há muito tempo tentam incorporar a noção de equilíbrio estético, funcional e psicológico resultante da presença da natureza, de suas mais variadas formas, permeando e compondo o tecido urbano e o seu entorno. Os espaços livres públicos têm papel fundamental na conformação da cidade e em sua qualificação. O Planejamento, projeto e apropriação desses espaços são condicionantes da criação dos lugares e da identificação das pessoas com a cidade. Deste modo, o projeto da cidade, e conseqüentemente, dos espaços públicos, deve levar em consideração os aspectos ambientais e sociais, sendo enfocado como processo, uma vez que cria e é criado, continuamente (MENEGUETTI *et al.*, 2005).

A qualidade do ar está fortemente ligada à existência dos maciços arbóreos e mesmo a arborização das vias contribui para uma tentativa de equilíbrio na produção do dióxido de carbono. As áreas verdes, quando existentes nas áreas urbanas, têm sido plantadas, na maioria dos casos, ao acaso, atendendo, quando muito, suas funções estéticas direcionadas a contemplação e ao lazer, de forma que seu potencial ecológico para os ecossistemas urbanos não foi ainda explorado de maneira integrada (PILLOTO, 2003). As populações humanas mundiais continuam crescendo, as cidades estão ocupando cada vez mais espaço, e, como consequência, ocorre um significativo crescimento da utilização de matéria e energia para atender às necessidades da sociedade (VAN BELLEN, 2002).

A presença de áreas verdes nas cidades é considerada, nos dias de hoje indicador de qualidade de vida e a reflexão sobre o tema urbanização levou ao crescimento da consciência coletiva acerca dos problemas ambientais gerados por padrões de vida incompatíveis com o processo de proteção e regeneração do meio ambiente. Esta reflexão, que começou a surgir na década de setenta do século XX, deu origem ao conceito de desenvolvimento sustentável e posteriormente ao das cidades sustentáveis (FRANCO, 2000).

Ross (1998) afirma que o crescimento rápido das cidades não pode ser acompanhado no mesmo ritmo pelo atendimento de infra-estrutura para a melhoria da qualidade de vida. A deficiência de redes de água tratada, de coleta e tratamento de esgoto, de pavimentação de ruas, de galerias de águas pluviais, de áreas de lazer, de áreas verdes, de núcleos de formação educacional e profissional, de núcleos de atendimento médico sanitário é comum nas cidades que tiveram esta rápida urbanização. Pode-se, hipoteticamente, argumentar que uma boa qualidade de vida depende, também, de se residir em locais dotados de total infra-estrutura (DIAS, 1998).

Os benefícios advindos da arborização urbana, promovendo a melhoria da qualidade de vida nas cidades, dependem entre outros aspectos, do estudo dos espaços livres urbanos e avaliação do seu potencial para serem utilizados na composição da floresta urbana. São essenciais três fases: diagnóstico: levantamento de dados institucionais urbanos, legislação incidente sobre a área, caracterização da topografia, tipos de solo e vegetação arborea remanescente; ação participativa: reuniões com a comunidade visando perceber quais as demandas da população local em relação à área e planejamento da ocupação da área (SABADIN, 2004). Na Tabela 2.4 podem-se observar as diversas funções das áreas verdes, revelando importâncias sociais, estéticas, econômicas e para o meio ambiente.

Tabela 2.4 – Funções das áreas verdes.

Promover o lazer para diferentes faixas etárias	Retenção e estabilidade dos solos, principalmente em encostas ocupadas de maneira desordenada, mitigando os efeitos da erosão	Contribuir para a diversificação da paisagem	Manutenção de cinturões verdes através da produção agrária
Promover atividades de educação ambiental	Às margens dos cursos d'água, proporcionar sombra que mantém a água na temperatura adequada às diversas espécies de organismos aquáticos		Práticas de reflorestamento de caráter extrativista
	Influenciar o microclima, pois interfere na incidência dos raios solares, na velocidade dos ventos e na ocorrência de chuvas		Servir como fonte de alimentos e de matéria-prima
	Atuar como habitat e origem de espécies que poderão migrar para outros fragmentos		Fonte de recomposição de outros espaços (áreas protegidas ou não) – Manutenção de viveiros de mudas
	Interceptar poluentes, absorver dióxido de carbono e servir como barreira à propagação de ruídos		

FONTE: Jesus e Braga (2005).

Cabe à atividade da arborização o desenvolvimento de soluções capazes de compatibilizar a vegetação com todas as demais estruturas do meio urbano objetivando os benefícios a ela intrínsecos. E, uma vez que a arborização deve atingir objetivos de ornamentação, de melhoria micro-climática e de diminuição de poluição, entre outros, esta deve ser fundamentada em critérios técnico-científicos que viabilizam tais funções (MORO, 1976).

Nesse contexto, o crescimento acelerado das cidades, resultante do acentuado aumento populacional, tem comprometido a quantidade e a qualidade de seus espaços livres e áreas verdes. Sendo assim, considerar a existência de benefícios econômicos e sociais das árvores nas cidades é apenas um processo lógico uma vez que existem benefícios de ordem social, ecológica, estética e econômica (LIRA *et al.*, 2004).

2.2.3 – PLANEJAMENTO URBANO E PAISAGISMO

O Código de Áreas Verdes e Arborização Urbana de uma cidade é o instrumento legal e de gerenciamento mais importante que pode existir para assegurar a existência de espaços que desempenhem funções de melhorias do ambiente urbano e da qualidade de vida dos seus habitantes. Com relação ao planejamento, deve-se pensar primeiro na cidade como um todo, propondo a existência e funcionalidade de um sistema municipal de áreas verdes ou

de espaços livres, considerando a densidade populacional dos bairros ou setores da cidade e o potencial natural das áreas existentes.

Para cada bairro ou setor, no planejamento e projeção dos espaços livres deve-se levar em consideração as faixas etárias predominantes e existentes, a opinião dos moradores e o potencial de cada área. Com relação à legislação, cita-se a seguir aquelas que devem estar presentes no planejamento das áreas verdes públicas (MILANO, 1994):

- Lei 7.803/89, alterando a Lei 4.771/65 que estabelece o Código Florestal Brasileiro;
- Lei 6.766/79 que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano;
- Lei Orgânica do Município;
- Plano Diretor do Município e leis complementares, como Código Municipal de Meio Ambiente, Lei Municipal de Parcelamento e Uso do Solo Urbano, Plano Viário Municipal, Lei do Mobiliário Urbano e Lei Municipal de Saneamento.

O processo de crescimento das cidades brasileiras ocorreu de maneira desordenada, e a infra-estrutura urbana não conseguiu acompanhar o crescimento populacional. Tenório et al. (2006) afirmam que, para que se tenham soluções eficientes dos problemas relacionados à drenagem pluvial urbana, um dos grandes problemas das cidades, faz-se necessário que o processo de urbanização aconteça de forma integrada aos diversos aspectos relacionados ao seu entorno, considerando a bacia hidrográfica como elemento básico de planejamento em conjunto com os demais elementos da infra-estrutura urbana.

Planejar a arborização é indispensável para o desenvolvimento urbano, para não trazer prejuízos para o meio ambiente. Considerando que a arborização é fator determinante da salubridade ambiental, por ter influência direta sobre o bem estar do homem, em virtude dos múltiplos benefícios que proporciona ao meio, em que além de contribuir para a estabilização climática, embeleza pelo variado colorido que exhibe, fornece abrigo e alimento à fauna e proporciona sombra e lazer nas praças, parques e jardins, ruas e avenidas de nossas cidades (DANTAS e SOUZA, 2004).

A ocupação não criteriosa de áreas marginais aos cursos d'água pode causar a perda das matas ciliares, erosão do solo, assoreamento dos cursos d'água, a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, a destruição do habitat de inúmeras espécies, eliminação de superfícies de drenagem natural, e pode provocar a perda de recursos de valor paisagístico e o desperdício de áreas de potencial turístico. Fernandes e Calado (2006) revelam em seus

estudos a situação em Maceió – AL, onde, além da falta de sistema de esgotamento sanitário, a dificuldade de acesso devido às condições topográficas tem sido o principal fator limitante ao acesso de serviços básicos. Esta realidade é responsável pelo acúmulo de resíduos nos córregos, agressão dos recursos hídricos e comprometimento da qualidade ambiental e saúde da população.

É essencial também, o uso correto das plantas, uma vez que o uso indevido de espécies poderá acarretar uma série de prejuízos tanto para o usuário como para empresas prestadoras de serviços de rede elétrica, telefonia e esgotos. Segundo Dantas e Souza (2004), muitas vezes cometem-se erros irreparáveis pela má escolha da espécie a plantar, em geral, agravados pela desconsideração das necessidades e exigências elementares da vegetação, como as relacionadas ao solo, água, luz e ao ambiente do local. Sua escolha há que ser criteriosa, cobrindo o maior número possível de quesitos técnicos exigidos, principalmente se plantada em calçadas e passeios públicos, tendo-se plena ciência de que é impossível encontrar a árvore ideal para esse fim (PEDROSA, 1983). É de suma importância que a árvore ou muda a ser plantada esteja no seu tamanho e diâmetro ideais.

O desenho urbano, ao estruturar a cidade e suas parcelas, maneja os componentes da paisagem construída e entre eles o elemento vegetal. No que se refere à avaliação da arborização de ruas, esta pode ser executada através da realização de inventários qualitativos e/ou quantitativos (DANTAS e SOUZA, 2004). A realização do inventário quantitativo da arborização pública permite definir e mapear com precisão a população total de árvores de ruas para fins de inventário qualitativo, além da identificação da composição real da arborização entre outros aspectos. Estes dados possibilitam a identificação do índice de área verde da cidade a partir da vegetação existente.

2.2.5 – MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO

A disponibilidade de espaços para recreação e prática de esporte nas cidades não depende exclusivamente da existência de áreas para o desenvolvimento dessas atividades. A conservação e manutenção de todos os elementos que compõem uma praça ou um parque devem merecer atenção continuada dos órgãos públicos que gerenciam essas áreas e da população que as utilizam. O uso público de uma área verde está intimamente ligado à manutenção, conservação e segurança que esta área recebe.

Todo elemento natural constituinte de uma área verd

Segundo a Secretaria de Serviços Públicos do Recife, a cidade tem cerca de 300 praças e 10 parques, dos quais muitos são mantidos e conservados pela empresa de manutenção e limpeza urbana – EMLURB. A gerência de praças e áreas verdes é responsável pela revitalização paisagística das praças e parques e mantém periodicamente fiscalização das praças e dos parques do Recife (EMLURB, 2008). Do mesmo modo a cidade de Vitória, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMAM, realiza a poda, dentro do programa de manejo da arborização urbana da Capital; além da poda, executa serviços de ajardinamento, plantio e retirada de árvores, de acordo com programação prévia, atendendo às prioridades de cada região, retirada de galhos secos, danificados e doentes, irrigação paisagística entre outros. Segundo a administração pública responsável pelas áreas verdes públicas destas cidades, assim como em demais localidades, os custos com manutenção das áreas verdes são elevados, devendo existir um melhor planejamento das áreas verdes e do paisagismo inserido nos projetos.

2.2.5 – PAISAGISMO SUSTENTÁVEL

Considera-se o paisagismo uma nova área do conhecimento humano, apesar de suas origens remontarem à história da própria existência do homem. Acredita-se que, a partir do momento em que o homem mudou seu comportamento de nômade, para fixar habitação num determinado lugar e explorar o meio que o cerca, o paisagismo começou a fazer parte de sua vida (LIRA FILHO *et al.*, 2001). Desde então, ele passou a utilizar-se do paisagismo para atender suas necessidades estéticas e funcionais.

Na prática, costuma-se dividir o paisagismo em duas classes distintas, apenas para efeito operacional, pois na verdade, os princípios a serem aplicados são os mesmos, tanto para o Micropaisagismo, quanto para o Macropaisagismo. Micropaisagismo está relacionado com projetos menos vultosos como jardins de residências e chácaras, podendo ser desenvolvido por apenas um profissional paisagista. Em contrapartida, no Macropaisagismo, que envolve grandes projetos paisagísticos como construção de rodovias, represas e jardins públicos, é necessária a participação de uma equipe multidisciplinar com engenheiros, arquitetos, psicólogos, uma vez que apresentam implicações de caráter técnico e social.

Neste contexto, uma construção sustentável tem o objetivo de promover intervenções conscientes sobre o meio ambiente, adaptando-o para as necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos e preservando-os para as gerações

futuras (IDHEA, 2005). Os critérios podem ser citados como o aproveitamento passivo dos recursos naturais, eficiência energética, economia de água e produtos e tecnologias sustentáveis. Dentro deste cenário está o paisagismo sustentável que segundo Crema (2006), é uma proposta bastante diferente do que ocorre atualmente, em que todos os dias se adicionam água, adubos, inseticidas, herbicidas, mão-de-obra e até mesmo plantas novas. Um paisagismo sustentável “ideal” seria aquele em que, depois de atingir certo grau de maturidade, não houvesse necessidade de qualquer tipo de manutenção. A Tabela 2.5 descreve os princípios para se ter um paisagismo sustentável (BACKES, 2003).

Tabela 2.5 – Princípios do paisagismo sustentável.

PLANTAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Optar pela diversidade e manejo espontâneo das plantas; 2. Usar plantas de baixa manutenção, necessitando menos poda, irrigação, aplicação de agrotóxicos e adubações; 3. Ter uma área verde mais produtiva, com espécies rústicas de usos medicinais e alimentares; 4. Evitar o uso excessivo de gramados e de canteiros com flores anuais;
MANEJO DAS ÁGUAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recolher água da chuva para irrigação, através de coleta de água do telhado e do aproveitamento das curvas de nível em terrenos inclinados; 2. Tratar as águas residuais para uso nas próprias áreas verdes; 3. Irrigar o mínimo necessário e também sem usar água tratada. Evitar irrigação por aspersão que propicia aumento de patógenos;
MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ter na área verde abrigo, água (bebedouro) e alimentação (plantas floríferas e frutíferas); 2. Evitar grandes canteiros de uma só espécie; 3. Evitar aplicação de defensivos (agrotóxicos) com toxicidade ao meio ambiente. Utilizar controles culturais, mecânicos (físicos) e biológicos de pragas e doenças.
MANEJO DE RELEVO, SOLOS E SUBSTRATOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fazer reciclagem de resíduos orgânicos através da compostagem; 2. Reduzir as movimentações de terra, principalmente as terraplanagens na implantação de projetos de paisagismo; 3. Usar a vegetação para conter erosão e recuperar áreas degradadas;
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar o paisagismo como ferramenta de educação ambiental; 2. Incentivar o envolvimento de pessoas (empresários, funcionários da administração pública e famílias) quanto à implantação e manutenção das áreas verdes.

FONTE: Backes (2003).

É neste contexto que Humberto Neto em sua cartilha de paisagismo sustentável solidário (Secretaria de Educação de Curitiba, 2004), afirma que, é tempo de usar técnicas que aproveitam o melhor da natureza e da criatividade humana para manter os sistemas sempre belos, sem uso de pesticidas e adubos químicos que desequilibram as plantas e causam doenças, inclusive a quem as cultiva ou utiliza, sem desgastar o ambiente ou o orçamento, bastando um pouco de conhecimento, sensibilidade e habilidade para criar com a natureza e reciclar os materiais disponíveis e, assim, diluir os custos de implantação e manutenção.

Portanto, o paisagismo sustentável tem o objetivo de integrar as áreas verdes à natureza nativa da região, inserindo composições de plantas adequadas para cada tipo de clima. Em Austin, Texas, em um jardim, 43% das plantas deve consumir pouca água; o mesmo acontece na cidade de East Bay, Califórnia, onde se exige que 42% das plantas demandem pouco consumo de água; a cidade de Austin oferece incentivos para quem reduzir o consumo de água nos jardins e a cidade de Albuquerque, Novo México, exige que no máximo 20% das áreas do jardim sejam de plantas que consumam muita água, e que os gramados não excedam 25% da área total (TOMAZ, 2007)

Segundo Lira Filho et al. (2001), a presença da vegetação natural nos ambientes faz com que as regiões do mundo sejam diferentes, de forma que a floresta Amazônica em termos de tipologia florestal é muito diferente da Caatinga e do Cerrado. Tal diferença resulta da interação dos fatores naturais no ecossistema, bem como de um processo longo de evolução. Segundo Paula e Ribeiro (2004), o Brasil possui ainda uma qualidade razoável de paisagens naturais de grande beleza, dentre as quais destacamos a Caatinga presente na região do Semi-Árido Nordeste.

Segundo Martins et al. (2004), o bioma Caatinga é o principal ecossistema existente na região Nordeste, estendendo-se pelos domínios de clima semi-árido, esta vegetação com característica xerofítica tem importância fundamental no ambiente, seja pela relação intrínseca com a fauna, seja pela capacidade de diminuir o déficit hídrico e a erosão. É um bioma único, pois apesar de estar localizado em área de clima semi-árido apresenta grande variedade de paisagens e relativa riqueza biológica (ARRUDA, 2001).

Estima-se que pelo menos 932 vegetais são registradas na região, podendo ser identificados três estratos vegetais: arbóreo, arbustivo e herbáceo. São encontradas algumas espécies arbóreas e arbustivas de folhas perenes, sendo grande o número de plantas suculentas (PEREIRA, 2005). Assim, apesar do Brasil apresentar grande diversidade de espécies vegetais, é comum a utilização de espécies exóticas no paisagismo, ou seja, espécies que não ocorrem naturalmente em solo brasileiro. Acredita-se que as áreas verdes não são mais econômicas e ecológicas, devido à questão cultural, necessitando-se de uma mudança de paradigmas.

Gatto e Wendling (2002) afirmam que, as espécies nativas utilizadas em qualquer projeto paisagístico estarão mais bem adaptadas às condições locais de solo e de clima, tendo, portanto, maiores chances de obter sucesso, independentemente do tipo e do tamanho delas.

Nos jardins de Burle Marx, maior expressão do paisagismo brasileiro, já existia a preocupação com o uso de espécies nativas, adaptadas à condição de clima de cada região e também a valorização da paisagem natural existente. E os primeiros jardins de Burle Marx, realizados em 1934, foram dentro desse sentido ecológico, utilizando plantas da Caatinga, próprias do Nordeste brasileiro (MOTTA, 1983). Um jardim convencional requer regas diárias, podas e adubações periódicas, o ideal com certeza, seria ter um projeto paisagístico que praticamente dispensasse tais cuidados.

2.3 – ESTIMATIVA DE DEMANDA HÍDRICA DE CULTURAS PAISAGÍSTICAS

É através do solo que os vegetais fixam suas raízes e absorvem água e os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. A interferência dos organismos vivos presentes no solo e da ação das raízes das plantas, bem como dos animais, ocorre em maior intensidade na superfície, acarretando uma diferenciação de suas c

computadorizados, todos projetados para alcançar a maior eficiência da irrigação. É necessário conhecer as necessidades específicas de cada área e do tipo de vegetação, para se ter eficiência com relação à água, determinando-se os dias em que serão irrigados e com que intensidade. Um método aplicado em muitos estudos deste tipo é o balanço hídrico do solo, que permite obter o consumo de água requerido por espécies de plantas e através dos princípios de conservação de massa, onde é possível determinar-se os componentes do ciclo hidrológico no sistema solo-planta.

Segundo Medeiros *et al.* (2007), o conteúdo de água no solo tem grande influência em diversos processos hidrológicos: afeta a partição da precipitação em infiltração e escoamento superficial; está diretamente relacionado com a disponibilidade de água para as plantas, controlando a evapotranspiração; influi nos processos de erosão e carreamento de solutos, uma vez que determina o padrão de vazões.

Na prática, determinar a disponibilidade hídrica de um solo com vegetação não é uma atividade simples, dependendo das condições do local, nem sempre é possível efetuarla. Medeiros *et al.* (2007), em seus estudos acerca da calibração de Sondas de TDR em um Latossolo oriundo da bacia experimental do arroio Donato, no município de Pejuçara-RS, afirmam que, os atuais métodos para estimar o conteúdo de água no solo podem ser agrupados em: medição da umidade de campo, medição através de sensores remotos e estimação via modelos de simulação. Dentro do terceiro grupo encontram-se os modelos de balanço hídrico do solo, estes amplamente utilizados na simulação de eventos, na previsão de vazões e em balanços hídricos do longo período. Pieruccini (1997) afirma que as medidas feitas com o objetivo de estabelecer o balanço hídrico numa determinada área vegetada, em um dado intervalo de tempo, normalmente exige o emprego de equipamentos sofisticados e de mão-de-obra bastante especializada, o que torna tais medidas normalmente inacessíveis. Assim, estudos dessa natureza ficam restritos a pequenas áreas e se destinam à verificação de modelos matemáticos desenvolvidos com a finalidade de simular então o balanço hídrico.

Existem modelos que relacionam as propriedades físico-hídricas do solo com os componentes de entrada e saída de água no solo, os quais são conhecidos como balanço de água no solo ou simplesmente balanço hídrico. Nestes modelos o balanço hídrico consiste em avaliar a contabilidade hídrica do solo, até a profundidade explorada pelas raízes, calculando-se, sistematicamente, todos os fluxos positivos (entrada de água no solo) e negativos (saída de

água do solo), onde tais fluxos decorrem de trocas com a atmosfera (precipitação, condensação e evapotranspiração) e do próprio movimento subterrâneo da água.

Segundo Costa (1994), há diversos métodos para o cálculo do balanço hídrico, sendo que cada um tem uma finalidade principal. Um dos modelos mais conhecidos foi proposto por Thornthwaite, em 1948, posteriormente modificado por Mather, em 1955, que ficou conhecido como Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather (1955). A principal função deste balanço é servir como base para uma classificação climática.

O método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) tem sido amplamente utilizado, por possibilitar a previsão da variação temporal do armazenamento de água no solo, com estimativas da evapotranspiração real, déficit hídrico e excedente hídrico. Esse método considera que a taxa de perda de água por evapotranspiração varia linearmente com o armazenamento de água no solo, sendo máxima quando o solo está com a umidade correspondente à capacidade de campo e nula quando esse se encontra no ponto de murchamento permanente.

Os vários processos que envolvem fluxos de água, isto é, infiltração, redistribuição, evaporação e absorção de água pelas plantas, são processos interdependentes e, na maioria das vezes, ocorrem simultaneamente. Para estudar o ciclo hidrológico, faz-se necessário considerar o balanço hídrico, como a somatória das quantidades de água que entram e saem de um elemento de volume de solo e, num dado intervalo de tempo; o resultado é a quantidade líquida de água que nele permanece disponível às plantas (REICHARDT, 1985).

Apesar da grande variedade de modelos existentes para a determinação do balanço hídrico, o modelo mais utilizado para fins agroclimáticos é o desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955), que consiste no cotejo entre a precipitação e a evapotranspiração, considerando-se uma determinada capacidade de armazenamento de água no solo. O balanço hídrico climatológico, segundo Pereira *et al.* (1997), é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através da contabilização do suprimento natural de água no solo, simbolizado pelas chuvas (PRE), e da demanda atmosférica, simbolizada pela evapotranspiração potencial (ETP), e com uma capacidade de água disponível apropriada ao tipo de planta cultivada, o balanço hídrico climatológico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência (DEF), do excedente (EXC), e do armazenamento de água no solo (ARM).

Segundo Rossato (2001) o solo armazena e fornece água e nutrientes às plantas, de modo que, dependendo do conteúdo de água no solo, as plantas terão maior ou menor

excessos e deficiências de umidade ao longo do ano ou da estação de crescimento das culturas (PEREIRA *et al.*, 1997).

- Evapotranspiração de Referência (ETO) – Segundo Doorenbos e Kassan (1979), evapotranspiração de referência é aquela de uma extensa superfície, coberta totalmente por grama com altura de 0,08 a 0,15 m, em crescimento ativo e sem deficiência hídrica. Assim definida, a evapotranspiração de referência coincide com a potencial.
- Evapotranspiração Real (ETR) - é aquela que ocorre numa superfície vegetada, independente de sua área, de seu porte e das condições de umidade do solo; portanto, é aquela que ocorre em qualquer circunstância, sem imposição de qualquer condição de contorno. Logo, ETR pode assumir tanto o valor potencial, quando a umidade do solo está próxima da capacidade de campo, como o de oásis, ou outro qualquer.

A água que precipita nos continentes pode tomar vários destinos. Um deles é o escoamento superficial que ocorre sobre a superfície do terreno. A parte restante penetra no interior do solo, subdividindo-se em duas. Uma parcela se acumula na sua parte superior e pode voltar à atmosfera por evapotranspiração. Outra caminha em profundidade até atingir os lençóis freáticos e vai constituir o escoamento subterrâneo (ROSSATO, 2001).

A drenagem profunda é o movimento de água livre contida no solo que escoar pela ação da gravidade. A água em excesso ou que se perde por drenagem profunda, é aquela que vai reabastecer os mananciais de água, como os rios, lagos, açudes e também o lençol freático. A drenagem profunda expressa o excesso de água que penetrou no volume de solo considerado, através das chuvas ou irrigação e percola até atingir o manancial subterrâneo (TOMASELLA e ROSSATO, 2005). Portanto o método mais utilizado para estimar a disponibilidade de água no solo é o balanço hídrico, em um dado volume de solo, que estabelece que a diferença entre a quantidade de água adicionada e a quantidade de água extraída durante um certo período de tempo (COSTA, 1994).

ÁREA DE ESTUDO

3.1 – A CIDADE DE CAMPINA GRANDE

A cidade de Campina Grande (Figura 3.1) está localizada na zona centro-oriental ($7^{\circ}13'11''$ de latitude sul e $35^{\circ}52'31''$ de longitude oeste) da Paraíba no Planalto da Borborema, no trecho mais alto de suas escarpas. O município de Campina Grande ocupa uma área de 621 km², e a área urbana é de 96 km², altitude aproximada de 552 metros, abriga uma população de aproximadamente 400.000 habitantes e uma população flutuante de aproximadamente 50.000 habitantes. Tem IDH – Índice de Desenvolvimento Humano em torno de 0,721 (IBGE, 2007).

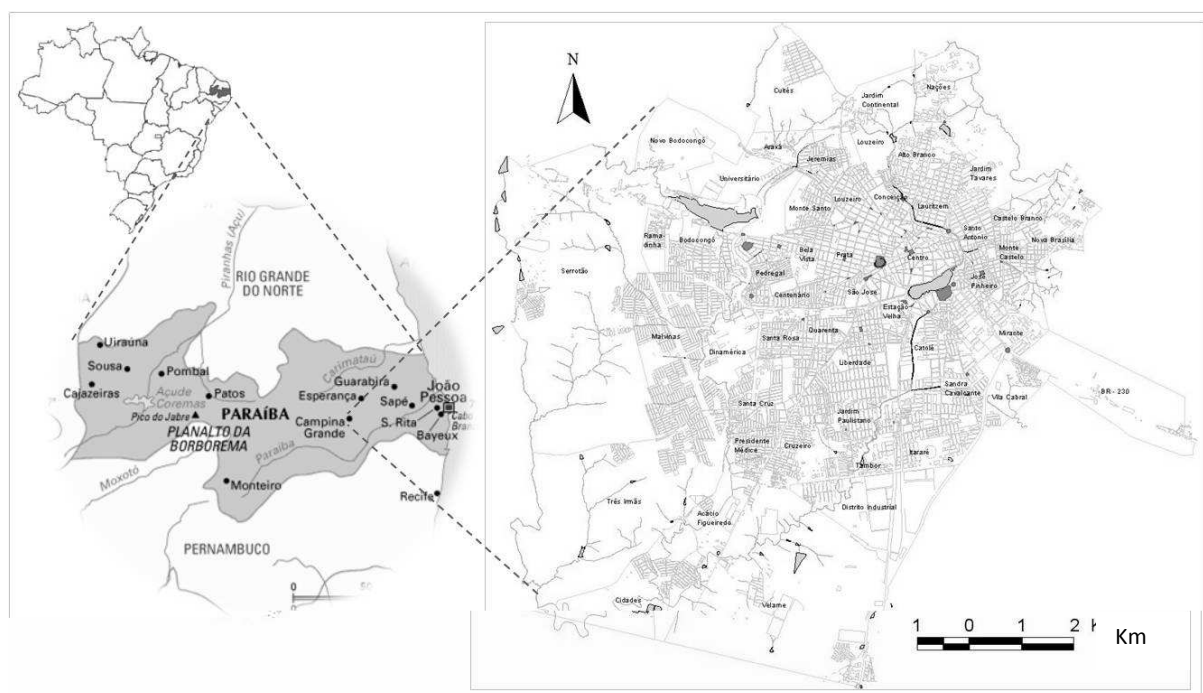


Figura 3.1 – Localização da cidade de Campina Grande.

3.1.1 – CLIMATOLOGIA

A Paraíba possui um regime pluviométrico que está na dependência da Massa Equatorial Atlântica, e começa a atuar no outono, tendo sua maior umidade na corrente inferior dos alísios e no inverno dá-se a invasão das massas polares do sul, que se incorporam

aos alísios de sudeste produzindo chuvas abundantes principalmente na faixa litorânea (HENRIQUE, 2006).

De acordo com a classificação de Köeppen, o tipo de clima encontrado em Campina Grande, PB é As' (quente e úmido com chuva de outono-inverno). Ocorre desde o litoral da Paraíba até atingir o Planalto da Borborema em uma extensão aproximada de 100 km, compreendendo as zonas fisiográficas do Litoral e Mata, Agreste e Caatinga Litorânea, Brejo e Borborema Oriental. Caracteriza-se por apresentar chuvas de outono - inverno e um período de estiagem de 5 a 6 meses.

Em Campina Grande, o período seco começa em setembro e prolonga-se até fevereiro, sendo mais acentuado no trimestre da primavera, salientando-se o mês de outubro como o mais seco. Já a estação chuvosa começa em março/abril e termina em agosto. As temperaturas variam entre a máxima anual de 28,6 °C e a mínima 19,5 °C e a umidade relativa é bastante uniforme em toda a região, com médias em torno de 80% (LMRS/PB, 2007). A insolação média anual alcança uma faixa de 222 horas. Os dados de evaporação revelam um total anual em torno de 1417,4 mm, condição própria das zonas semi-áridas de latitudes tropicais e uma precipitação média anual de 802,7 mm (Figura 3.2).

Na Tabela 3.1, pode-se observar os valores médios mensais de temperatura, evaporação, precipitação, entre outros. A evapotranspiração potencial é calculada a partir dos dados climáticos ou a partir dos valores medidos em tanques evaporimétricos, adotando para isso um coeficiente de tanque que depende das características de instalação da estação (geralmente na ordem de 0,7 a 0,8), nos quais os meses que apresentam maiores taxas são os de outubro e dezembro com uma média em torno de 118,11 mm.

Tabela 3.1 – Dados climatológicos da cidade de Campina Grande

Pressão (hPa)	949.6	949.7	949.7	949.7	950.9	952.3	953.0	952.3	950.7	949.6	949.3	946.0	950.2
T. Média (°C)	23.9	25.0	24.7	24.5	23.3	22.3	20.1	21.7	21.7	23.6	24.2	24.6	23.3
T. Máxima (°C)	29.9	29.8	28.4	28.2	26.7	25.5	24.8	24.1	27.1	28.8	28.3	28.5	27.5
T. Mínima (°C)	20.0	20.0	20.4	20.2	18.5	18.1	17.9	17.8	18.3	18.9	19.5	20.2	19.2
Precipitação Média (mm)	40.9	54.6	99.8	129.2	94.5	106.7	123.9	58.1	38.0	16.9	18.7	21.4	802.7
Evaporação Média (mm)	147.1	132.5	108.1	88.3	102.5	64.9	73.0	105.1	126.1	153.6	151.2	165.0	1417.4
Umidade Relativa Média (%)	79	72	86	86	88	91	90	86	84	79	72	79	82.7
Insolação Total (h)	238.9	203.0	203.0	173.6	175.4	151.1	119.0	150.7	181.9	212.5	217.2	297.7	222.4
Nebulosidade (0 – 10)	8	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6.8
Radiação Solar Global Média (cal.cm ⁻¹ .dia ⁻¹)	490.0	473.0	580.0	444.0	357.0	330.0	343.0	438.0	458.0	466.0	492.0	449.0	433.0

FONTE: LMRS/PB (2007).

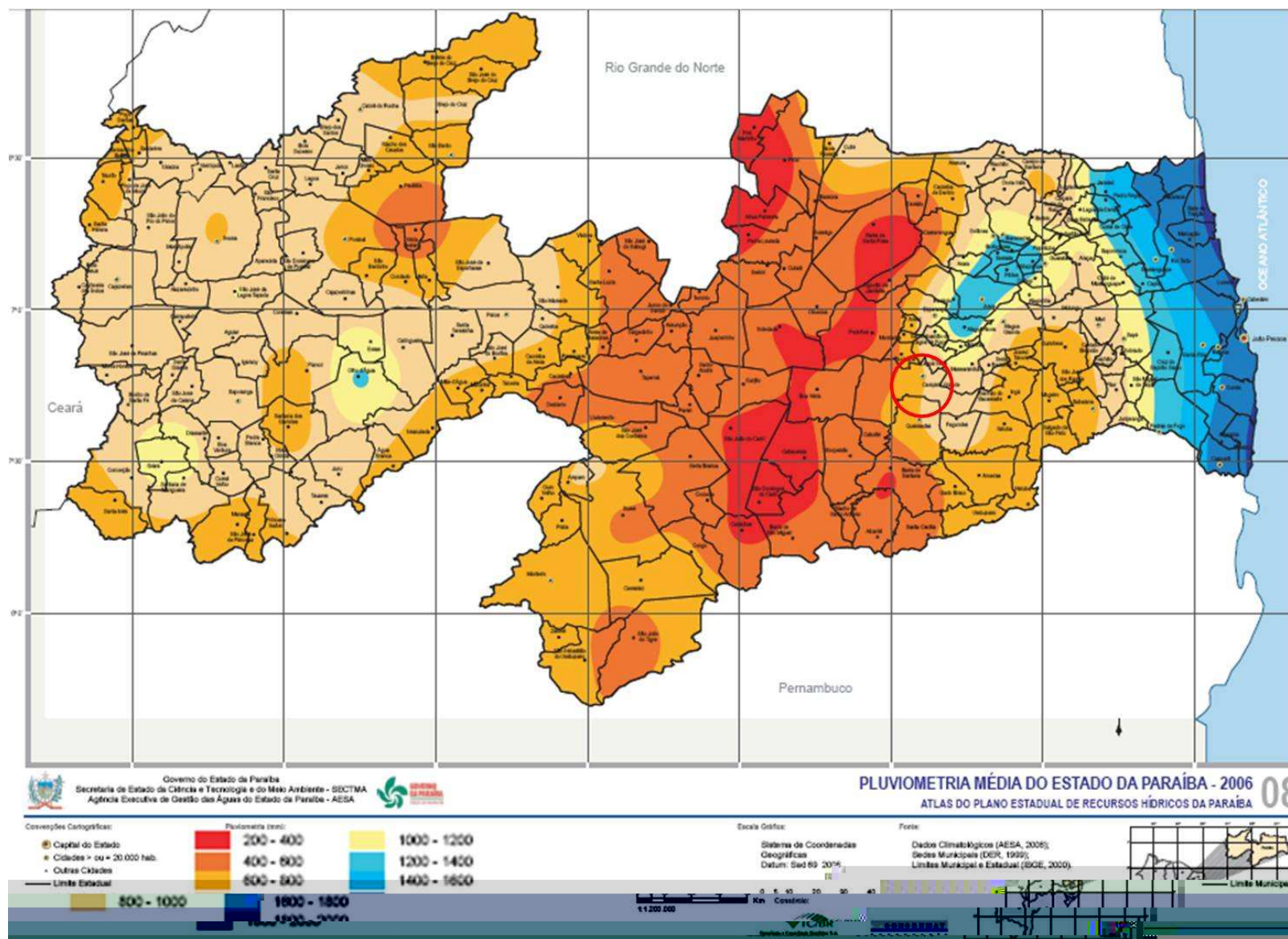


Figura 3.2 – Pluviometria média do Estado da Paraíba (Fonte: AESA, 2008).

3.1.2 – PEDOLOGIA E COBERTURA DO SOLO

Suavemente ondulada, a topografia de Campina Grande apresenta relevo com curvas de desnível variando entre 500 e 600 m acima do nível médio do mar. O solo do município de Campina Grande é raso e de natureza franco-argilo arenoso. Em função da pequena camada de terreno sedimentar e da escassez de chuvas, o solo de Campina Grande não favorece a formação de associações florestais densas (HENRIQUE, 2006). Assim a paisagem é bastante diversificada, apresentando formações de palmáceas, cactáceas em geral, legumináceas e bromeliáceas, além de rarefeitas associações de marmeleiros, juazeiros, umbuzeiros e algarobas, devido à características do solo.

Segundo Beltrão *et al.* (2005), em diagnósticos feitos no município de Campina Grande constatou-se que a vegetação é formada por florestas Sub-caducifólia e Caducifólia, próprias das áreas agrestes, nas superfícies suave onduladas a onduladas; ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os Podzólicos, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta.

3.1.3 – ÁREAS VERDES

Com a intensa industrialização, advento de novas tecnologias, a cidade começou a se desenvolver, e com o aumento populacional, ocorreu o surgimento de novos bairros na cidade, mas este crescimento não foi acompanhado pelo planejamento urbano que abordasse melhorias na arborização urbana com praças, canteiros e demais áreas verdes. De acordo com a PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande, a cidade possui oficialmente 49 bairros, sendo essa divisão baseada na Lei Nº 1.542/87, nos quais apenas 20 apresentam áreas verdes públicas, num total de 50 áreas ao longo do perímetro urbano.

Embora a cidade apresente clima bastante agradável, a arborização urbana é escassa por ter sido implantada deliberadamente sem nenhum planejamento voltado para o futuro, para o desenvolvimento e o crescimento da cidade. Lira *et al.* (2004), afirmam que a flora original foi ignorada com a evolução da urbanização com indícios das primeiras ações da arborização nas décadas de 40 e 60.

Neste sentido a cidade é carente de cobertura vegetal, pois se recomenda para uma melhor qualidade de vida, duas árvores ou cobertura de 12 m² de área verde por habitante (DANTAS e SOUZA, 2004). Porém, como mostram os últimos resultados, existem

atualmente apenas 0,08 árvores para cada habitante e a diversidade vegetal presente caracteriza-se por um plantio indiscriminado de espécies arbóreas, sem levar em consideração sua quantidade e frequência na área urbana da cidade (LIRA *et al.*, 2004). Na Figura 3.3 observam-se as áreas verdes públicas, dispostas na malha urbana da cidade de Campina Grande; pode-se constatar a falta de áreas verdes na maioria dos bairros, e concentração das mesmas no centro da cidade.



Figura 3.3 – Presença de áreas verdes públicas na área urbana da cidade de Campina Grande.

projetos de arborização e a participação da sociedade civil como co-gestora das políticas públicas para o meio ambiente (PMCG, 2003).

3.1.4 – RECURSOS HÍDRICOS

O estado da Paraíba possui o reservatório Epitácio Pessoa, conhecido como Boqueirão, com capacidade máxima de acumulação de cerca de 411 milhões de m³, que abastece a cidade de Campina Grande e os municípios de Pocinhos, Caturité, Boqueirão, Queimadas, Riacho de Santo Antônio, Cabaceiras, Boa Vista, Soledade, Juazeirinho, São Vicente, Cubati, Pedra Lavrada, Olivedos e os distr

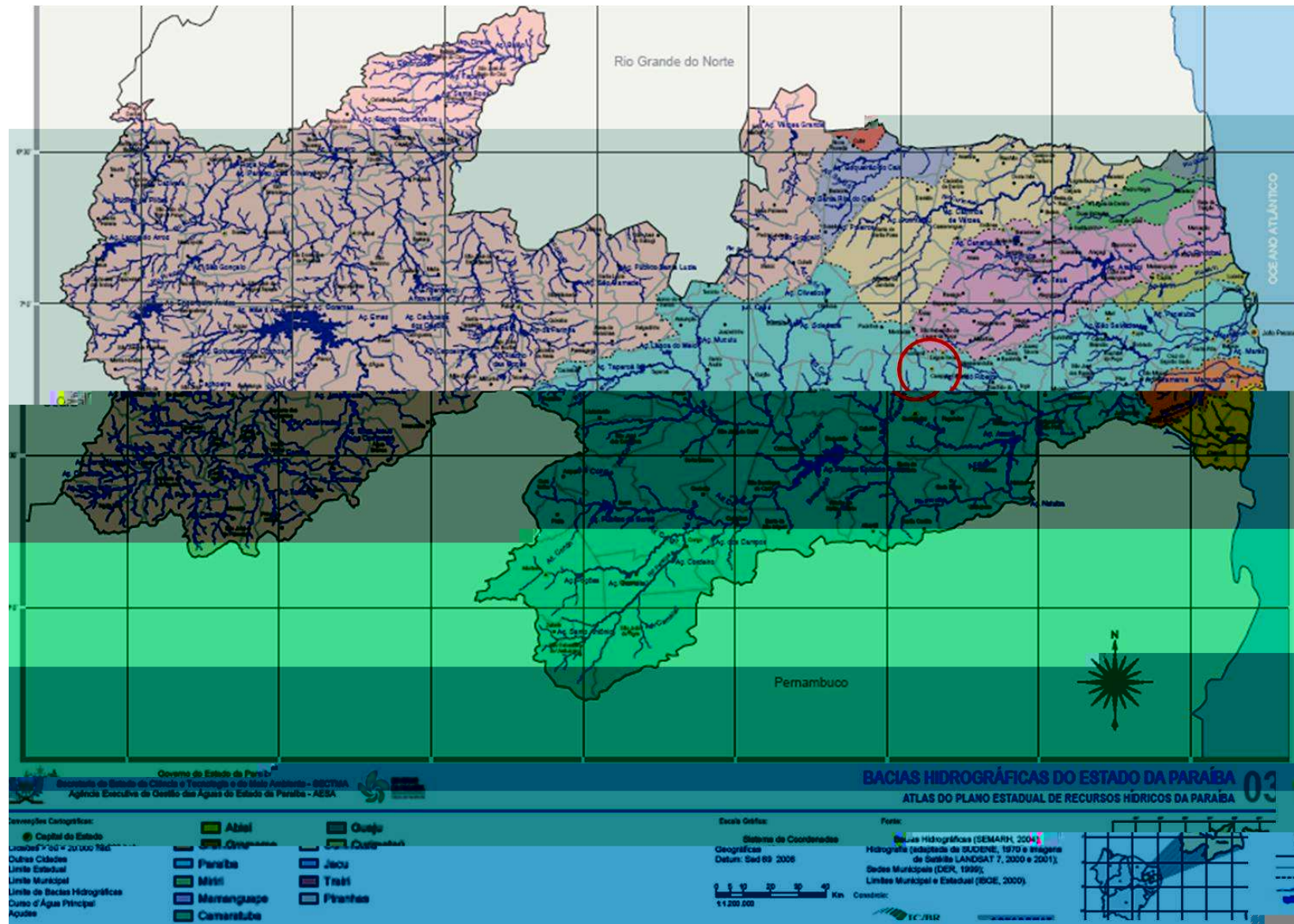


Figura 3.4 – Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba (Fonte: AESA, 2008).

Nos anos de 1997 a 1999 a cidade de Campina Grande enfrentou graves problemas de abastecimento, pois o Açude Boqueirão atingiu estado crítico (BRAGA *et al.*, 2004). A situação crítica ocorreu quando o açude possuía apenas 15% de sua capacidade máxima em 1999, de forma que as principais causas que levaram à crise no abastecimento na cidade foram ausência de gestão da oferta e da demanda de água, incluindo a irrigação descontrolada na bacia, altos níveis de perdas de água no processo de distribuição e construções descontroladas de outros reservatórios a montante do açude Boqueirão (RÊGO *et al.*, 2001).

Segundo Braga (2001), o consumo médio total da cidade naquele ano era de 1.159.295 m³/mês e o padrão de consumo predominantemente residencial com um consumo médio de 942.019 m³/mês. O setor público apresenta um consumo médio de 72.271 m³/mês, nesse, estando incluído o consumo da irrigação paisagística das áreas verdes. Segundo a CAGEPA, o índice de desperdício de água na cidade atinge 37% e a população atual atendida pelo reservatório é de 470.000 habitantes, aproximadamente, dos quais 367.874 só em Campina Grande (CAGEPA, 2007). A vazão bruta retirada do reservatório para abastecimento humano, à taxa de 200 litros por habitante por dia, oscila, hoje, em torno de 1.000 l/s e a projeção da demanda para o ano de 2023 (população total de cerca de 530.000 habitantes) atingiria 1.512 l/s (GALVÃO *et al.*, 2002).

Neste contexto, a cidade de Campina Grande necessita com urgência de um programa de gerenciamento da demanda, devido às seguintes características (BRAGA, 2001):

- A cidade importa água de uma bacia hidrográfica fora da qual se localiza, comprometendo, com o seu abastecimento, a utilização da maior parte de toda a água gerada em quase um quarto da superfície do estado da Paraíba;
- As possibilidades de novos mananciais para a cidade são reduzidas e apenas viabilizadas a altos custos;
- A companhia distribuidora da água da cidade apresenta elevados níveis de perdas;
- Não há uma atitude clara do poder público, da sociedade civil e dos usuários na utilização mais racional da água, fato evidenciado, por exemplo, pela ausência de mecanismos diferenciados no código de obras municipal, na tarifação de água, na educação das crianças e jovens nas escolas ou no comportamento de consumo cotidiano dos usuários;

- A ausência de gestão dos recursos hídricos no sistema da Bacia Hidrográfica (incluindo o Reservatório Boqueirão e o núcleo urbano de Campina Grande) praticamente esgotou as reservas disponíveis para abastecer a cidade.

A cidade também possui dois mananciais urbanos, o Açude Velho e o Açude de Bodocongó. O Açude Velho em épocas passadas foi o maior reservatório da Serra da Borborema, responsável pela manutenção da vila e, depois, cidade. A sua construção foi consequência da seca de 1824-1828 que assolou o nordeste e a conclusão deu-se em 1830 (RÊGO *et al.*, 2001). O Açude Velho foi o suporte por excelência das histórias das secas sofridas entre 1845 e 1877. Depois, quando a cidade passou a ter abastecimento encanado de água, sua finalidade inicial se perdeu, e, hoje, é um cartão postal e patrimônio histórico para a cidade, destacando-se como uma das belezas paisagísticas da cidade e representando um patrimônio público.

O Açude de Bodocongó foi originalmente criado por conta da escassez de água na região, uma vez que o Açude Velho já não estava suprindo as necessidades da população. Possui uma localização estratégica, de forma que pode ser utilizado por bairros mais distantes do centro da cidade.

METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 – ABORDAGEM METODOLÓGICA

Neste trabalho são consideradas áreas verdes públicas as rotatórias, conhecidas como trevos, as praças e os parques públicos. Os outros elementos vegetais de porte arbóreo, dentro da cidade, tais como, as árvores plantadas em calçadas, e os canteiros centrais das avenidas, que fazem parte da arborização urbana, não integram o sistema de áreas verdes públicas em estudo.

A metodologia utilizada neste trabalho (Figura 4.1) parte, inicialmente, do levantamento e aquisição de dados das áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande e da elaboração de Projetos Paisagísticos Sustentáveis – PPS – para elas, seguindo os princípios de sustentabilidade. Existem quatro razões para a utilização desta metodologia:

- 1) Estabelecer critérios na elaboração dos PPS, principalmente no que se refere à mudança de paradigma na seleção das espécies de plantas e implantação de projetos paisagísticos;
- 2) Estudar as demandas de água utilizadas na irrigação paisagística;
- 3) Conhecer a necessidade de utilização dos recursos hídricos em períodos de seca, relacionados com a necessidade de irrigação;
- 4) Por fim, avaliar o potencial de redução do consumo de água e o seu impacto em escala de cidade, com a implantação de PPS nas áreas verdes públicas.

Para o cálculo da demanda de água, foi aplicado um modelo de simulação de balanço hídrico do solo, a fim de obter o déficit hídrico, que poderá ou não ocorrer durante o período simulado, em cada uma das áreas verdes públicas. Obtém-se então a demanda média anual de cada uma delas e, por fim, a demanda total necessária para a irrigação paisagística das áreas verdes públicas da cidade. De posse dos resultados, é possível, então, analisar e comparar os valores das demandas de água, obtidos para as áreas verdes públicas atuais e para os PPS.

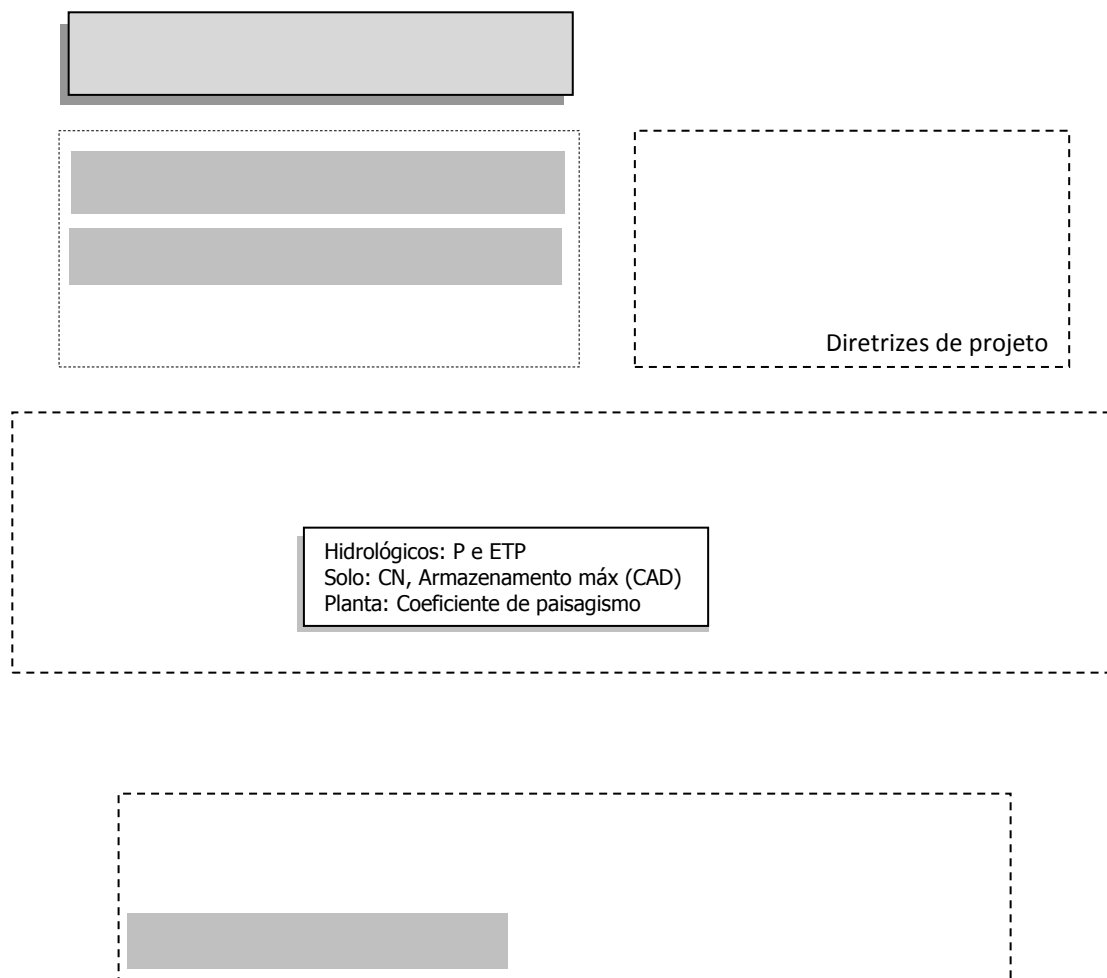


Figura 4.1 - Fluxograma da metodologia utilizada.

4.2 – DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS

4.2.1 – CARACTERIZAÇÃO E AQUISIÇÃO DOS DADOS

A caracterização das áreas verdes segue a metodologia utilizada por Harder et al. (2006), na qual os bairros são codificados com a letra B e as áreas verdes públicas, com as letras B e P, em que B é o bairro onde se localiza a área verde e P a área verde inventariada. A identificação preliminar foi feita através do banco de dados da Secretaria de Planejamento – SEPLAN da Prefeitura Municipal de Campina Grande – PMCG. Para a localização das áreas verdes públicas cadastradas foi consultado o mapa da cidade, para a identificação das áreas dentro da malha urbana. Foi feito um levantamento de campo que permitiu que fosse percorrido todo o perímetro urbano da cidade.

Foram seguidas as etapas seguintes à medida que eram identificadas as áreas verdes públicas:

- 1) Características da vegetação, como a densidade e o porte, descritos como arbóreo, arbustivo, ornamental e sem vegetação;
- 2) Características da cobertura do solo, como a presença de gramado no local, pedras e calçamento;
- 3) Características da paisagem, como a qualidade paisagística, sendo: muito boa, boa, regular ou ruim. Esses conceitos tomam como referência uma estrutura física adequada, com iluminação, calçada, acesso e vegetação em bom estado de manutenção;
- 4) Características da ocupação próxima, como sendo uma região de comércio ou residências;
- 5) Verificação das instalações e equipamentos hidráulicos presentes na área, buscando evidências do atendimento através da rede de abastecimento público, ou de outra fonte e a situação das mesmas;
- 6) Observação da existência de pessoas que efetuam a manutenção das áreas verdes, tais como moradores que residem próximo às áreas, profissionais contratados por empresas privadas e/ou funcionários da prefeitura municipal;
- 7) Registro fotográfico das áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande.

Assim, pôde-se construir um banco de dados consistente, com a finalidade de fazer um inventário sobre as áreas verdes públicas da cidade, a fim de se adquirir conhecimento detalhado da situação atual, para a elaboração dos PPS.

4.2.2 – CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS

A metodologia de classificação paisagística das áreas verdes públicas divide-se quanto à tipologia e quanto à demanda de água. Sendo a classificação por tipologia, de acordo com a metodologia descrita por Lima *et al.* (1994) e Bortoleto (2004), que classificam as áreas verdes públicas, de acordo com a Tabela 4.1:

Tabela 4.1 – Classificação por tipologia.

Trevo e rotatórias de vias públicas	Tem a função de auxiliar no tráfego, mas não devem ser ambientes para convivência e lazer.
Praças públicas	Tem a função principal de convivência e lazer.
Parques públicos	Tem a função de convivência e lazer, entretanto com uma extensão maior que as praças públicas.

Fonte: Lima *et al.* (1994) e Bortoleto (2004).

A classificação por demanda de água permite estimar as demandas no caso da falta de dados, referentes ao volume de água utilizada para a irrigação paisagística das áreas verdes. Bennet e Hazinski (1993), apud Tomaz (2000) propõem alguns dos coeficientes para o consumo paisagístico, de forma que, a classificação por demanda de água, descrita na Tabela 4.2, refere-se à vegetação existente na área verde, em área, ocupada por cada uma delas, de modo que possam ser relacionadas aos respectivos coeficientes. Os PPS propostos neste trabalho, também foram caracterizados desta forma, para que a comparação entre eles seja coerente.

Tabela 4.2 – Classificação por demanda de água.

A1	Cobertura solo 1 – gramado não tolerante a seca
A2	Cobertura solo 2 – área não irrigada – pedras, calçada
A3	Plantas que consomem muita água
A4	Plantas de consumo médio de água
A5	Plantas que consomem pouca água
A6	Arbustos
A7	Árvores

Fonte: Tomaz (2000).

4.2.3 – ÍNDICE DE ÁREAS VERDES PÚBLICAS

A obtenção dos índices de áreas verdes públicas segue a metodologia utilizada por Rosset (2005). Estes índices possibilitam caracterizar a região em estudo quanto à área de cobertura vegetal que existe na cidade em relação ao número de habitantes e em cada bairro em relação à área total do bairro.

-

de projetos sustentáveis em meio urbano. A metodologia foi ajustada para projetos de paisagismo. A elaboração do PPS desenvolve-se, basicamente, em três momentos (Figura 4.2). No primeiro momento, devem-se estabelecer os princípios de sustentabilidade das áreas verdes, que servirão como base para o início do processo. No segundo, as diretrizes de projeto, onde são definidas as estratégias adequadas e aplicáveis no contexto do projeto e em seguida a elaboração propriamente dita do projeto paisagístico.

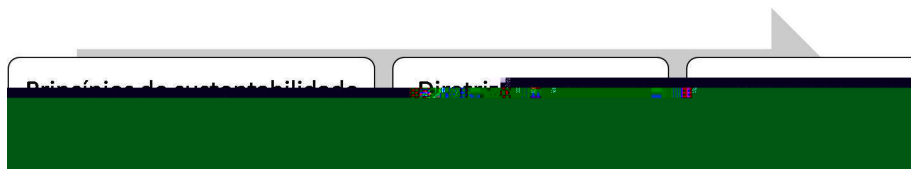


Figura 4.2 – Metodologia aplicada no processo.

4.3.1 – PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE

Os princípios do projeto buscam atingir o equilíbrio entre as diversas dimensões da sustentabilidade: social, cultural, ambiental e econômica. No desenvolvimento dos princípios sustentáveis, o PPS deve priorizar primeiramente as questões, que atendam as indicações previstas na Agenda 21, notadamente as relativas ao uso racional dos recursos ambientais, visando-se a redução do desperdício de água nas áreas verdes públicas. O projeto deve aproveitar os recursos vegetais disponíveis na região, de forma que seja previsto um tratamento paisagístico integrado dos espaços públicos com as vias de acesso. A Tabela 4.3 descreve os princípios de sustentabilidade propostos por Souza *et al.* (2006), ajustada para a elaboração dos projetos paisagísticos sustentáveis de áreas verdes públicas:

Tabela 4.3 – Princípios de sustentabilidade.

SOCIAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considerar a área verde pública como um espaço de educação ambiental para a comunidade, criando espaços integradores para a inter-relação entre usuários e visitantes. 2. Utilizar bancos ao longo da área verde permitindo que as pessoas permaneçam nela. 3. Rebaixar canteiros já existentes, proporcionando um ambiente único sem elevações que impeçam a visão das espécies de plantas e até o acesso da comunidade às espécies.
CULTURAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preservar o patrimônio cultural, valorizando a memória local integrando-se de forma harmoniosa a área verde ao contexto cultural local, através da beleza da vegetação local (espécies de plantas nativas), recursos minerais (pedras) e recursos humanos (artesanatos, esculturas e mosaicos).
ECONÔMICA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Priorizar a seleção de materiais de baixo custo para a estrutura física da área verde. 2. Inserir plantas nativas a fim de que se tenha menos necessidade de serviços de jardinagem e um menor custo gerado pela demanda de água para a irrigação paisagística e menos gastos com a manutenção.
AMBIENTAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar materiais de baixo impacto ambiental, tais como resíduos de materiais de construção civil. 2. Utilizar tecnologias apropriadas e promover ciclos fechados de água, assim como o reúso de água e a captação de água de chuva.

Fonte: Souza *et al.* (2006).

4.3.2 – DIRETRIZES DE PROJETO

Segundo Souza *et al.* (2006), um dos critérios de sustentabilidade é a preservação do volume existente; neste trabalho, este critério aplica-se à estrutura física e arborização pré-existente na área, sendo preservada e recuperada, com uso de caráter público. O volume articulador descreve uma central de circulação, que insere, se necessário, espaços de apoio (sanitários e copa) e reservatórios, os quais, devem ser criados se não existir em local, para as praças e parques, de acordo com a necessidade. O volume novo, como o nome descreve, trata-se do paisagismo novo que deve ser inserido no local. As diretrizes de projeto foram elaboradas a partir dos princípios de sustentabilidade. Estão descritas a seguir e na Tabela 4.4.

- 1) Minimizar o uso de gramíneas: gramíneas demandam maior quantidade de água, produtos químicos e gastos com manutenção em geral do que outros tipos de plantas. Espécies nativas tolerantes a períodos de seca, composições arbustivas, coberturas vegetais e espécies perenes podem substituir gramíneas não nativas.
- 2) Minimizar o uso de plantas anuais: espécies anuais precisam de irrigação mais intensa do que espécies perenes. A vegetação perene pode agregar uma grande variedade de espécies e garantir diferentes períodos de florescência e colorações.
- 3) Preservar populações vegetais nativas através de um cuidadoso projeto paisagístico e de proteção à vegetação existente: plantar espécies nativas ou de fácil adaptação e agrupar as plantas com necessidades de água similares para facilitar o trabalho de manutenção.
- 4) Pavimentações permeáveis e materiais renováveis de baixo impacto ambiental.
- 5) Diminuir o uso dos recursos hídricos, através do uso racional das águas urbanas e reúso.

Tabela 4.4 – Zoneamento e diretrizes gerais das áreas verdes públicas.

Entrada da cidade	Objetivo: proporcionar uma agradável impressão àqueles que chegam à cidade Espécies vegetais indicadas: plantas de floração sazonal
Centro da cidade	Objetivo: revitalizar e embelezar o centro Espécies vegetais indicadas: arbustos e árvores de floração
Praças de bairros	Objetivo: compatibilizar o paisagismo com os usos locais Espécies vegetais indicadas: variável conforme características locais arbustos e árvores, buscando harmonizar a variação sazonal da floração e enriquecer com espécies nativas
Parques	Objetivo: conciliar a vegetação com a temática específica de cada parque Espécies vegetais indicadas: variável conforme características locais
Canteiros de esquinas	Objetivo: complementar o paisagismo das vias públicas Espécies vegetais indicadas: vegetação perene, de maior rusticidade
Trevos	Objetivo: destacar em relação às vias, respeitando a sinalização viária Espécies vegetais indicadas: plantas perenes, com folhagem colorida

4.3.3 – ETAPAS DE PROJETO

Devem-se realizar as etapas convencionais de projeto, porém com os objetivos específicos descritos a seguir:

- 1) Estudo preliminar: descreve o levantamento planialtimétrico e cadastral das áreas verdes, diagnóstico do paisagismo existente e localização, diversidade de soluções, fundamentação teórica e qualificação técnica para definições de princípios sustentáveis e de diretrizes de projeto.
- 2) Projeto PPS: planta executiva de arquitetura, projeto botânico e discussão do projeto, através da aplicação em áreas verdes sustentáveis e definições da demanda hídrica para

2,

através da aplica1257(a)3.25987()-130.637()-130..88159-50.50744(:15 0 1 67119()-1304m ()Tj /R8 1

estabelece valores para a capacidade de campo e para o ponto de murcha permanente, conforme a textura do solo, descritos na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Capacidade de campo e ponto de murcha permanente.

Areia	0,07 a 0,17	0,02 a 0,07
Areia franca	0,11 a 0,19	0,03 a 0,10
Franco arenoso	0,18 a 0,28	0,06 a 0,16
Franco	0,20 a 0,30	0,07 a 0,17
Franco siltoso	0,22 a 0,36	0,09 a 0,21
Silte	0,28 a 0,36	0,12 a 0,22
Franco argiloso siltoso	0,30 a 0,37	0,17 a 0,24
Argila siltosa	0,30 a 0,42	0,17 a 0,29
Argila	0,32 a 0,40	0,12 a 0,20

Fonte: FAO (1998).

Assim para se determinar a quantidade de água para as espécies de plantas utilizadas em paisagismo, isto é, a lâmina de rega, deve-se avaliar em primeiro lugar, a necessidade hídrica máxima da planta para desempenhar as atividades vegetativas ao longo do seu ciclo fenológico. Calcula-se a taxa de evapotranspiração máxima mensal da cultura (ET_m), que pode ser estimada, de forma aproximada, em função da taxa de evapotranspiração de referência – ET_0 (Gomes, 1999):

$$ET_0 = K_t \times E_v \quad (4.3)$$

onde: K_t – coeficiente do tanque evaporimétrico e E_v – taxa de evaporação média de um tanque evaporimétrico, normalmente do tipo Classe A.

$$ET_m = K_c \times ET_0 \quad (4.4)$$

onde: K_c – coeficiente de cultivo da cultura que reflete a sua necessidade hídrica. O valor do coeficiente de cultivo (K_c) varia conforme o período do ciclo vegetativo da planta. Bennet e Hazinski (1993), apud Tomaz (2000), propõem alguns desses coeficientes (Tabela 4.6) conforme o consumo paisagístico.

Tabela 4.6 – Valores de K_c conforme o consumo.

Plantas que consomem muita água	0,5 a 0,8
Plantas com consomem médio de água	0,30 a 0,50
Plantas que consomem pouca água	< 0,30
Gramma de folhagem e raízes densa	0,7 a 1,0
Árvores, arbustos e gramados não tolerantes a secas	0,7
Árvores, arbustos e gramados que consomem pouca água	0,5
Árvores, arbustos e gramados tolerantes a seca	0,2
Área não irrigada	0,0

Fonte: Tomaz (2000).

O coeficiente de paisagismo K_L proposto pela Irrigation Association – Landscape Irrigation Scheduling and Water Management (2005), substitui o coeficiente K_C , que continua a ser usado em outras culturas. Neste caso, a vantagem do coeficiente de paisagismo (Equação 4.5) é que ele pode ser reajustado para o microclima, usando o coeficiente de microclima K_{MC} , para a densidade das plantas, usando o coeficiente de densidade K_D e para o impacto das necessidades de água da planta, usando o coeficiente de espécies K_S , que na prática é praticamente o coeficiente K_C . A utilização do coeficiente de paisagismo permite uma melhor abordagem do paisagismo e do local onde está inserida a área verde.

$$K_L = K_S \times K_{MC} \times K_D \tag{4.5}$$

onde: K_L – coeficiente de paisagismo, K_S – coeficiente das espécies, K_{MC} – coeficiente de microclima e K_D – coeficiente da densidade das plantas. Nesse contexto a Equação 4.4 pode ser reajustada ao coeficiente de paisagismo (K_L):

$$ETm = K_L \times ETO \tag{4.6}$$

As plantas de diferentes espécies possuem taxas de evapotranspiração diferentes. Algumas espécies transpiram muita água, enquanto outras consomem relativamente pouca água. Desta forma o coeficiente das espécies (K_S) relaciona a vegetação com a taxa de evapotranspiração. Outro fator é o de microclima (K_{MC}) no qual, prédios, pavimentação, declividade de vias, sombra e vento existentes podem influenciar no meio ambiente local, de forma que um fator de microclima baixo evidencia que as plantas não estão expostas a tais ações. Já o fator de densidade (K_D) da vegetação no paisagismo varia muito, pois as plantas possuem variações com relação às copas e a sua densidade das folhas. Na Tabela 4.7 podem-se visualizar alguns dos valores para a estimativa do coeficiente de paisagismo.

Tabela 4.7 - Fatores para diversas plantas.

Fator das espécies K_S	Árvores	0,9	0,5	0,2
	Arbustos	0,7	0,5	0,2
	Forrações: plantas rasteiras	0,9	0,5	0,2
	Mistura de árvores, arbustos e gramas	0,9	0,5	0,2
	Gramado	0,8	0,75	0,60
Fator de microclima K_{MC}	Árvores	1,4	1,0	0,5
	Arbustos	1,3	1,0	0,5
	Forrações: plantas rasteiras	1,2	1,0	0,5
	Mistura de árvores, arbustos e gramas	1,4	1,0	0,5
	Gramado	1,2	1,0	0,8
Fator de densidade K_D	Árvores	1,3	1,0	0,5
	Arbustos	1,1	1,0	0,5
	Forrações: plantas rasteiras	1,1	1,0	0,5
	Mistura de árvores, arbustos e gramas	1,3	1,0	0,6
	Gramado	1,0	1,0	0,6

Fonte: Irrigation Association – Landscape irrigation Scheduling and Water Management (2005).

Segundo Irrigation Association – Landscape Irrigation Scheduling and Water Management (2005), esses coeficientes proporcionam uma melhor adequação na elaboração de projetos paisagísticos, e no planejamento da arborização pública urbana.

O balanço hídrico diário permite avaliar os dias em que é necessário efetuar irrigação. Para se obter uma eficiência neste processo é necessário, portanto, análise da quantidade de água a ser aplicada na planta e no solo. De acordo com a representação gráfica do balanço hídrico do solo, na Figura 4.3, considera-se somente o movimento vertical de água dentro do volume de solo analisado, conforme a Equação 4.7:

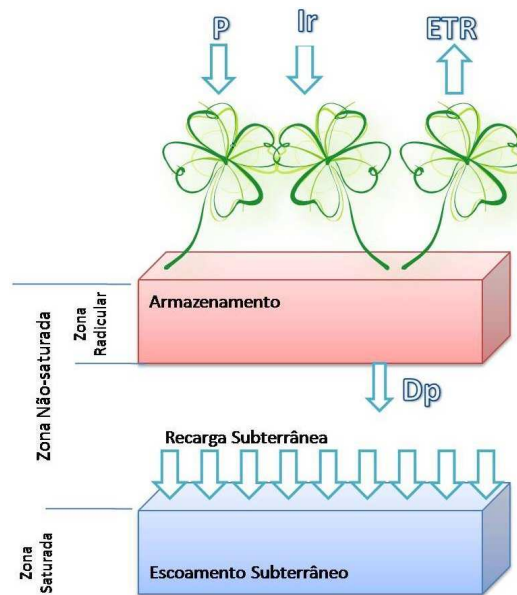


Figura 4.3 - Representação gráfica do balanço hídrico do solo.

$$ARM_{(i)} = ARM_{(i-1)} - ETr_{(i)} + P_{(i)} + Ir_{(i)} - Dp_{(i)} \quad (4.7)$$

onde:

ARM = armazenamento de água no solo no período i (mm);

ETr = evapotranspiração real (mm);

P = precipitação (mm);

Ir = irrigação (mm);

Dp = recarga (mm);

Segundo Back (1997), para representar as relações entre evapotranspiração real e armazenamento de água no solo, a evapotranspiração real é igual à evapotranspiração máxima quando o armazenamento de água se encontra acima do limite crítico de umidade. O limite que define a água remanescente no solo abaixo do qual a ETr se torna menor que a ETm , foi chamado por Braga (1982) de armazenamento crítico (ARM_{cri}), dado pela Equação 4.8:

$$ARMcri = (1 - p) \times CAD \quad (4.8)$$

onde: $ARMcri$ = armazenamento crítico de água no solo (mm); p = fração de água disponível; CAD = capacidade de água disponível (mm).

A fração de água disponível é a fração da disponibilidade total de água que a planta pode utilizar antes que ocorra o déficit hídrico, e depende do tipo de cultura e da evapotranspiração máxima diária. Doorenbos e Kassan (1979) sugerem valores de p em função da evapotranspiração máxima diária e do grupo ao qual pertence a cultura.

É comum, neste tipo de balanço a precipitação efetiva como a parcela da água de chuva que não escoa superficialmente e nem percola abaixo da zona radicular da cultura (TOMAZ, 2007). Deste modo a precipitação $Pet(i)$ é dada em função da precipitação que infiltra e a evapotranspiração máxima $ETm(i)$ conforme:

$$Pet(i) = (P(i) - R(i)) - ETm(i) \quad (4.9)$$

Neste modelo de balanço hídrico, o escoamento superficial R é estimado pelo Método da Curva Número (TUCCI, 2004), sendo dado pela Equação 4.10:

$$R(i) = \frac{(P(i) - 0,2S)^2}{(P(i) + 0,8S)} \quad (4.10)$$

A capacidade máxima de armazenamento de água no solo é descrita por:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (4.11)$$

onde: S = capacidade de armazenamento (mm); CN = curva número (adimensional)

Verifica-se que, em média, as perdas iniciais representam 20% da capacidade máxima $Ia = 0,2S$. De forma que a equação de $R(i)$ é válida para $P > 0,2S$. Quando $P < 0,2S$ têm-se que $R(i) = 0$. O coeficiente CN é um parâmetro que procura descrever a potencialidade de geração de escoamento superficial do sistema solo-planta. O CN encontra-se na Tabela 4.8 em função do tipo de solo, uso do solo, da cobertura vegetal e do grau de umidade antecedente.

O valor de CN , inicialmente atribuído, corresponde à condição de umidade média, foi corrigido em função das condições de umidade antecedente, determinadas pelo aporte de água de chuva nos cinco dias anteriores, para obter os valores nas condições em que o solo encontra-se seco e úmido (TUCCI, 2004).

Os tipos de solos são os seguintes:

- Solo A → produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila;
- Solo B → solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior à média;
- Solo C → solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila. Pouco profundo;
- Solo D → solos contendo argila expansiva e pouco profundos, com muito baixa capacidade de infiltração, gerando maior proporção de escoamento superficial.

Tabela 4.8 – Valores de CN.

Zonas cultivadas:	Sem conservação do solo	72	81	88	91
	Com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições		68	79	86	89
Baldios - boas condições		39	61	74	80
Prado em boas condições		30	58	71	78
Bosques ou zonas Florestais:	Cobertura ruim	45	66	77	83
	Cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golf, cemitérios, boas condições:	Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
	Com relva em mais de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios		89	92	94	95
Zonas industriais		81	88	91	93
Zonas residências	Lotes de (m ²)	% média impermeável			
	<500	65	77	85	90
	1000	38	61	75	83
	1300	30	57	72	81
	2000	25	54	70	80
	4000	20	51	68	79
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc		98	98	98	98
Arruamentos e estradas asfaltadas e com drenagem de águas pluviais		98	98	98	98
Paralelepípedos		76	85	89	91
Terra		72	82	87	89

Fonte: Tucci (2004).

Os valores de CN na Tabela 4.8 referem-se a condições médias de umidade antecedente. Tucci (2004) apresenta correções aos valores tabelados para situações diferentes da média. As condições consideradas são as seguintes: AMC I – situação em que os solos

estão secos. No estágio de crescimento, a precipitação acumulada dos cinco dias anteriores é menor que 36 mm; AMC II – situação média em que os solos correspondem à umidade da capacidade de campo; AMC III – situação em que ocorrem precipitações consideráveis nos cinco dias anteriores e o solo encontra-se saturado. No período de crescimento, as precipitações acumuladas nos cinco dias anteriores são maiores que 53 mm.

Se os valores da precipitação efetiva encontrados apresentam valores negativos, são considerados como negativos acumulados, representando a perda potencial de água, que pode ocorrer em virtude da precipitação não atender à demanda imposta pela evapotranspiração (BACK, 1997). Os valores de negativo acumulado são obtidos pelo somatório dos valores negativos sequenciais, quando a evapotranspiração supera a precipitação, na equação abaixo:

$$NEG_{(i)} = NEG_{(i-1)} + [P_{(i)} - R_{(i)} - ETm_{(i)}], \quad \text{quando } Pet_{(i)} < 0 \quad (4.12)$$

Quando o valor do negativo acumulado for menor que a água facilmente disponível (AFD) dada pela por $AFD = p \times CAD$, o valor do armazenamento de água no solo é estimado pela Equação 4.13:

$$ARM_{(i)} = CAD_{(i)} - NEG_{(i)} \quad (4.13)$$

E quando o valor do negativo acumulado for maior que a água facilmente disponível, o armazenamento é definido pela Equação 4.14:

$$ARM_{(i)} = CAD_{(i)} \exp b_{(i)} NEG_{(i)} + \frac{\ln(1 - p_{(i)})}{b_{(i)}} - p_{(i)} CAD_{(i)} \quad (4.14)$$

Onde: b = coeficiente angular da função entre armazenamento e negativo acumulado. No cálculo do parâmetro b foi utilizada a expressão ajustada por Cardoso (1995).

$$b = 6.895 \cdot 10^{-5} + 7.149 \cdot 10^{-7} CAD - \frac{1.025}{CAD} \quad (4.15)$$

Quando $Pet_{(i)}$ for positiva, isto é, a precipitação que infiltra supera o valor de ETm , interrompendo a seqüência de valores negativos, o valor do armazenamento é encontrado na Equação 4.16:

$$ARM_{(i)} = ARM_{(i-1)} + (P_{(i)} - R_{(i)} - ETm_{(i)}) \quad (4.16)$$

E o valor do negativo acumulado é calculado em função do armazenamento. Se o valor do armazenamento for maior ou igual ao armazenamento crítico, utiliza-se a equação:

$$NEG_{(i)} = CAD_{(i)} - ARM_{(i)} \quad (4.17)$$

E se o armazenamento for menor que o armazenamento crítico utiliza-se a Equação 4.18:

$$NEG_{(i)} = \frac{\ln \frac{ARM_{(i)}}{CAD_{(i)}} - \ln(1 - p_{(i)}) + b_{(i)} p_{(i)} CAD_{(i)}}{b_{(i)}} \quad (4.18)$$

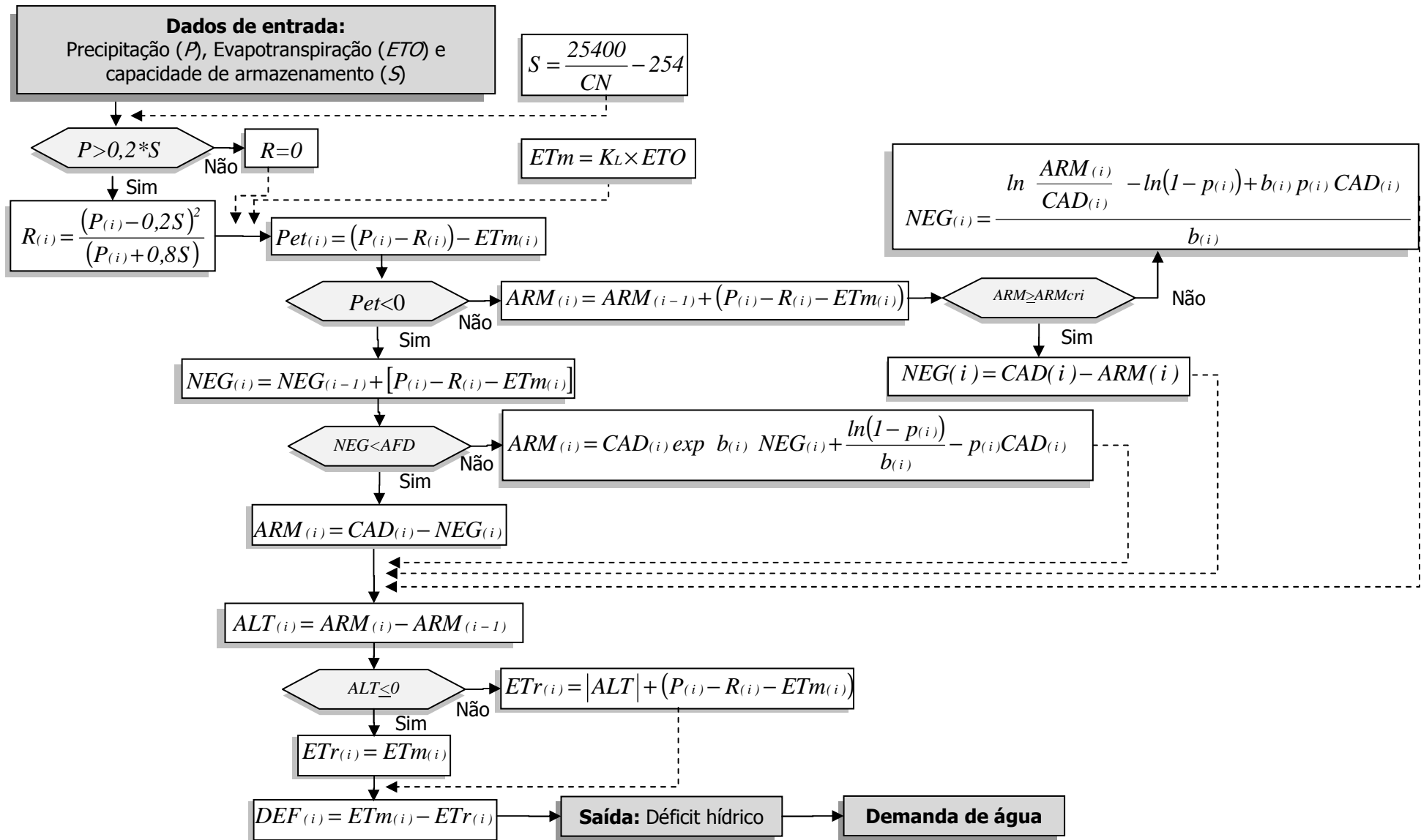


Figura 4.4 - Algoritmo do modelo de balanço hídrico do solo.

4.5 – COMPARAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da metodologia proposta são apresentados a seguir.

5.1 – DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS DE CAMPINA GRANDE

5.1.1 – CARACTERIZAÇÃO E AQUISIÇÃO DOS DADOS

Em uma identificação preliminar realizada através do banco de dados da Secretaria de Planejamento – SEPLAN – da PMCG foram observadas deficiências nos registros tais como: ausência de padronização na classificação das praças que possuem o mesmo uso, falta de identificação e tipologia de muitas praças. Sendo assim, tornou-se necessário um levantamento de dados em campo para complementação e ajuste dos dados obtidos a partir da SEPLAN.

Esse levantamento foi realizado durante o mês de julho de 2007, sendo as áreas verdes tabuladas e codificadas de acordo com a metodologia descrita no Capítulo IV, e o resultado, em forma de inventário, pode ser observado na Tabela 5.1. De acordo com a PMCG, a cidade possui oficialmente 49 bairros, sendo que apenas 20 destes apresentaram áreas destinadas a espaços livres, num total de 50 áreas verdes públicas.

Para descrever a qualidade das áreas verdes públicas diagnosticadas no levantamento de campo, foram atribuídos conceitos para as áreas verdes, com o objetivo de descrever a qualidade paisagística das mesmas que variam de muito boa, boa, regular e ruim. Esses conceitos tomam como referência uma área verde que possui estrutura física adequada, com iluminação, calçada, acesso e vegetação em bom estado de manutenção. As análises referentes à qualidade das áreas verdes públicas revelaram que 19 apresentam-se em bom estado, 3 em estado regular, 28 em estado ruim e nenhuma em estado muito bom. Tais números mostram que as áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande devem ter uma maior conservação por parte da administração pública.

Tabela 5.1 – Codificação e denominação dos bairros e áreas verdes existentes na cidade.

B1	Bairro das Nações	B1P1	Rótula Lindão	1.516	Boa
B2	Castelo Branco	B2P1	Praça Heráclito Cavalcante	798	Boa
B3	Catolé	B3P1	Praça José Noujain Habib	2.333	Regular
		B3P2	Parque da Criança	51.834	Boa
B4	Centenário	B4P1	Praça Nossa Senhora de Fátima	4.300	Ruim
		B4P2	Praça Antônio Targino	756	Ruim
B5	Centro	B5P1	Praça Jornalista José Lopes de Andrade	5.111	Boa
		B5P2	Praça Poeta Augusto dos Anjos	5.030	Ruim
		B5P3	Praça Rosil Cavalcanti	264	Boa
		B5P4	Praça Lino de Oliveira Cavalcanti	1.870	Ruim
		B5P5	Praça Otávio Amorim	91	Ruim
		B5P6	Praça Clementino Procópio	7.001	Boa
		B5P7	Praça da Bandeira	3.514	Boa
		B5P8	Praça João Rique	334	Boa
		B5P9	Praça Alfredo Dantas	836	Ruim
		B5P10	Praça Félix Araújo	1.961	Ruim
		B5P11	Praça Coronel Antônio Pessoa	1.844	Boa
		B5P12	Parque Evaldo Cruz	38.724	Boa
		B5P13	Praça Williams Arruda	1.103	Ruim
B6	Conceição	B6P1	Praça Áurea Ribeiro	2.586	Boa
		B6P2	Praça do Expedicionário	388	Ruim
B7	Estação Velha	B7P1	Praça da Gazeta	5.683	Boa
		B7P2	Praça da Concórdia	1.002	Boa
B8	Jardim Paulistano	B8P1	Praça Florinda Colaço	948	Ruim
B9	José Pinheiro	B9P1	Praça José Pinheiro	66	Ruim
		B9P2	Praça Joaquim Silvestre	192	Ruim
		B9P3	Praça Isaac Catão	1.000	Ruim
		B9P4	Praça Avenida Canal (Plínio Lemos)	661	Ruim
		B9P5	Praça José Américo	5.193	Regular
		B9P6	Praça Joana D'Arc Ferreira de Arruda	5.593	Regular
B10	Liberdade	B10P1	Praça Antônio Evonilson de Menezes	4.294	Ruim
		B10P2	Praça Ubiratan de Moraes	651	Ruim
B11	Mirante	B11P1	Praça Raimundo Asfora	6.023	Boa
B12	Monte Santo	B12P1	Praça Sinhá Caroca	132	Ruim
B13	Palmeira	B13P1	Praça Maria da Luz	804	Ruim
B14	Prata	B14P1	Praça Eng. Sebastião Ernesto dos Santos	508	Ruim
		B14P2	Praça do Rosário	2.946	Boa
B15	Quarenta	B15P1	Praça Geralda de Fátima Maia Paiva	242	Ruim
B16	Sandra Cavalcante	B16P1	Praça do IPEP	2.700	Boa
		B16P2	Praça Engenheiro Roberto Palomo	2.807	Ruim
B17	Santa Rosa	B17P1	Praça Dr. Francisco Pinto	2.152	Ruim
		B17P2	Praça Conj. Santa Ana	636	Ruim
B18	São José	B18P1	Praça do Trabalho	4.187	Boa
		B18P2	Praça Vereador Pedro Sabino de Farias	499	Boa
		B18P3	Praça Otoni Barreto	984	Ruim
B19	Tambor	B19P1	Praça Maurício Moura	504	Ruim
B20	Universitário	B20P1	Praça Chico Colares	23.495	Ruim
		B20P2	Praça Fernando Cunha Lima	4.142	Ruim
		B20P3	Praça Jornalista Evandro Barros	527	Ruim
		B20P4	Rótula UFCG	2.481	Boa

Com a caracterização pode-se revelar problemas de manutenção nas áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande, a maioria das áreas verdes visitadas apresenta um paisagismo local, com a presença apenas de algumas árvores, sem existência de vegetação rasteira, tais como forrações, gramados ou outras espécies de plantas, além de poucos arbustos (Figura 5.1). Neste caso, o “chão-batido” caracteriza a não implantação de vegetação no local ou fato de não ter ocorrido manutenção e a vegetação não ter sobrevivido.





ambiente. Na Tabela 5.2 podemos ver a análise geral, que demonstra a situação de cada uma das áreas verdes, observadas de acordo com a metodologia proposta no item 4.2.1 deste trabalho.

Tabela 5.2 – Análise geral das áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande, 2007.

B1P1	Arbóreo	20	Gramado/Pedras	Residencial	Sim	CAGEPA
B2P1	Arbóreo	32	Gramado/Calçada	Residencial	Sim	CAGEPA
B3P1	Arbóreo	19	Mato/Pedras	Residencial	Não	não tem registro
B3P2	Arbóreo/Ornamental	500	Gramado	Residencial	Sim – não uso	Açude Velho
B4P1	Arbóreo	28	Gramado/Pedras	Residencial	Sim	CAGEPA
B4P2	Arbóreo	2	Chão-batido	Comercial	Não	não tem registro
B5P1	Arbóreo	50	Gramado/Mato	Comercial	Sim – não uso	Açude Velho
B5P2	Arbóreo/Arbustivo	20	Chão-batido	Comercial	Sim	não tem registro
B5P3	Arbóreo	2	Calçada	Comercial	Não	não tem registro
B5P4	Arbóreo	12	Calçada	Comercial	Não	não tem registro
B5P5	Arbóreo	4	Calçada	Comercial	Não	não tem registro
B5P6	Arbóreo	50	Calçada	Comercial	Sim	CAGEPA
B5P7	Arbóreo/Ornamental	25	Pedras	Comercial	Sim	CAGEPA
B5P8	Arbóreo	1	Gramado	Comercial	Sim	CAGEPA
B5P9	Arbóreo	10	Gramado	Comercial	Sim	CAGEPA
B5P10	Arbóreo/Ornamental	16	Brita	Comercial	Não	não tem registro
B5P11	Arbóreo	25	Gramado	Comercial	Sim	CAGEPA
B5P12	Arbóreo/Arbustivo	800	Chão-batido/Calçada	Comercial	Sim	CAGEPA
B5P13	Arbóreo	12	Gramado/Mato	Comercial	Não	não tem registro
B6P1	Arbóreo	19	Gramado	Residencial	Sim	CAGEPA
B6P2	Arbóreo	8	Chão-batido	Comercial	Não	não tem registro
B7P1	Arbóreo/Ornamental	12	Calçada	Comercial	Não	não tem registro
B7P2	Arbóreo/Ornamental	4	Gramado/Pedras	Comercial	Não	não tem registro
B8P1	Arbóreo/Ornamental	6	Mato/abandonada	Residencial	Não	não tem registro
B9P1	Arbóreo	2	Mato	Residencial	Não	não tem registro
B9P2	Arbóreo	8	Calçada	Comercial	Não	não tem registro
B9P3	Arbóreo	26	Chão-batido	Residencial	Não	não tem registro
B9P4	Sem vegetação	1	Mato	Residencial	Não	não tem registro
B9P5	Arbóreo	30	Chão-batido	Comercial	Não	não tem registro
B9P6	Arbóreo	37	Chão-batido/Mato	Residencial	Não	não tem registro
B10P1	Arbóreo	30	Mato	Residencial	Sim – não uso	não tem registro
B10P2	Arbóreo	7	Mato	Comercial	Não	não tem registro
B11P1	Arbóreo	18	Gramado/Pedras	Residencial	Sim	CAGEPA
B12P1	Arbóreo	2	Chão-batido	Residencial	Não	não tem registro
B13P1	Arbóreo	16	Chão-batido	Residencial	Não	não tem registro
B14P1	Arbóreo	13	Mato	Res - Com	Não	não tem registro
B14P2	Arbóreo/Ornamental	30	Mato	Res - Com	Sim	CAGEPA
B15P1	Arbóreo	3	Chão-batido/Calçada	Residencial	Não	não tem registro
B16P1	Arbóreo	50	Mato/Calçada	Residencial	Sim	CAGEPA
B16P2	Arbóreo/Arbustivo	25	Mato	Residencial	Sim – não uso	Não tem registro
B17P1	Sem vegetação	0	Mato	Residencial	Não	não tem registro
B17P2	Arbóreo	5	Mato	Residencial	Não	não tem registro
B18P1	Arbóreo	32	Gramado/Mato	Residencial	Sim	CAGEPA
B18P2	Arbóreo	6	Mato/Calçada	Residencial	Não	não tem registro
B18P3	Arbóreo	13	Chão-batido/Calçada	Residencial	Não	não tem registro
B19P1	Sem vegetação	0	Mato	Residencial	Não	não tem registro
B20P1	Arbóreo	200	Mato	Residencial	Sim – não uso	não tem registro
B20P2	Arbóreo	0	Mato	Residencial	Não	não tem registro
B20P3	Arbóreo	7	Chão-batido/Mato	Residencial	Não	não tem registro
B20P4	Arbóreo	19	Gramado/Pedras	Residencial	Não	não tem registro

Observa-se que, a maioria das áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande possui vegetação apenas de porte arbóreo. Este fator contribui para proporcionar sombra nas respectivas áreas; no entanto o número de árvores ainda é pequeno para a maioria das áreas proporcionalmente à sua dimensão. Dessa forma, pode haver uma melhor integração e distribuição com as plantas ornamentais e arbustivas, ampliando-se o porte da vegetação das áreas verdes. Com relação à cobertura do solo, foi diagnosticada a existência de gramíneas em algumas delas, irrigadas a partir da rede de abastecimento público.

A presença de ponto de água na área verde demonstra evidências de possíveis usos de água para a manutenção, através da rede de abastecimento público. Foi constatado que 20 das áreas verdes possuem ponto de água no local, sendo que destas, cinco não utilizam os pontos de água, sendo suas tubulações vedadas, e 15 praças que possuem ponto de água e fazem uso delas. A área verde B3P2 – Parque da Criança – possui ponto de água, mas não utiliza para irrigação paisagística, apenas para usos de lanchonete e banheiros públicos, sendo já mencionada a utilização do Açude Velho, manancial urbano próximo desta área.

Também foi relevante, o papel que desempenham alguns dos moradores que residem próximo às áreas verdes, executando serviços de manutenção, tais como irrigação, varrição, poda e conservação geral da estrutura física. Neste contexto, a participação da sociedade através de ações como esta podem ser fundamentais no exercício da cidadania, além de colaborar para a preservação do patrimônio público. A cidade de Campina Grande promoveu através da Secretaria de Meio Ambiente um programa de adoção de praças públicas, no qual empresas privadas adotavam áreas verdes e se responsabilizavam pela manutenção. Era colocada uma placa na área verde, da empresa parceira do projeto. Mas não houve continuidade deste projeto e a parceria permaneceu por alguns meses. Acredita-se que através da parceria público-privada e da participação da sociedade, seria possível melhorar a situação das áreas verdes públicas da cidade, com incentivos como a redução de impostos.

O levantamento das áreas verdes públicas em Campina Grande pode ser utilizado como uma ferramenta para apontar as deficiências, mas faz-se necessário integrá-lo a uma política pública eficaz de planejamento urbano, que venha a proporcionar melhorias na qualidade de vida e na urbanização de áreas para suporte aos cidadãos residentes na área urbana da cidade.

5.1.2 – CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS

De acordo com o levantamento de campo e dados fornecidos pela PMCG, existe um total de 2500 exemplares de árvores das mais variadas espécies distribuídas isoladamente ao longo das áreas verdes públicas. No levantamento qualitativo e quantitativo do paisagismo, verifica-se a presença praticamente homogênea e concentrada de poucas espécies em toda a área de estudo, apresentando também descontinuidade com locais bem dotados de árvores em contraste com outros totalmente desprovidos dessas.

A diversidade vegetal presente, caracteriza o plantio indiscriminado de espécies arbóreas, sem levar em consideração sua quantidade e frequência na área urbana delimitada pela cidade de Campina Grande. Segundo Dantas e Souza (2004), a técnica recomenda que a predominância de uma espécie fique entre 10% e 15% do total. Há, portanto, perdas de vários exemplares arbóreos e, conseqüentemente, também perda da qualidade ambiental urbana. Constatou-se que tais áreas são constituídas quase que totalmente por espécies não compatíveis com o espaço físico, coberto por rede de distribuição de energia elétrica, serviços de telefonia, dentre outros, nos quais as podas são sempre um meio de evitar esses problemas que muitas vezes são realizadas drasticamente.

A falta e o excesso de água, as condições do solo e, principalmente, a falta de cuidado, são ameaças que somam para a crescente falta de arborização, cujas conseqüências fatalmente serão sentidas pelos usuários das áreas verdes. Segundo Dantas e Souza (2004), as plantas mais utilizadas na arborização das áreas verdes são algaroba (*Prosopis Juliflora DC*), aroeira-da-praia (*Schinus Terebinthifolius Raddi*), cássia-amarela (*Senna siamea*), castanhola (*Terminalia catappa Linn*), figo-benjamina (*Ficus benjamina L.*), flamboyant (*Delonix Regia Raff*), ipê-amarelo (*Tabebuia SP*), oliveira (*Syzigium jambolana DC.*), palmeira-imperial (*Roystonea oleracea Cook*) e o sombreiro (*Cliptoria fairchildiana Howard*).

De acordo com a metodologia da pesquisa, as áreas verdes foram classificadas, quanto à tipologia e quanto à demanda de água. A classificação quanto à tipologia foi feita em três classes: trevos e rotatórias, praças e parques públicos. Dentre elas, 41 pertencem à tipologia de praças públicas, sete à tipologia de trevos e rotatórias e apenas duas à tipologia de parques públicos.

A tipologia trevos e rotatórias de vias de acesso é bastante comum na cidade, auxiliando no tráfego dos automóveis. Observa-se que o paisagismo existente nesta tipologia teve seu

projeto uniformizado pela administração pública e a proposta da prefeitura é a utilização de uma grande porcentagem da área verde, composta por espécies de gramíneas elevando os gastos com a manutenção e irrigação. Verifica-se que as áreas que possuem este tipo de tipologia possuem irrigação feita através da CAGEPA, de forma que quando ocorrem períodos de seca ou dias prolongados sem manutenção, a vegetação sofre com a falta de água, não apresentando bom estado de conservação. Portanto o paisagismo desta tipologia caracteriza-se por árvores, gramas e plantas que tem um consumo de água considerado de valor médio a alto.

A tipologia praças públicas, está presente em meio às divisões das quadras e através do encontro de vias de acesso, podendo configurar pequenas ou até grandes áreas verdes. Constatase que não existe uniformidade da administração pública nos projetos paisagísticos. Observa-se que a qualidade da maioria delas está em estado “ruim” de manutenção e até mesmo de implantação inicial de projeto. Verifica-se a presença de canteiros internos completamente vazios, sem vegetação. Acredita-se que este fato pode ter sido gerado por dois motivos, falta de irrigação, em que as espécies de plantas não resistiram à falta de água, ou não implantação de projeto paisagístico. A proposta da administração pública para esta tipologia é a utilização de gramíneas assim como, na tipologia trevos e rotatórias, elevando os gastos com a manutenção.

A tipologia parques públicos, não é muito comum no perímetro urbano de Campina Grande, existindo apenas dois parques públicos, o Parque da Criança (B3P2) e o Parque Evaldo Cruz (B5P12). Observa-se que assim como as praças públicas, não existe uniformidade nos projetos de paisagismo dos parques públicos, sendo elaborados de acordo com a função exercida pelos mesmos. O Parque da Criança apresenta em sua área uma pista de 1 km para caminhada, rampa de skate, parque infantil, balanços e outras estruturas para crianças, campos de futebol de areia, vôlei, quadras, pistas de bicicross, sorveterias, lanchonetes e quiosques, sendo necessário um projeto de paisagismo integrando às atividades do parque. O Parque da Criança apresenta uma grande área gramada, o que exige manutenção e irrigações freqüentes, neste caso, já mencionado o uso das águas do Açude Velho. O Parque Evaldo Cruz apresenta, da mesma forma, áreas de lazer e áreas de jardins em menor quantidade, mas não utiliza água de manancial urbano para a sua manutenção.

Na Tabela 5.3, é apresentado o detalhamento paisagístico das áreas verdes públicas, baseada na classificação quanto à tipologia e quanto à demanda de água. A classificação quanto à demanda de água, refere-se à vegetação existente na área verde, em área, ocupada por cada uma delas, de modo que possam ser relacionadas aos respectivos coeficientes e estimadas as demandas de água.

Tabela 5.3 – Detalhamento das áreas verdes públicas de Campina Grande.

Trevos e rotatórias de vias de acesso	B1P1	1.516,00	1.061,20	303,20	75,80			75,80
	B3P1	2.333,00	1.633,10	466,60		116,65		116,65
	B4P1	4.300,00	3.010,00	860,00		215,00		215,00
	B5P2	5.030,00	3.018,00	1.006,00	251,50	503,00		251,50
	B9P5	5.193,00	3.115,80	1.038,60				1.038,60
	B11P1	6.023,00	4.216,10	1.204,60	301,15			301,15
	B20P4	2.481,00	1.488,60	496,20	248,10			248,10
Praças públicas	B2P1	798,00	478,80	159,60			79,80	79,80
	B4P2	756,00	453,60	226,80				75,60
	B5P1	5.111,00	2.044,40	511,10		511,10	511,10	1.533,30
	B5P3	264,00	105,60	105,60				52,80
	B5P4	1.870,00	935,00	561,00				374,00
	B5P5	91,00	36,40	36,40				18,20
	B5P6	7.001,00	3.500,50	350,05		350,05	350,05	2.450,35
	B5P7	3.514,00	1.054,20	702,80	702,80			1.054,20
	B5P8	334,00	233,80	83,50				16,70
	B5P9	836,00	418,00	83,60		83,60	83,60	167,20
	B5P10	1.961,00	980,50	196,10		196,10	196,10	392,20
	B5P11	1.844,00	922,00	184,40		184,40	184,40	368,80
	B5P13	1.103,00	441,20	330,90				330,90
	B6P1	2.586,00	1.293,00	775,80				517,20
	B6P2	388,00	155,20	116,40				116,40
	B7P1	5.683,00	2.841,50	1.704,90				1.136,60
	B7P2	1.002,00	501,00	300,60				200,40
	B8P1	948,00	474,00	284,40				189,60
	B9P1	66,00	33,00	19,80				13,20
	B9P2	192,00	76,80	38,40				76,80
	B9P3	1.000,00	500,00	200,00				300,00
	B9P4	661,00	330,50	198,30				132,20
	B9P6	5.593,00	2.796,50	279,65		279,65	279,65	1.957,55
	B10P1	4.294,00	2.147,00	214,70		214,70	214,70	1.502,90
	B10P2	651,00	260,40	130,20		65,10		195,30
	B12P1	132,00	79,20	39,60				13,20
	B13P1	804,00	402,00	160,80			80,40	160,80
	B14P1	508,00	254,00	101,60			50,80	101,60
	B14P2	2.946,00	1.473,00	147,30		147,30	147,30	1.031,10
	B15P1	242,00	72,60	121,00				48,40
	B16P1	2.700,00	1.350,00	135,00		135,00	135,00	945,00
	B16P2	2.807,00	1.403,50	421,05			280,70	701,75
	B17P1	2.152,00	1.076,00	645,60				430,40
B17P2	636,00	508,80					127,20	
B18P1	4.187,00	2.093,50	209,35		209,35	209,35	1.465,45	
B18P2	499,00	249,50	99,80			49,90	99,80	
B18P3	984,00	492,00	196,80			98,40	196,80	
B19P1	504,00	403,20	100,80					
B20P1	23.495,00	11.747,50	1.174,75		1.174,75	1.174,75	8.223,25	
B20P2	4.142,00	2.071,00	1.242,60				828,40	
B20P3	527,00	263,50	105,40			52,70	105,40	
Parques públicos	B3P2	51.834,00	25.917,00	2.591,70		2.591,70	2.591,70	18.141,90
	B5P12	38.724,00	19.362,00	1.936,20		1.936,20	1.936,20	13.553,40

A1 - Cobertura 1: gramados não tolerantes a secas, A2 - Cobertura 2: calçada (área não irrigada), A3 - Plantas que consomem muita água, A4 - Plantas de consumo médio água, A5 - Plantas de que consomem pouca água, A6 – Arbustos e A7 – Árvores.

5.1.3 – ÍNDICE DE ÁREAS VERDES PÚBLICAS

Quanto aos índices urbanísticos, foi obtido um IAVT – Índice de Áreas Verdes Públicas Totais de 0,6 m²/hab, tendo a cidade em torno de 399.871 habitantes e um total de 238.532 m² de áreas verdes públicas, dentre elas praças e parques. Este resultado é considerado baixo, mas deve-se ao fato de existirem bairros que não apresentam nenhuma área verde e possuem uma população relevante. Este valor está abaixo do proposto pela UNESCO que recomenda para uma melhor qualidade de vida, duas árvores ou cobertura de 12 m² de área verde por habitante (DANTAS e SOUZA, 2004). Deste modo o valor encontrado está muito abaixo do esperado, apesar de não serem considerados nesse cálculo os canteiros das vias de acesso, nem os jardins verdes residenciais. No entanto, mesmo que o valor encontrado seja duplicado ou triplicado, ele está bem distante do valor de referência.

A administração pública, através de sua Secretaria de Planejamento, tem a função de elaborar os projetos das praças públicas, incluindo os projetos paisagísticos e de infra-estrutura, executá-las e mantê-las em bom estado de conservação. Observa-se que é necessária a implantação de novas áreas verdes públicas ao longo do perímetro urbano principalmente nos bairros onde não há registro de qualquer área verde, além de uma melhor manutenção pelos órgãos competentes, visto que serviços de capinação, jardinagem, infra-estrutura são essenciais para manter a paisagem sempre em um bom estado de conservação e qualidade paisagística.

Como não foi possível obter dados numéricos sobre a população de cada bairro, optou-se por calcular o índice de área verde por bairro, por meio da relação entre a quantidade de praças por bairro e a área de cada bairro, como pode ser observado na Figura 5.5. Os bairros do Catolé, Centro, Estação Velha e Sandra Cavalcante apresentaram maiores índices de área verde por bairro. Observa-se que o Catolé possui um total de área verde por bairro de 54.167 m² e um IAVB de 0,0186, devido à existência do Parque da Criança, considerado o “Parque da Cidade” e por possuir em sua área uma arborização consideravelmente grande em relação às demais áreas verdes da cidade. O centro da cidade é bairro que possui o maior número de áreas verdes, além de ser um dos bairros mais antigos da cidade evidenciando praças públicas criadas desde a sua fundação. Os bairros Jardim Paulistano, Monte Santo e o Tambor, são considerados os bairros com menor área verde, tendo apresentado índices muito pequenos, tendendo a zero.

Por outro lado, considera-se que os bairros acima, possuem pelo menos o mínimo de área verde, ao contrário dos outros 29 bairros que não possuem sequer uma área verde cadastrada na Prefeitura, na Figura 5.5 apresentado na cor branca. Esta situação comprova a necessidade de

ampliar tais áreas e destinar cuidados com a manutenção de cada uma delas pela administração pública.



Figura 5.5 – Índice de áreas verdes públicas por bairro.

5.2. ELABORAÇÃO DOS PROJETOS PAISAGÍSTICOS SUSTENTÁVEIS

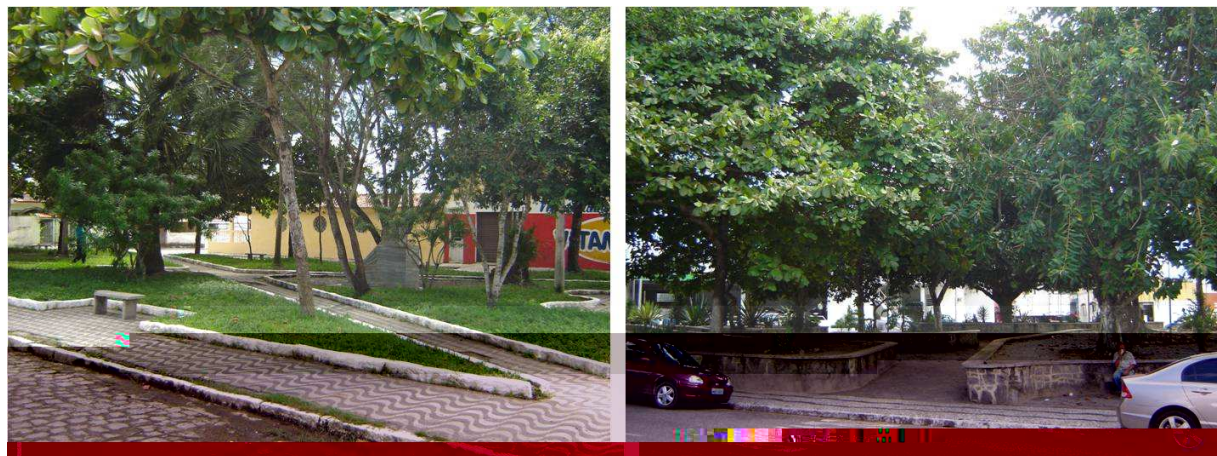
Após a caracterização das áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande, foi possível efetuar a elaboração dos Projetos Paisagísticos Sustentáveis – PPS – a partir da proposta sustentável descrita na metodologia da pesquisa, relacionando as áreas verdes com as suas respectivas tipologias.

De acordo com o zoneamento e diretrizes gerais para a implantação de um novo paisagismo, foram definidas algumas diretrizes gerais de forma a permitir que a vegetação utilizada esteja adaptada às condições microclimáticas e ambientais da cidade. Além de embelezar e valorizar o visual da cidade, uma das preocupações é o resgate da vegetação nativa

com a utilização de espécies características de ecossistemas adaptados à região de clima quente e úmido, de forma a criar e consolidar um estilo próprio para o paisagismo de Campina Grande.

A avaliação das potencialidades, teve por finalidade a modificação paisagística com o complemento da vegetação, pois os projetos paisagísticos das áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande já estão implantados. Apesar do estado de conservação não ter se apresentado com qualidade excelente, existem muitas espécies de plantas que não devem ser alteradas, dentre elas, composições arbóreas. Ao se tratar das gramíneas, o PPS sugere a diminuição da área destinada aos gramados, que se apresentam em grandes áreas como mostra a Figura 5.6(a) a Praça Raimundo Asfora – B11P1. Esta área verde, localizada na entrada da cidade, não apresenta estado de conservação satisfatório, devido ao elevado consumo de água necessário para a irrigação paisagística, estando o seu imenso gramado em péssimas condições. Na Figura 5.6(b) pode-se ver que a implantação da Praça Nossa Senhora de Fátima, localizada no bairro Quarenta, não chegou a ser concluída e a colocação dos tapetes do gramado não chegou a ser finalizada. Com estas evidências pode-se concluir que esta alternativa não é adequada para a área em estudo e seria adequada a diminuição da área destinada às pa7522.5242300043.17488300043.d7488300043.o748

muitas vezes serem construídos nos próprios canteiros, que têm uma elevação considerada alta (Figura 5.7b). Para essa elevação existente nos canteiros, os PPS propõem o seu rebaixamento permitindo que a vegetação seja integrada ao passeio e as pessoas que passem pela praça tenham contato com o paisagismo local.



(a)

(b)

Figura 5.7 – (a) B2P1 – Praça Heráclito Cavalcante e (b) B5P10 – Praça Félix Araújo (Fotos: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).

No que se refere ao fator cultural o PPS utiliza a proposta da vegetação nativa, que valorize a cultura da região. Propõe-se para os espaços o desenvolvimento de esculturas e criação de mosaicos dentro da área verde, viabilizando a utilização de cerâmicas, provenientes de resíduos de materiais de construção. Na questão econômica, o PPS, ao introduzir as espécies de plantas nativas e redução das gramíneas, proporciona a diminuição do consumo de água nos projetos e menos gastos com manutenção.

Na questão ambiental, de acordo com a proposta PPS propõe-se para as áreas verdes o reúso de água, com a substituição da água potável por uma água de qualidade inferior, para a irrigação paisagística das áreas verdes. Sabe-se que já ocorre a utilização de mananciais urbanos para a manutenção de algumas áreas verdes da cidade. A água dos mananciais urbanos da cidade pode ser utilizada para a irrigação paisagística das áreas verdes públicas, mas diante da classificação proposta da classe 3 do Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (BRASIL, 2000), as águas precisam passar por tratamento prévio, não devem apresentar mau-cheiro, nem conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas. Neste caso, a maior preocupação do emprego da água de reúso está condicionada às concentrações de contaminantes biológicos e químicos, incidindo sobre o meio ambiente e o homem, particularmente o operário que exerce suas atividades nesse ambiente. A cidade possui 50 áreas verdes públicas e desse modo, se houvesse uma integração na utilização dessas águas, poderiam ser criados locais para o recebimento da água, onde seria efetuado um tratamento

simples para o controle de qualidade a que se destina, e, em seguida, distribuído para as áreas verdes.

Os projetos PPS visam também a utilização de resíduos de materiais de construção civil na elaboração e execução de projetos paisagísticos, pois, atualmente, a geração de grandes quantidades de resíduos sólidos é um dos principais problemas em áreas urbanas. A maior parte desses resíduos é depositada em bota-foras clandestinos, nas margens de rios e córregos ou em terrenos baldios. Esse destino inadequado provoca o entupimento e o assoreamento de cursos d'água, de bueiros e galerias, estando diretamente relacionado às constantes enchentes e à degradação de áreas urbanas, além de propiciar o desenvolvimento de vetores de doenças.

Dentro deste cenário, pode-se propor o uso de pedras provenientes de escavações para a construção das fundações, bem como fragmentos de rochas que servem de esculturas na composição dos canteiros. Da fase estrutural e de vedação, está o cascalho proveniente do peneiramento da areia, proposta a sua utilização em forrações ao longo dos canteiros; a brita (agregado graúdo) também pode ser usada na composição de caminhos por toda a área verde. Os tijolos maciços devem formar contornos e caminhos. As “estroncas”, usadas no escoramento de vigas e lajes, desperdiçadas ao longo da construção, podem ser serradas em pedaços de 15 a 20 cm, para compor e demarcar os canteiros, como também construir pérgulas. A madeira usada para o “abafamento” dos pilares e vigas pode ser utilizada em composição de caixas para plantas, painéis de madeira, decks rústicos, bancos, prateleiras para coleções de cactos e orquídeas. Carneiro *et al.* (2007), em seus estudos sobre os resíduos de construção e demolição no município de Campina Grande e sua utilização em projetos paisagísticos obteve resultados satisfatórios com a utilização destes resíduos, propondo-se também uma nova visão acerca de paisagismo sustentável a ser inserida também em áreas como praças e canteiros públicos.

Na elaboração dos PPS outro fator introduzido foi a captação de água de chuva, proporcionando um aumento da oferta de água. Pode ser utilizada em períodos de estiagem, através de calhas em ambientes construídos ao longo da área, acompanhados de cisternas para o seu armazenamento e de drenagem superficial, que leva a água até uma cisterna subterrânea, através de um ou mais coletores localizados em pontos estratégicos. Neste contexto foram elaborados 50 projetos paisagísticos sustentáveis para as áreas verdes públicas, separados por suas respectivas tipologias, apresentados na Tabela 5.4. O detalhamento dos PPS é feito assim como os projetos paisagísticos das áreas verdes públicas atualmente existentes na cidade. Este detalhamento segue a metodologia da pesquisa abordada no Capítulo IV, baseado no tipo de vegetação existente e na área ocupada por cada uma delas.

Tabela 5.4 – Detalhamento dos PPS propostos as áreas verdes públicas de Campina Grande.

Trevos e rotatórias de vias de acesso	B1P1	1.516,00	303,20	454,80		75,80	303,20		379,00
	B3P1	2.333,00	466,60	699,90		116,65	466,60		583,25
	B4P1	4.300,00	860,00	1.290,00		215,00	860,00		1.075,00
	B5P2	5.030,00	1.006,00	1.509,00		251,50	1.006,00		1.257,50
	B9P5	5.193,00	1.038,60	1.557,90		259,65	1.038,60		1.298,25
	B11P1	6.023,00	1.204,60	1.806,90		301,15	1.204,60		1.505,75
	B20P4	2.481,00	496,20	744,30		124,05	496,20		620,25
Praças públicas	B2P1	798,00	79,80	79,80		79,80	239,40	79,80	239,40
	B4P2	756,00		302,40		151,20	302,40		
	B5P1	5.111,00	511,10	1.533,30		511,10	511,10	511,10	1.533,30
	B5P3	264,00		105,60		52,80	105,60		
	B5P4	1.870,00	187,00	187,00		187,00	561,00	187,00	561,00
	B5P5	91,00		36,40		18,20	36,40		
	B5P6	7.001,00	700,10	700,10		700,10	2.100,30	700,10	2.100,30
	B5P7	3.514,00	351,40	1.054,20		351,40	351,40	351,40	1.054,20
	B5P8	334,00		133,60		66,80	133,60		
	B5P9	836,00	83,60	250,80		83,60	83,60	83,60	250,80
	B5P10	1.961,00	196,10	588,30		196,10	196,10	196,10	588,30
	B5P11	1.844,00	184,40	553,20		184,40	184,40	184,40	553,20
	B5P13	1.103,00		441,20		220,60	441,20		
	B6P1	2.586,00	258,60	258,60		258,60	775,80	258,60	775,80
	B6P2	388,00		155,20		77,60	155,20		
	B7P1	5.683,00	568,30	568,30		568,30	1.704,90	568,30	1.704,90
	B7P2	1.002,00	100,20	100,20		100,20	300,60	100,20	300,60
	B8P1	948,00	94,80	94,80		94,80	284,40	94,80	284,40
	B9P1	66,00		26,40		13,20	26,40		
	B9P2	192,00		76,80		38,40	76,80		
	B9P3	1.000,00	100,00	300,00		100,00	100,00	100,00	300,00
	B9P4	661,00	66,10	66,10		66,10	198,30	66,10	198,30
	B9P6	5.593,00	559,30	559,30		559,30	1.677,90	559,30	1.677,90
	B10P1	4.294,00	429,40	429,40		429,40	1.288,20	429,40	1.288,20
	B10P2	651,00		260,40		130,20	260,40		
	B12P1	132,00		52,80		26,40	52,80		
	B13P1	804,00	80,40	241,20		80,40	80,40	80,40	241,20
	B14P1	508,00		203,20		101,60	203,20		
	B14P2	2.946,00	294,60	294,60		294,60	883,80	294,60	883,80
	B15P1	242,00		96,80		48,40	96,80		
	B16P1	2.700,00	270,00	270,00		270,00	810,00	270,00	810,00
	B16P2	2.807,00	280,70	280,70		280,70	842,10	280,70	842,10
	B17P1	2.152,00	215,20	215,20		215,20	645,60	215,20	645,60
B17P2	636,00	63,60	190,80		63,60	63,60	63,60	190,80	
B18P1	4.187,00	418,70	418,70		418,70	1.256,10	418,70	1.256,10	
B18P2	499,00	49,90	149,70		49,90	49,90	49,90	149,70	
B18P3	984,00	98,40	295,20		98,40	98,40	98,40	295,20	
B19P1	504,00		201,60		100,80	201,60			
B20P1	23.495,00	2.349,50	2.349,50		2.349,50	7.048,50	2.349,50	7.048,50	
B20P2	4142	414,20	414,20		414,20	1.242,60	414,20	1.242,60	
B20P3	527,00	52,70	158,10		52,70	52,70	52,70	158,10	
Parques públicos	B3P2	51.834,00	5.183,40	5.183,40		5.183,40	15.550,20	5.183,40	15.550,20
	B5P12	38.724,00	3.872,40	3.872,40		3.872,40	11.617,20	3.872,40	11.617,20

A1 - Cobertura solo 1: gramados tolerantes a secas, A2 - Cobertura solo 2: pedras - calçada (área não irrigada), A3 - Plantas que consomem muita água, A4 - Plantas de consumo médio água, A5 - Plantas de que consomem pouca água, A6 – Arbustos e A7 – Árvores.

Observa-se que para a composição dos PPS, não foi sugerida a implantação de plantas que consomem muita água - A3 – visto que a proposta sustentável leva em consideração que a região em estudo tem períodos prolongados sem chuva, fato que faz aumentar a demanda por irrigação paisagística, assim elevando o desperdício de água. O A1 refere-se a grama tolerante a seca que no projeto atualmente existente na cidade de Campina Grande para B1P1 era de 1.061,20 m² destinados a gramíneas; já o PPS propõe uma redução para 303,20 m² apenas de grama. Essa redução permite consideráveis diminuições na demanda de água da área verde. O A7 descreve árvores tolerantes a seca, que no PPS teve seus índices de árvores ampliados, visto sua importância para a melhoria do clima.

No que se refere às ordens legais, que representam as normas de ordenamento territorial e ambiental existentes na cidade, destaca-se o Plano Diretor da cidade de Campina Grande de acordo com a Lei Nº 3.236/96. Nele, o Art. 1º afirma que o Plano Diretor de Campina Grande, em conformidade com o artigo 128 da Constituição Federal, é o instrumento básico de política de desenvolvimento do município e orienta as ações dos agentes públicos e privados, responsáveis pela produção e gestão da cidade. No Art. 81 deste mesmo documento pode-se destacar que se constituem objetivos da política municipal do meio ambiente, o desenvolvimento sustentado dos espaços “urbanos”, através da utilização racional dos recursos naturais do município, a recuperação e ampliação das áreas verdes, incluindo: logradouros públicos, praças, avenidas, parques de diversões, pátios escolares, entre outros. Sendo assim, a gestão do meio ambiente pode ser viabilizada através da criação de instrumentos normativos, administrativos e financeiros que assegurem a execução de projetos de arborização e a participação da sociedade civil como co-gestora das políticas públicas para o meio ambiente (PMCG, 1996). Neste contexto a cidade possui instrumentos legais para a realização de um planejamento e execução de projetos paisagísticos sustentáveis em suas áreas verdes públicas.

A seguir descrevem-se exemplos dos projetos paisagísticos sustentáveis propostos nesta pesquisa, subdivididos por suas respectivas tipologias.

5.2.1 – TIPOLOGIA TREVOS E ROTATÓRIAS

Para essa tipologia propõe-se o uso de plantas nativas da região e a diminuição das gramíneas, as quais em alguns locais podem ser totalmente eliminadas. Acredita-se que o tapete verde tem valor paisagístico para muitos usuários, sendo indicador de uma cidade desenvolvida e organizada. Esse paradigma precisa ser mudado e a sociedade deve entender que paisagismo urbano não é composto apenas por gramas, existem inúmeras espécies de plantas que podem

compor as áreas verdes, trazendo beleza e formando uma paisagem agradável aos usuários das áreas verdes, ainda mais em regiões com períodos prolongados de seca, que possuem índices pluviométricos baixos, elevando a necessidade de irrigação.

Nos trevos e rotatórias, quanto às espécies de plantas mais apropriadas, destacamos as perenes, por serem mais resistentes e permanecerem ao longo do ano em bom estado. O porte da vegetação deve ser de médio a pequeno, devido à necessidade de uma visibilidade adequada que não comprometa o trânsito local, podendo vir a provocar acidentes. Para a cobertura do solo, sugere-se a diminuição das gramíneas utilizando apenas “faixas” de grama e das espécies mais tolerantes à seca, como a grama esmeralda (*Wild zoysia*) e a grama-de-burro (*Cynodon dactylon*). Não é recomendado o uso das gramas São Carlos (*Axonopus compressus*), nem da grama-inglesa (*Stenotaphrum secundatum*), conhecida como grama-de-jardim, pois exigem uma quantidade grande de água em sua manutenção.

Estas faixas devem ser intercaladas com canteiros formados por espécies nativas, tais como as bromélias (*Quesnelia quesneliana*, *Pitcairnia flammea*, *Bromelia antiacantha* e *Aechmea blanchetiana*), arca-de-Noé (*Tradescantia spathacea*), onze-horas (*Portulaca grandiflora*) e espécies de buganvillea (*Boungainvillea glabra Choisy*), espécies de plantas de pleno sol, além de formarem flores quase o ano inteiro. A palmeira imperial (*Roystonea oleracea*) que é bastante utilizada pode continuar a ser introduzida, trazendo leveza a essas áreas sem aumentar a demanda de água.

Dentro desta tipologia, destacamos a área verde B1P1 – Rotatória Lindão – que ocupa uma área de 1.516 m². Localizada no bairro do Alto Branco, apresenta em sua extensão uma grande área de grama atingindo aproximadamente 1.000 m² e em sua composição 12 palmeiras imperiais (*Roystonea oleracea*), 3 árvores e espécies de plantas que consomem muita água na faixa de 75,80 m², que pode ser visualizada na Figura 5.8. A proposta PPS para esta área elaborou o projeto baseado na diminuição das gramíneas para faixas de grama para uma área de 303,20 m², aumento do número de árvores e implantação de novas espécies de plantas com baixo consumo de água, citadas na descrição acima desta tipologia, formando dois canteiros ao longo da área verde. O destaque do PPS também decorre da introdução de um coletor que se localiza na extremidade da área verde, propiciando o armazenamento de água em um reservatório subterrâneo. Também se propõe a introdução de bancos ao longo da área verde, pois nessa área não existe nenhum deles. Os projetos paisagísticos da área verde pública B1P1, atual e proposto pelo PPS encontram-se no Anexo I.



Figura 5.8 – B1P1 – Rotatória Lindão (Foto: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).

5.2.2 – TIPOLOGIA PRAÇAS E PARQUES PÚBLICOS

A tipologia praças públicas é formada pelo encontro ou bifurcação de vias de acesso, ocasionando pequenos canteiros até grandes praças. Como já foi dito não existe uniformidade da administração pública nesses projetos paisagísticos. O PPS propõe uso de plantas nativas da região e a diminuição da grama, que, em alguns casos, poderia ser totalmente eliminada sendo substituída por outra cobertura do solo. Para os pequenos canteiros, que possuem área mínima o PPS propõe o não-uso de grama e apenas o uso de vegetação nativa como os agaves: atenuata (*Agave attenuata*), mexicano (*Agave sisalina perrine*), agave-branco (*Agave angustifolia haw*) e a iuca (*Yucca elephantipes*), espada-de-São-Jorge anã (*Sansevieria trifasciata var. hahnii*), espada-de-São-Jorge (*Sansevieria trifasciata hort*), espadinha (*Sansevieria trifasciata Pain*), estreízia de lança (*Strelitzia juncea*), acompanhadas de forrações de pedras do tipo seixo rolado. As áreas verdes de extensão maior possuem canteiros menores internamente, os quais poderiam ser compostos com as espécies citadas acima, acompanhadas das cactáceas (*Cereus triangularis*), bromeliáceas e, nesse caso, pequenas faixas de gramas resistentes à seca. Estas indicações são sugeridas devido à área estar presente entre vias principais e secundárias, o que implica que as espécies utilizadas devem ser adaptáveis às condições de tráfego intenso.

A área verde B5P11 – Praça Coronel Antônio Pessoa – ocupa uma área de 1.844 m² localizada no centro da cidade e apresenta em sua extensão uma grande área de grama atingindo aproximadamente 922,00 m², que pode ser visualizada na Figura 5.9. Em sua composição há 25 árvores e espécies de plantas que consomem muita água, ocupando uma área de 184,40 m². A proposta PPS para esta área elaborou o projeto baseado na diminuição das gramíneas para faixas de grama para uma área de 184,40 m², aumento do número de árvores e implantação de novas espécies de plantas com baixo consumo de água, citadas anteriormente, formando canteiros ao

longo da área verde. O PPS também propõe o uso de forrações compostas de cascalho ou pedrisco, intercaladas por faixas de grama esmeralda (*Wild zoysia*). Como vegetação propõe-se as bromeliáceas, cactáceas, agaváceas, citadas acima. Também se propõe a introdução de bancos ao longo da área verde, inclusive porque nesta área atualmente, não existe nenhum deles. Os projetos paisagísticos da área verde pública B5P11, atual e PPS encontram-se no Anexo II.



Figura 5.9 – B5P11 – Praça Coronel Antônio Pessoa (Foto: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).

A proposta PPS tem em sua definição a sustentabilidade ambiental na formação da paisagem, portanto sugere-se a introdução de materiais e medidas alternativas. Os materiais que vão compor os caminhos podem ser reciclados como o mosaico que utiliza resíduos de cerâmicas e o cascalho de construção civil. As medidas alternativas podem aumentar a oferta de água, com a captação de água da chuva e o uso da drenagem interna nos parques e praças, através de coletores onde a água atinge os drenos e chega até um reservatório subterrâneo, passando por uma peneira que não permite a passagem de folhas ou resíduos sólidos, existentes no local. Esta alternativa pode ajudar a aumentar a disponibilidade de água.

desenho interno descreve-se em muitas linhas retas, portanto a mudança para bancos sinuosos permite uma integração da área verde com a natureza. Os projetos paisagísticos da área verde pública B2P1, atual e PPS, encontram-se no Anexo III.



Figura 5.10 – B2P1 – Praça Heráclito Cavalcante (Foto: Maria Isabel Mota Carneiro, 2007).

5.3. ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA

A demanda hídrica para as áreas verdes foi estimada através do modelo de balanço hídrico proposto pela metodologia da pesquisa. O resultado gerado pelo modelo é o déficit hídrico que estima a demanda média anual de água para irrigação suplementar nas áreas verdes públicas.

5.3.1 – BALANÇO HÍDRICO DO SOLO

Através do balanço hídrico do solo, com dados diários de 30 anos, determinaram-se os meses de maior deficiência hídrica no período de 1977 a 2006, para as áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande. Os meses considerados apresentaram os menores valores para a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, de forma que o período seco começa em setembro e prolonga-se até fevereiro, sendo mais acentuado no trimestre da primavera, salientando-se o mês de novembro como o mais seco; já a estação chuvosa começa em março/abril e termina em agosto.

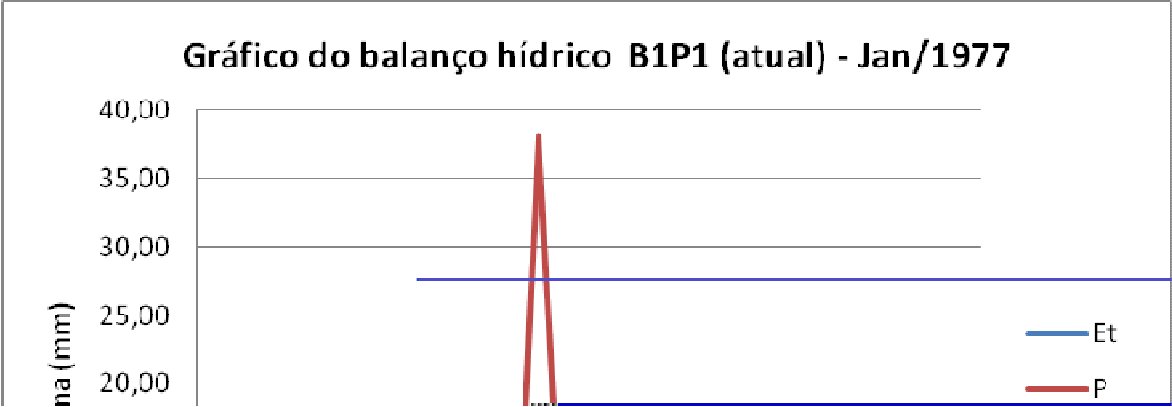
Os parâmetros de entrada são dados referentes ao coeficiente de paisagismo, reajustado para o microclima K_{MC} , densidade k_D e espécies K_S , de acordo com a Tabela 4.7. Foi utilizado um coeficiente K_{MC} que variou de 1,4 para as áreas verdes com grande exposição à ação de prédios, pavimentação, como as áreas localizadas no centro da cidade, o valor 1,0 foi adotado para áreas localizadas em ambientes com menos exposição, mas que ainda sofrem tais ações, só que com menor intensidade e 0,5 para as áreas situadas em locais com o mínimo de

interferências. Para a densidade das plantas utilizou-se um coeficiente de densidade K_D de 1,3 que representa as variações com relação às copas e a densidade das folhas das espécies presentes na área verde. O coeficiente de espécies refere-se ao antigo coeficiente de cultura, e foram utilizados para a cobertura do solo 1: gramados não tolerantes a secas (A1) um K_S de 0,7; para área não irrigada (A2) um K_S de 0; para plantas que consomem muita água (A3) um K_S de 0,8; para plantas de consumo médio água (A4) um K_S de 0,5; para plantas que consomem pouca água (A5) um K_S de 0,3; arbustos (A6) um K_S de 0,5 e árvores (A7) um K_S de 0,5. Já para os PPS os valores utilizados foram para A1; K_S de 0,2; para A2; K_S de 0; para A3; K_S de 0,8; para A4; K_S de 0,5; para A5; K_S de 0,3; para A6; K_S de 0,2 e para A7; K_S de 0,2.

Utilizou-se a CAD de acordo com a Tabela 4.5, para o solo raso e de natureza franco-argilo arenoso, obtendo-se um valor para a capacidade de água disponível de 100. O CN foi utilizado de acordo com a Tabela 4.8, para cobertura do solo de espaços abertos e parques, o valor de 69 para a condição normal, 48,32 para a condição seca e 83,66 para a condição úmida.

O balanço hídrico do solo descreve as entradas e saídas de água em uma parcela de solo. As figuras a seguir descrevem os dados de precipitação, evapotranspiração potencial e apresentam os resultados da evapotranspiração real e o déficit hídrico para o mês correspondente. Na Figura 5.11(a) pode-se observar que a diferença entre o armazenamento de água no solo nos projetos paisagísticos atuais da área verde B1P1 para o mês de janeiro/77, entre os dias 2 e 10 e 15 e 30 apresenta a evapotranspiração real muito baixa, ou seja, um déficit hídrico nesse período. Por outro lado, pode-se observar que não há déficit quando se tem ocorrência de precipitação, demonstrando-se a consistência do modelo na simulação do balanço hídrico. A Figura 5.11(b) descreve o balanço hídrico do solo para o PPS da área verde B1P1, demonstrando o comportamento da evapotranspiração potencial, evapotranspiração real e do déficit hídrico. Constata-se, portanto, uma diminuição significativa desse déficit hídrico que corresponde à redução da demanda de água necessária para a irrigação paisagística dos projetos.

Neste contexto, a Figura 5.12(a) representa o balanço hídrico do mês de julho/77 para a mesma área verde B1P1 atual, apresentando comportamento semelhante para evapotranspiração potencial, evapotranspiração real e para o déficit hídrico. O mês de julho é considerado na área de estudo um mês que apresenta índices elevados de precipitação o que ocasionou, diminuição do déficit hídrico para esse mês. O valor da demanda de água naquele mês para o PPS teve redução de cerca de 50%.



baixos no déficit hídrico. A Figura 5.14(a) representa o balanço hídrico do mês de julho/85 para a área verde B1P1 e a Figura 5.14(b) para o PPS.

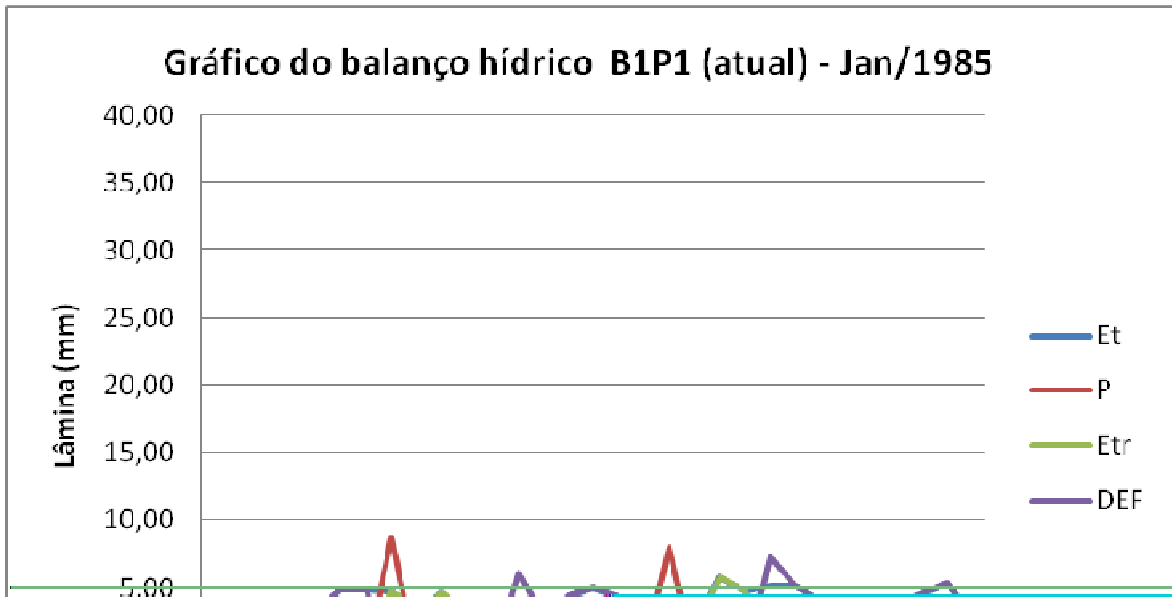
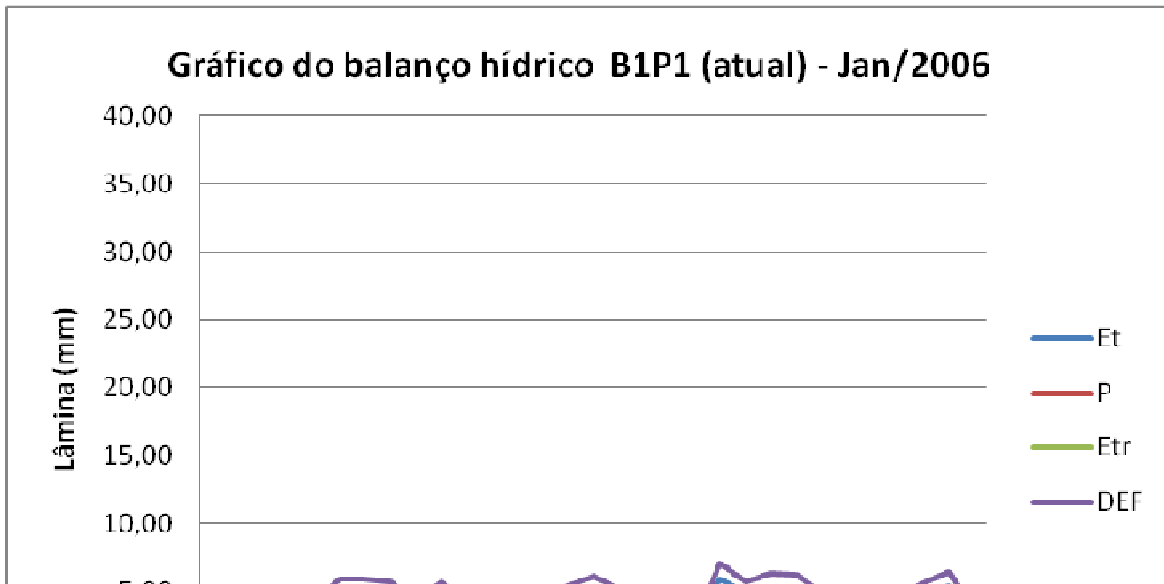
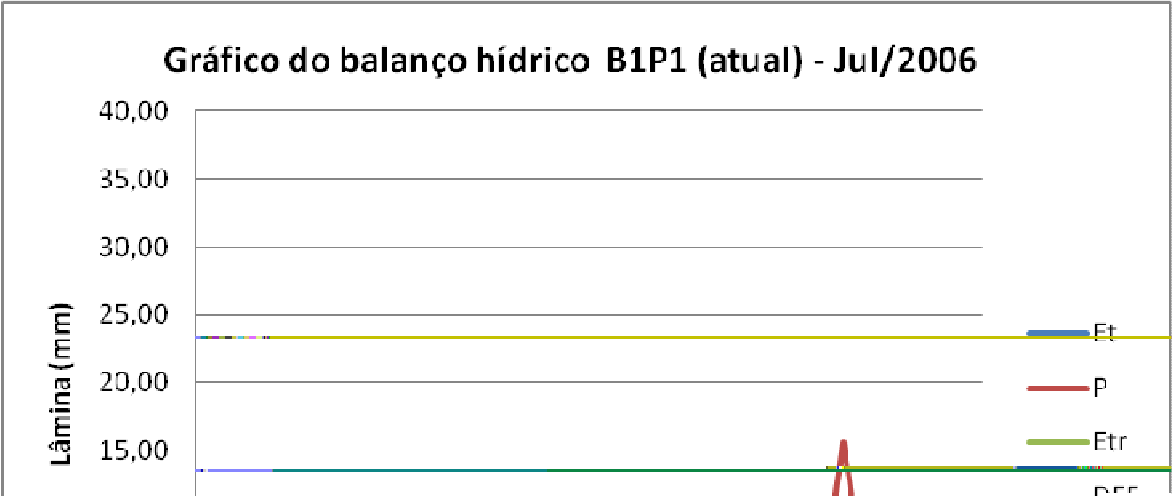


Gráfico do balanço hídrico R1D1 (atual) - Jul/1995

redução na precipitação, comparado aos anos anteriores. A análise de uma série hidrológica longa permite que seja considerado um período que inclua anos secos e chuvosos, dentro do contexto hidrológico, obtendo-se resultados confiáveis e condizentes com a realidade climática da região em estudo.





garantindo que nestas épocas as áreas verdes estejam num estado agradável e ofereçam uma bela paisagem aos turistas que freqüentam a cidade nesse período. Já em meados de dezembro/janeiro a cidade passa por prolongadas férias escolares, o que permitiria uma maior freqüência dos usuários nas áreas verdes, portanto, cuidados de manutenção devem ser feitos com antecedência. Assim estudos da sazonalidade climática, revelando os períodos secos e chuvosos, são ferramentas importantes, que integradas ao planejamento dos projetos paisagísticos, podem trazer melhorias na qualidade de vida da população.

As Figuras 5.17 a 5.20 representam o déficit hídrico anual para os anos de 1985 e 2006, para a área verde B1P1 atualmente existente e para os projetos paisagísticos sustentáveis propostos no trabalho. Observa-se que o período seco que começa em setembro e prolonga-se até fevereiro ocasiona o período com um maior déficit hídrico. Na estação chuvosa, que se inicia em meados de março/abril e termina em agosto, há uma diminuição nos índices da demanda de água de irrigação.

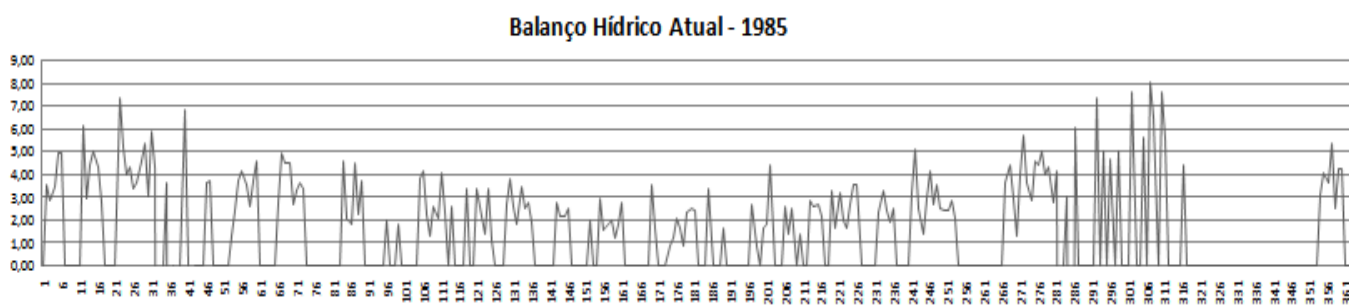


Figura 5.17 – Déficit hídrico para o ano de 1985 para a área verde B1P1 – Atual.

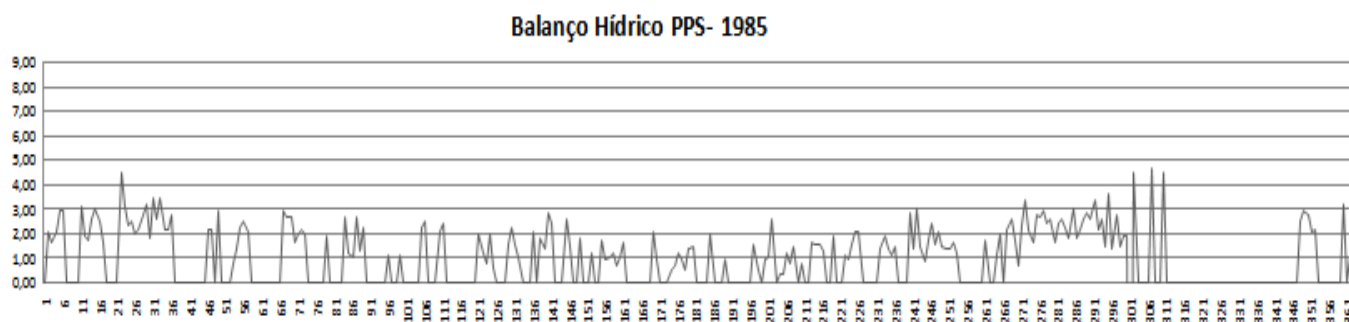


Figura 5.18 – Déficit hídrico para o ano de 1985 para a área verde B1P1 – PPS.

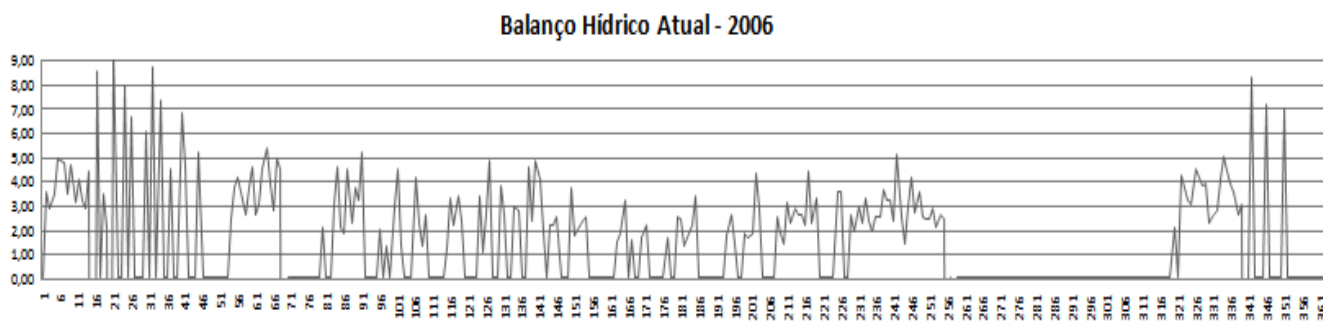


Figura 5.19 – Déficit hídrico para o ano de 2006 para a área verde B1P1 – Atual.

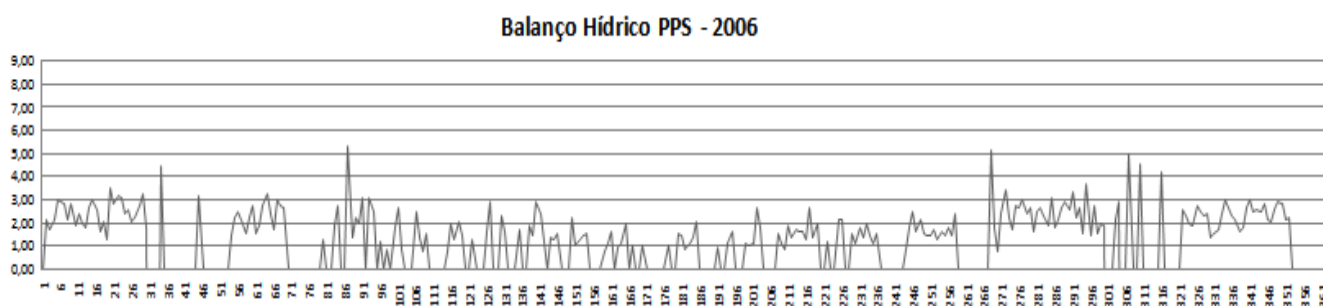


Figura 5.20 – Déficit hídrico para o ano de 2006 para a área verde B1P1 – PPS.

5.3.2 – DEMANDA DE ÁGUA NAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS

A necessidade de água para a irrigação paisagística das áreas verdes públicas da cidade é um dos principais parâmetros para o planejamento a ser executado pela administração pública, a fim de que se tenha adequados sistemas de irrigação funcionais e que as praças públicas exerçam as suas atividades paisagísticas. O balanço hídrico é uma ferramenta utilizada para decidir pela necessidade ou não de investimentos em equipamentos e na disponibilidade de água. Através do balanço hídrico proposto nesta pesquisa, foram obtidas as demandas de água para as áreas verdes públicas atualmente existentes na cidade e as demandas de água para os projetos paisagísticos sustentáveis propostos.

A demanda de cada uma das áreas foi obtida através de simulações num período de 30 anos, com variações nos coeficientes que caracterizam a área verde e o paisagismo existente ou proposto, o coeficiente de paisagismo. O coeficiente de paisagismo descrito no Capítulo IV relaciona a vegetação com a taxa de evapotranspiração, através do fator de espécies (K_S), o de microclima (K_{MC}) e o de densidade (K_D). Os parâmetros utilizados foram escolhidos de acordo com a localização de cada uma das áreas verdes na malha urbana e as composições paisagísticas.

Os resultados das demandas de água das áreas verdes públicas atuais, de acordo com as respectivas tipologias, obtidas através de simulações do balanço hídrico do solo, para o paisagismo atual e o PPS, são encontradas do Anexo IV ao IX.

5.4. ANÁLISE COMPARATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA: ATUAIS X PPS

A Tabela 5.5 e a Figura 5.21, descrevem a comparação da demanda de água para a área verde B1P1, pertencente à tipologia trevos e rotatórias. Foi obtida uma diminuição média de 333 m³/ano na demanda de água, equivalente a 46%. Esta porcentagem varia numa faixa de 20,44% até 70,59%, de diminuição do consumo de água para esta praça ao longo dos 30 anos de simulação.

Tabela 5.5 – Consumo médio de água para a área verde B1P1 – 1977/2006.

	650,95	334,69	316,25	48,58
	748,34	378,33	370,01	49,44
	483,04	374,09	108,95	22,56
	573,39	393,75	179,64	31,33
	611,88	381,62	230,26	37,63
	543,74	346,37	197,37	36,30
	685,61	384,12	301,49	43,97
	489,26	347,78	141,48	28,92
	778,71	324,11	454,60	58,38
	717,65	383,31	334,34	46,59
	918,46	369,83	548,63	59,73
	766,51	359,98	406,53	53,04
	844,54	331,19	513,35	60,78
	793,40	356,04	437,36	55,12
	799,28	371,26	428,02	53,55
	735,76	333,48	402,28	54,68
	547,16	335,21	211,95	38,74
	770,73	317,71	453,02	58,78
	544,70	361,29	183,42	33,67
	715,19	398,51	316,68	44,28
	1.008,02	296,46	711,55	70,59
	756,49	343,14	413,35	54,64
	519,88	413,64	106,24	20,44
	692,55	375,91	316,64	45,72
	691,00	334,01	356,99	51,66
	585,24	395,89	189,35	32,35
	643,86	392,01	251,85	39,12
	636,31	355,11	281,21	44,19
	670,43	358,19	312,25	46,57
	906,69	365,34	541,35	59,71

Tabela 5.8 – Demanda de água das áreas verdes públicas com tipologia: praças públicas.

B2P1	504,68	252,88	251,80	49,89
B4P2	365,96	230,47	135,49	37,02
B5P1	365,96	1.512,44	-1.146,48	-313,28
B5P3	365,96	80,48	285,48	78,01
B5P4	879,99	730,71	149,28	16,96
B5P5	36,35	27,74	8,61	23,69
B5P6	4.302,55	2.735,66	1.566,89	36,42
B5P7	1.598,46	1.039,86	558,60	34,95
B5P8	247,02	101,82	145,20	58,78
B5P9	489,70	247,39	242,31	49,48
B5P10	1.148,69	580,30	568,39	49,48
B5P11	1.080,15	545,67	534,48	49,48
B5P13	504,17	336,25	167,93	33,31
B6P1	996,91	819,47	177,44	17,80
B6P2	177,35	118,28	59,07	33,31
B7P1	2.674,32	2.220,64	453,68	16,96
B7P2	471,52	391,53	79,99	16,96
B8P1	365,46	300,41	65,05	17,80
B9P1	25,44	16,98	8,46	33,26
B9P2	98,82	58,53	40,29	40,77
B9P3	434,28	237,03	197,25	45,42
B9P4	191,75	116,32	75,43	39,34
B9P6	2.838,09	1.144,08	1.694,01	59,69
B10P1	2.178,93	1.360,72	818,21	37,55
B10P2	276,97	167,48	109,49	39,53
B12P1	52,05	33,96	18,09	34,76
B13P1	349,16	190,57	158,59	45,42
B14P1	220,61	130,69	89,92	40,76
B14P2	1.810,50	1.151,16	659,34	36,42
B15P1	65,42	62,26	3,16	4,83
B16P1	1.659,32	1.055,03	604,29	36,42
B16P2	1.287,47	889,51	397,96	30,91
B17P1	528,88	292,92	235,96	44,62
B17P2	355,07	150,75	204,32	57,54
B18P1	2.573,17	1.636,08	937,09	36,42
B18P2	1.019,52	147,66	871,86	85,52
B18P3	519,72	291,18	228,54	43,97
B19P1	176,00	80,42	95,58	54,31
B20P1	10.904,13	6.067,69	4.836,44	44,35
B20P2	1.458,28	1.069,69	388,59	26,65
B20P3	228,86	124,91	103,95	45,42

Considerando todas as áreas verdes públicas de Campina Grande e o seu impacto em escala de cidade, o volume total de água para os projetos atualmente é de 31.065,76 m³/ano. Por outro lado, se todas as áreas verdes possuísem projetos paisagísticos sustentáveis implementados, a demanda seria de 19.454,86 m³/ano. Haveria, portanto, uma redução média de

11.610,90 m³/ano na demanda de água, que corresponde a um percentual médio de 39,39% de redução da demanda de água por ano (Figura 5.22).

Com esses resultados constata-se que a demanda de água para a irrigação paisagística da área de estudo atinge valores relativamente altos para a realidade local, considerando o uso de água tratada da companhia de abastecimento público do estado. Observe-se que o PPS não elimina a consumo de água, apresenta valores até consideráveis, mas em relação aos projetos atualmente existentes a redução é significativa, o que evidencia um desperdício no uso das águas urbanas.

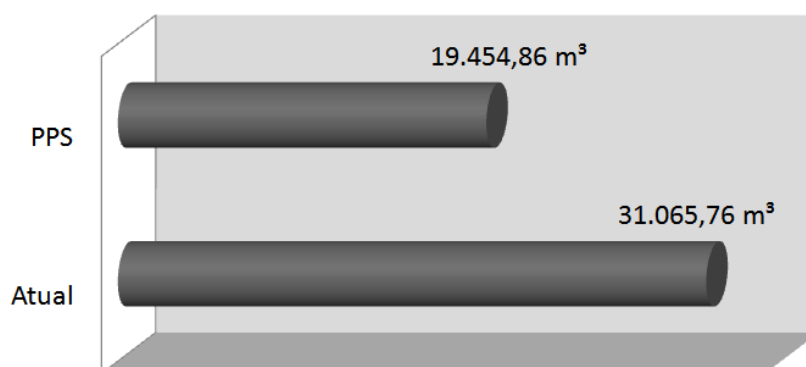


Figura 5.22 – Demanda média anual de água nas áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande.

As perdas no sistema de abastecimento de água são de dois tipos: as perdas físicas, que ocorrem em todo o sistema de distribuição, desde a Estação de Tratamento de Água – ETA até as ligações domiciliares, e as perdas não físicas. As perdas físicas representam a água que efetivamente não chega ao consumidor, devido a vazamentos, ao uso da água na operação para a lavagem de filtros e reservatórios. Já as perdas não-físicas, correspondem ao volume de água que é consumido e que não é medido, utilizado nos chafarizes, na irrigação de praças, jardins públicos, em órgãos públicos que não possuem medidores e, também, a água desviada para as ligações públicas. Neste contexto, destacamos as áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande como perdas não físicas.

Esta pesquisa trata da gestão de recursos hídricos, de modo que uma diminuição na demanda proporciona um aumento da oferta de água, estando assim interligadas. Observe-se que o fato de aumentar a disponibilidade de água torna-se também uma questão importante, devido à área de estudo já ter passado por fases de seca, apresentando prolongados períodos de estiagem. Portanto analisar as áreas verdes públicas apenas como áreas potenciais para a redução da demanda, seria ver o problema da gestão das águas apenas por uma ótica, devendo ser vista como fator importante que viabiliza, sem dúvida, o aumento da oferta hídrica da região.

5.5. PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

A ampliação do número de áreas verdes públicas na cidade de Campina Grande é da ordem de vinte vezes mais do que existe atualmente, para que o índice alcance o valor recomendado. Desta forma, foi feita uma análise da demanda de água para uma perspectiva futura, com a implantação destas novas áreas verdes públicas na cidade. Atualmente, é encontrado na cidade de Campina Grande um valor de 238.532 m² de áreas verdes públicas. Com uma projeção futura de ampliação desse valor para 4.532.108 m², o déficit é de 4.770.640 m² de áreas verdes públicas.

Supondo que para alcançar esta meta, fossem introduzidas áreas verdes da tipologia praças públicas, como a B2P1 – Praça Heráclito Cavalcante, que tem uma área de aproximadamente 800 m², seriam necessárias 5.666 novas áreas verdes públicas para suprir a necessidade paisagística de Campina Grande.

As novas áreas verdes teriam uma demanda de água 3.314.103 m³/ano para as ATUAIS e de 1.620.228 m³/ano para o PPS, com uma redução de 1.693.875 m³/ano, em torno de 51%. Para as 50 áreas verdes públicas atualmente existentes na cidade, os valores são de 206.860 m³/ano para as ATUAIS e 87.922 m³/ano para os PPS. De forma que a demanda de água média anual total para a se ter a cidade de Campina Grande atingir a meta recomendada seria de 3.520.963 m³/ano para as ATUAIS e 1.708.150 m³/ano para os PPS, como se pode observar na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 – Demanda de água numa perspectiva futura.

Atual - B2P1		585,00
PPS - B2P1		286,00
	Atual	206.860,00
	PPS	87.922,00
	Atual	3.314.103,98
	PPS	1.620.228,61
	Atual	3.520.963,98
	PPS	1.708.150,61
		51%

Os resultados mostram que a cidade necessita de um novo paisagismo para alcançar o recomendado, de modo que apesar do valor da demanda de água para a irrigação paisagística das novas áreas verdes públicas serem elevados, a redução com a introdução de PPS é da faixa de 51%.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. CONCLUSÕES

Com base no levantamento realizado nas cinquenta áreas verdes da cidade de Campina Grande (PB), na aplicação da metodologia de pesquisa e na análise dos resultados obtidos, pôde-se chegar às conclusões que seguem:

- Campina Grande apresenta carência de praças em muitos bairros, pois dos quarenta e nove bairros existentes, apenas vinte possuem alguma área destinada às áreas verdes, apresentando um IAVT de 0,6 m²/hab, tendo a cidade em torno de 399.871 habitantes e um total de 238.532 m² de áreas verdes públicas, estando longe de atingir um valor satisfatório. A variação entre os IAVB foi de 0,0002 a 0,0340, de forma que existem bairros com uma boa indicação de áreas verdes e outros com índices muito baixos.
- As áreas verdes possuem problemas de manutenção, apresentando-se a maioria em estado não satisfatório de conservação. Por outro lado as áreas verdes, com melhor situação de limpeza, de elementos naturais e construídos, estão localizadas em bairros de maior valor territorial, nas quais a irrigação paisagística é feita através da rede de abastecimento público – CAGEPA. Foi observado que, a manutenção em algumas das praças de bairros é feita por moradores que residem próximo às áreas, efetuando irrigação, podas e serviços de limpeza.
- Das 50 áreas verdes públicas, 30 apresentam pontos de água no local, equivalente a 60%. Das 30 áreas verdes encontramos cinco delas que não utilizam os pontos de água, possuindo as suas tubulações vedadas, e as demais áreas verdes, que possuem ponto de água e fazem uso delas utilizam água proveniente da CAGEPA.
- As áreas verdes públicas apresentaram elevados índices de utilização de gramíneas, de forma que a sua presença destaca o consumo de água com a irrigação paisagística e um exercício constante de serviços de manutenção.
- Foi constatado que a utilização de PPS nas áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande apresentou índices de consumo de água menores do que os projetos paisagísticos atualmente existentes. Para a tipologia trevos e rotatórias de vias de acesso, os valores

atingiram média total anual de 1.060,45 m³/ano, com 50,74% de redução no consumo de água. A tipologia parques públicos obteve uma redução de 36,42% na demanda de água. A tipologia praças públicas teve uma redução de 31%, correspondente a uma redução de 416,59 m³/ano. Se fossem consideradas todas as áreas verdes públicas da cidade de Campina Grande, o seu impacto em escala de cidade seria de uma redução de 39,39% na demanda de água para a irrigação paisagística, correspondente a um volume médio de 11.610,90 m³/ano.

- Para uma perspectiva futura, a introdução de novas áreas verdes públicas geram uma demanda de água média total de 3.520.963 m³/ano para as ATUAIS e 1.708.150 m³/ano para os PPS, com uma redução de 51%.

6.2. RECOMENDAÇÕES

Seguem abaixo algumas recomendações para futuras pesquisas nesta temática:

- Realizar estudos de avaliação econômica, no abastecimento urbano de água, da redução do consumo de água em áreas verdes.
- Estudar a viabilidade do uso de mananciais urbanos da cidade de Campina Grande, na irrigação paisagística, abordando-se fatores de quantidade e qualidade da água e custos de adução.
- Avaliar o consumo real em algumas áreas verdes públicas, analisando o excesso e a falta de irrigação, com medidores instalados em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSELRAD, M. V.; THOMAS, P. T.; MOREIRA, R. M.; MAGALHÃES, P. C. **Uma proposta de certificação para uso racional da água na irrigação.** VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, São Luiz - MA, 2004. CD – ROM.
- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – GEO Portal. Disponível em <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal>>. Acesso em janeiro, 2008.
- ALBUQUERQUE, T. M. A. Seleção Multicriterial de Alternativas para o Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de Bairro. Campina Grande – PB. UFCG, 2004.
- ALEGRE, H.; BAPTISTA, J. M. O Sistema de Indicadores de Desempenho da IWA Para Serviços de Abastecimento de Água. Portugal: 2004. Disponível em: <<http://members.fortunecity.com/perdasdagua>>. Acesso em: janeiro, 2008.
- ALVA, E. N. Metrôpoles (In) Sustentáveis. Rio de Janeiro: Relume – Dumará, 1997.
- ANDRADE, L. M. S. O conceito de Cidades-Jardins: uma adaptação para as cidades sustentáveis. Portal Vitruvius. Arqutextos 042. Novembro, 2003. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq042/arq042_02.asp>. Acesso em fevereiro, 2008.
- APPAN, A. Sistemas de Captação de Água de Chuva: Tecnologia, Conceito, Classificação, Metodologia e Aplicação. 1º Simpósio de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido Brasileiro. Petrolina – PE, 1997. CD – ROM.
- ARRUDA, M. B. Ecossistemas Brasileiros. Edição: IBAMA, 2001.
- BACK, A. J. Determinação da Precipitação efetiva para a irrigação suplementar pelo balanço hídrico horário: Um caso de estudo em Urussanga, SC. Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. 132p.
- BACKES, M. A. Carta de princípios para um paisagismo mais sustentável. Escola de Paisagismo – Nova Petrópolis. Fund. Zoobotânica – AFLORI – Associação Rio-Grandense de Floricultura. Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://www.tonibackes.com.br/artigo4.htm>>. Acesso em fevereiro, 2008.

BANCO MUNDIAL. Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998.

Beltrão, B. A.; Moraes, F.; Mascarenhas, J. C.; Miranda, J. L. F.; SOUZA Junior, L.C.; Mendes,

- CAGECE. Companhia de Água e Esgotos do Ceará – Programa de controle e redução de perdas. Fortaleza – CE. GCORP, 2003. 60p.
- CAGEPA. Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Disponível em <<http://www.cagepa.pb.gov.br>>. Acesso em abril, 2007.
- CARDOSO, C. O. Avaliação de demanda hídrica de algumas culturas sujeitas à alteração climática na Bacia do Rio Uruguai. UFRGS – Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre, 1995. 251p.
- CARNEIRO, M. I. M.; ALENCAR, M. S. F.; GALVÃO, C. O. Resíduos de construção e demolição no município de Campina Grande e sua utilização em projetos paisagísticos. 1º Simpósio Nordestino sobre Resíduos Sólidos: Gestão e Tecnologias de Reciclagem. Campina Grande – PB, 2007.
- CARVALHO, P. F.; FRANCISCO, J.; BRAGA, R. Revitalização de Praças e Jardins nas Áreas Centrais de Cidades Médias Paulistas. II Encontro da ANPPAS, Indaiatuba, 2004.
- CARVALHO, R. M. C. M.; SANTOS, S. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CABRAL, J. J. S. P. Considerações sobre o uso de telhados verdes: Captação e aproveitamento de águas de chuva e redução do escoamento superficial. VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Gravatá: ABRH, 2006.
- CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Solos Agrícolas. Campina Grande: EDUFCEG, 2006. 178p.
- CNRH – CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005. Conselho Nacional de Recursos Hídricos e Ministério do Meio Ambiente. 2006.
- CONEJO, J. G. L.; LOPES, A. R. G.; MARCKA, E. Recomendações gerais e normas de referência para controle de perdas nos sistemas públicos de abastecimento. PNCDA. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA – Documentos Técnicos de Apoio – C1. Brasília, 1999.
- COSTA, M. H. Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955). Viçosa: UFV, 1994. 20p.
- CREMA, D. M. F. Paisagismo Sustentável. Jornal da Construção – Edição Notícia Paisagismo, 2006. Disponível em: <<http://www.construcaoecia.com.br/conteudo>>. Acesso em fevereiro, 2008.
- DANTAS, I. C.; SOUZA C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande - PB: inventário e suas espécies. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Volume 4 - Número 2, 2004.

- DIAS, N. A. Qualidade de vida urbana em São José dos Campos. Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional. São José dos Campos: UNIVAP, 1998. 104p.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1979. 212p.
- EMLURB – Empresa de Manutenção de Limpeza Urbana – Secretaria de Serviços Públicos, Recife – PE. Disponível em <<http://www.recife.pe.gov.br/pr/servicospublicos/emlurb/areasverdes>>. Acesso em janeiro, 2008.
- ESCALERA, O. A. N. Reúso planejado de águas residuárias municipais tratadas: uma forma de conservação da água. Universidade Estadual de Campinas, 1995.
- FAUSTINI, F. Prefeito apresenta Central de Abastecimento de Carros-Pipa. Prefeitura Municipal de Vitória – ES. Secretaria de Serviços. Disponível em <<http://www.vitoria.es.gov.br/secretarias/servicos/backup/bmabastecimento>>. Acesso em novembro, 2007.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the united Nation). Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements – FAO - Irrigation and drainage. ISBN 92-5-1042105. 1998. 56p.
- FERNANDES, N. B.; CALADO, N. H. Ocupação de fundos de vales de bacias urbanas: o caso da bacia do rio Reginaldo em Maceió/AL. UFAL. VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Gravatá – PE, 2006. CD – ROM.
- FRANCO, M. A. R.; Planejamento ambiental para a cidade sustentável. São Paulo; Annablume, 2000. 296p.
- GALVÃO, C. O.; RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T. Sustentabilidade da Oferta de Água para Abastecimento Urbano no Semi-Árido Brasileiro: O caso de Campina Grande. Seminário: Planejamento, Projeto e Operação de Redes de Abastecimento de Água – O Estado da Arte e Questões Avançadas. João Pessoa, 2002.
- GATTO, A.; WENDLING, I. Solo, planta e água na formação da paisagem. Coleção jardinagem e paisagismo – Série Implantação de jardins. Volume 1. Aprenda Fácil Editora. Viçosa – MG, 2002. 144p.
- GENERINO, R. C. M.; NARDICCI, A. C.; COSTA, D. A. A.; O Geoprocessamento como instrumento de planejamento do reúso de água no espaço urbano do Distrito Federal – VI Encontro Nacional de Águas Urbanas – Belo Horizonte, 2005.

- GNADLINGER, J. Captação de Água de Chuva para uso Doméstico e Produção de Alimentos: A Experiência do Estado de Gansu no Norte da China. 3º Simpósio sobre Sistemas de Captação de água de Chuva. Campina Grande – PB, 2001. CD – ROM.
- GOMES, H. P. Engenharia de irrigação hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. Editora Universitária – UFPB, Campina Grande-PB, 3ª Edição, 1999. 412p.
- HARDER, I. C. F.; RIBEIRO, R. C. S.; TAVARES, A. R.; Índices de cobertura vegetal para as praças do município de Vinhedo, SP. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, Volume 30, n.2, p.277-282, 2006.
- HENRIQUE, F. A. Estimativa da evapotranspiração de referência em Campina Grande-PB. Programa de Pós-Graduação em Meteorologia – UFCG. Campina Grande – PB, 2006.
- HESPANOL, I. Água e saneamento básico – uma visão realista. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. B. (coord.). In: *Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo, Escrituras, 1999.
- IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Edificação Ecológica. Nove Passos para a Obra Sustentável. 2005. Disponível em: <www.idhea.com.br>. Acesso em setembro, 2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível on line: <www.ibge.gov.br>. Acesso em setembro, de 2007.
- IRRIGATION ASSOCIATION. Landscape irrigation scheduling and water management. 2005.
- JESUS, S. C.; BRAGA, R. Análise espacial das áreas verdes urbanas da estância de águas de São Pedro – SP. 2005. Caminhos de geografia. Disponível on line: <www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. Acesso em outubro, 2007.
- KITA, I.; TAKEYAMA, K.; TAKEUCHI, A.; KITAMURA, K. Local Government's Financial Assistance for Rainwater Utilisation in Japan. 9ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Petrolina – PE, 1999. CD – ROM.
- LIMA, A. M. L. P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; SOUZA, M. A. L. B.; FIALHO, N.O.; DEL PICCHIA, P. C. D. Problemas de utilização na Conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, II, São Luiz/MA, p. 539-550. 1994.
- LIRA FILHO, J. A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. PAISAGISMO – Princípios Básicos. Coleção jardinagem e paisagismo – Série Planejamento Paisagístico. Volume 1. Aprenda Fácil Editora. Viçosa – MG, 2001. 166p.
- LIRA, R. S.; DANTAS, I. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; BARROS, M. J. B.; LIRA, V. M.; CARNEIRO, P. T.; Diagnóstico paisagístico do parque da criança em Campina Grande, PB. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Volume 4, Número 1, 2004.

- LMRS/PB. Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba. 2007.
- LOPES, L. H. A. O Estatuto da cidade sob a ótica do planejamento urbano integrado à gestão da demanda de água. COBRAC – Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC Florianópolis, 6 a 10 de outubro, 2002.
- MACHADO, F. O.; CORDEIRO, J. S. Aproveitamento das águas pluviais: Uma proposta sustentável. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Maceió: ABRH. 2004. CD-ROM.
- MARTINS, E. S. P. R.; Conservação de Água na Agricultura Irrigada. Seminário Água e Desenvolvimento Sustentável no Semi-Árido. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, Série Debates nº 24, 2002.
- MARTINS, P. L.; BARACUHY, J. G. V.; TROVÃO, D. M. B. M.; COSTA, G. M.; CAVALCANTI, M. L. F.; ALMEIDA, M. V. A. As essências florestais utilizadas nas fogueiras de São João, na cidade de Campina Grande - PB. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, Brasil. Volume 4 - Número 001, 2004.
- MATOS, J. C. C. T. Gerenciamento de perdas nos sistemas de abastecimento de água: uma ferramenta de controle para o SAAE de Alagoinhas. Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004. 72p.
- MEDEIROS, J. D. F.; GOLDENFUM, J. A.; CLARKE, R. T. Variabilidade Espacial do Conteúdo de Água no Solo numa Pequena Bacia Rural: 1. Análise dos Fatores Ambientais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 12. n 1, 29-41, 2007.
- MENEGUETTI, K. S.; REGO, R. L.; PELLEGRINO, P. R. M. A natureza no cotidiano urbano - o projeto da paisagem na cidade de Maringá. Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2005.
- MILANO, M. S. Métodos de amostragem para avaliação de arborização de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís.: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, p. 163-168. 1994.
- MORO, D. A. As áreas verdes e seu papel na ecologia urbana e no clima urbano. Ver. Unimar. Maringá, v. 1, n. 2, 1976.
- MOTA, S. Água: Controle do desperdício e reúso. Seminário Água e Desenvolvimento Sustentável no Semi-Árido. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, Série Debates nº 24, dezembro 2002.
- MOTTA, F. L. “Roberto Burle Marx e a nova visão da paisagem”. São Paulo. Nobel, 1983.

- MUÑOZ, H. R. Razões para um debate sobre as interfaces da gestão dos recursos hídricos no contexto da lei de águas de 1997. In: MUÑOZ, H. R. (org). Interfaces da gestão de recursos hídricos - Desafios da Lei de Águas de 1997. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria dos Recursos Hídricos, 2000.
- OLIVEIRA, C. H. Planejamento ambiental na cidade de São Carlos/SP com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas. (Dissertação de Mestrado) UFSCar, São Carlos, 1996. 181 p
- PALLAZO JUNIOR, J. T.; BOTH, M. C. A natureza no jardim – Guia prático de jardinagem ecológica e recuperação de áreas degradadas. 3ª edição – Porto Alegre. Editora Sagra Luzzatto, 2003.
- PAULA, C. C.; RIBEIRO, O. B. C. Cultivo Prático de Cactáceas. Série Soluções – Editora UFV. Viçosa – MG, 2004. 94p.
- PEDROSA, J. B. Arborização de cidades e rodovias. Belo Horizonte – MG, 1983.
- PELLEGRINO, P. R. M. Pode-se planejar a paisagem? Paisagem e Ambiente: ensaios. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. n 13, p. 159-180, 2000.
- PEREIRA, A. R.; NOVA, N. A. V.; SEDIYAMA, G. C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
- PEREIRA, D. D. Plantas, Prosa e Poesia do Semi-Árido. EDUFCEG/UFCG Campina Grande – PB, 2005. 217p.
- PERH – SP. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo: RSP - Relatório Síntese do Plano. Governo do Estado de São Paulo. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos. 2007.
- PIEDADE, A. R.; CRUZ, R. L.; Irrigação de gramados utilizando efluente de estação de tratamento de esgoto doméstico. Faculdade de Engenharia Agrícola/ UNICAMP. VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Gravatá – PE, 2006.
- PIERUCCINI, J. T. Modelagem agro-hidrológica. A água em revista, Belo Horizonte, v.5, n.8, p.45-57, 1997.
- PILLOTO, J. Rede Verde Urbana: Um Instrumento de Gestão Ecológica. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC – Florianópolis, 2003.
- PMCG. Prefeitura Municipal de Campina Grande. Perfil do Município de Campina Grande – 2003. Disponível em: <www.pmcg.pb.gov.br>. Acesso em fevereiro, 2007.
- PMCG. Prefeitura Municipal de Campina Grande. Plano Diretor do Município de Campina Grande – PB. 1996. Disponível em: <www.pmcg.pb.gov.br>. Acesso em abril, 2007.

RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; GALVÃO, C. O. Participação da Sociedade na Crise 1998-2000 no Abastecimento d'água em Campina Grande – PB, Brasil. IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas. Foz do Iguaçu: ABRH/IWRA, 2001.

REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo – planta – atmosfera. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 445p.

RODRIGUEZ, F. A. Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1998. 292p.

ROSS, J. L. S. A Sociedade industrial e o ambiente. Geografia do Brasil. 2 ed. Cap. 3, p. 211-218. São Paulo: EDUSP, 1998.

ROSSATO, L. Estimativa da capacidade de armazenamento de água no solo do Brasil. São José dos Campos – SP. INPE, 2001. 145p.

ROSSET, F. Procedimentos metodológicos para estimativa do índice e áreas verdes públicas. Estudo de caso: Erechim, RS. São Carlos: UFSCar, 2005. 60p.

-0.93681(l)-2.52425(o)88(o)-0.934364()-30.525865á242(R)-1450631(E)-.36749()-N467182()-10.4854(L)1

RocRO,SE F--0.468405(;)-2.52425()-.96980 [(-0.468405(;)-2.52425()-.96980 [(-D17488(o)-10.9555(o)-0.93681(l)-2.52425(o)88(o)-0.934364()-30.525865á242(R)-1450631(E)-.36749()-N467182()-10.4854(L)1

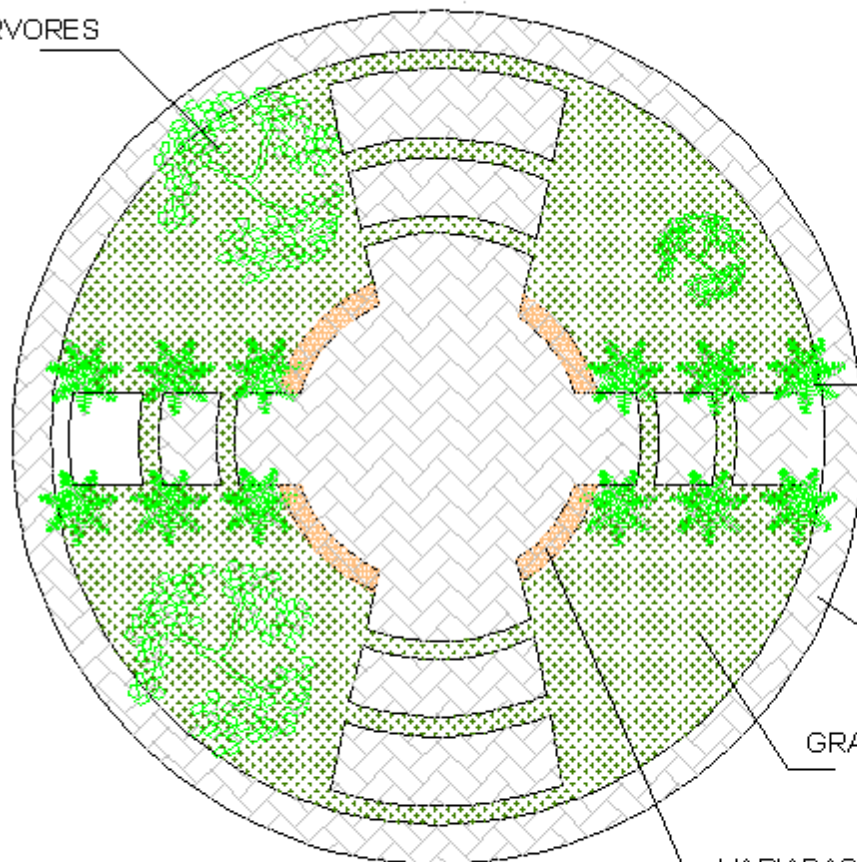
- SILVA, F. C.; PAIVA, F. M. L. Reúso de Água – Alternativa à escassez hídrica ou risco à saúde pública? VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2006.
- SOUZA, I. V. A.; VIEIRA, V. P. P. B. A influência do Banco Mundial no Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Nordeste Brasileiro. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2004.
- SOUZA, C. H. C.; ILLANES, C. M. R.; BOHADANA, I. P. B.; COELHO, L. C.; RODRIGUES, L. T.; PRUDENTE, L. T.; ZANIN, N. Z.; SANTI, S.; COSTA, F. C.; ECKER, V. D. Centro de referencia para edificações sustentáveis em meio urbano: Projeto para a sede do núcleo amigos da terra (NAT) – Porto Alegre/RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Brasil, 2006.
- TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. In: TSUTYIA, M. T. Abastecimento de água. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, cap. 10, p. 475-525. 2004.
- TENÓRIO C. F. C.; SOUZA, F.; SOUZA, V. C. Paisagem multifuncional como elemento de integração urbanística do sistema de macrodrenagem com o entorno da lagoa da coca-cola (Maceió/AL). VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Gravatá – PE, 2006.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. publication in climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.
- TOMASELLA, J.; ROSSATO, L. Balanço hídrico. Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas. INPE – São José dos Campos, 2005.
- TOMAZ, P. Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. São Paulo: MF Navegar, 2000. 217p.
- _____. Projeto água: pague menos. Guia profissional para a economia de água em prédio de apartamento, comércio e indústria. São Paulo: MF Navegar, 2006. 134p.
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia – Ciência e Aplicação. 3ª Edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 944p.
- TUROLLA, F. A. Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. DF: IPEA. Brasília, 2002.
- UNIAGUA. Universidade da água. Texto sobre a importância da água no planeta. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br>>. Acesso em dezembro, 2007.
- VAN BELLEN, H. M. Indicadores de desenvolvimento Sustentável: Um levantamento dos principais sistemas de avaliação. XXVI Encontro da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Administração, Salvador - BA, 2002.
- VIDAL, M.; GONÇALVES, W. Curso de paisagismo. Viçosa, MG: UFV, 1999. 76p.

- VILLA NOVA, M. S. Avaliação do desempenho do tensiômetro de bolha de ar na medida do potencial matricial de água no solo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1991. 69p.
- WALLER, D. Rainwater as a Source in na Innovative Urban Dwelling. 9ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Petrolina – PE. 1999.

ANEXOS

ANEXO I – Projeto paisagístico da área verde pública B1P1, atual e PPS.

ÁRVORES



PALMEIRAS IMPERIAIS

PEDRA PORTUGUESA

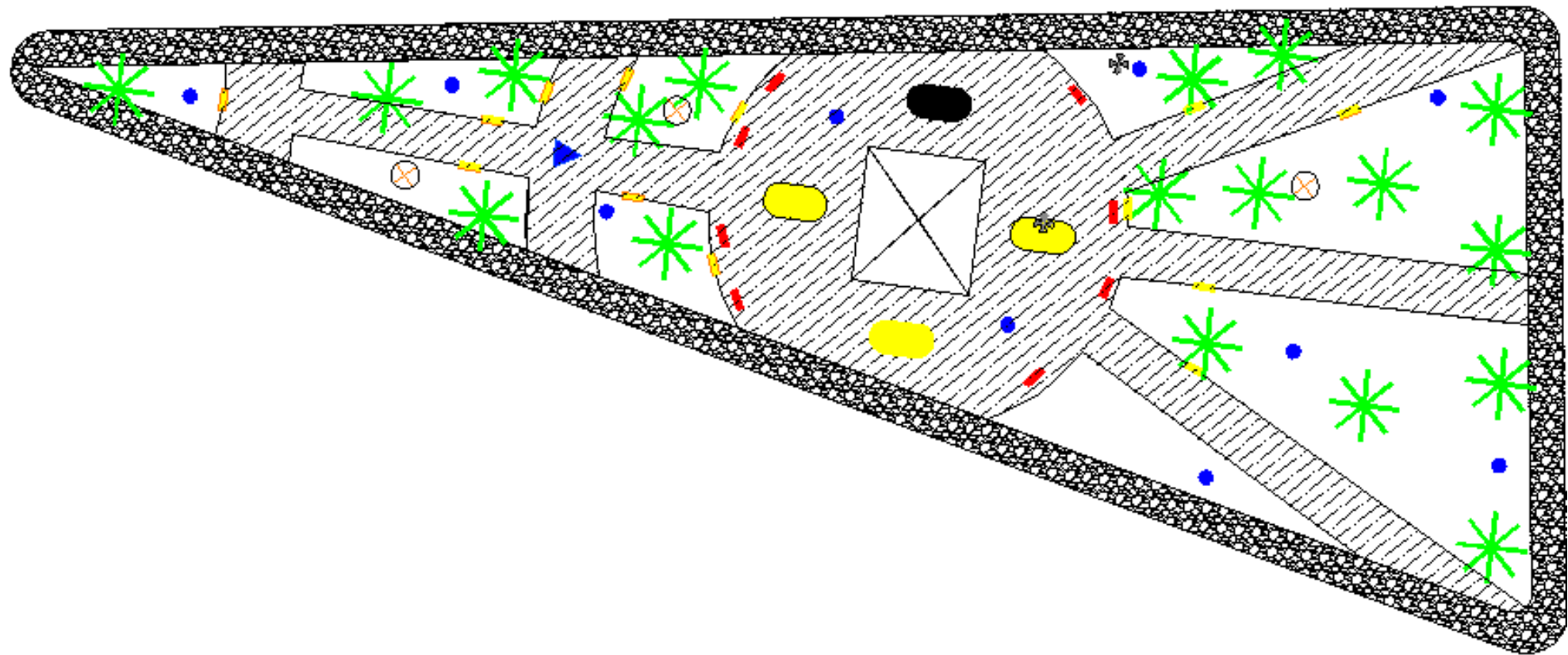
GRAMADO

VARIADAS

	Prefeitura Municipal de Campina Grande PMCG
	SEPLAN - Secretaria de Planejamento Coordenadoria de Planejamento Urbano
Rótulo Lindão	
01	PLANTA SITUAÇÃO, PLANTA BARRA, LOCAÇÃO E DETALHES



ANEXO II – Projeto paisagístico da área verde pública B5P11, atual e PPS.

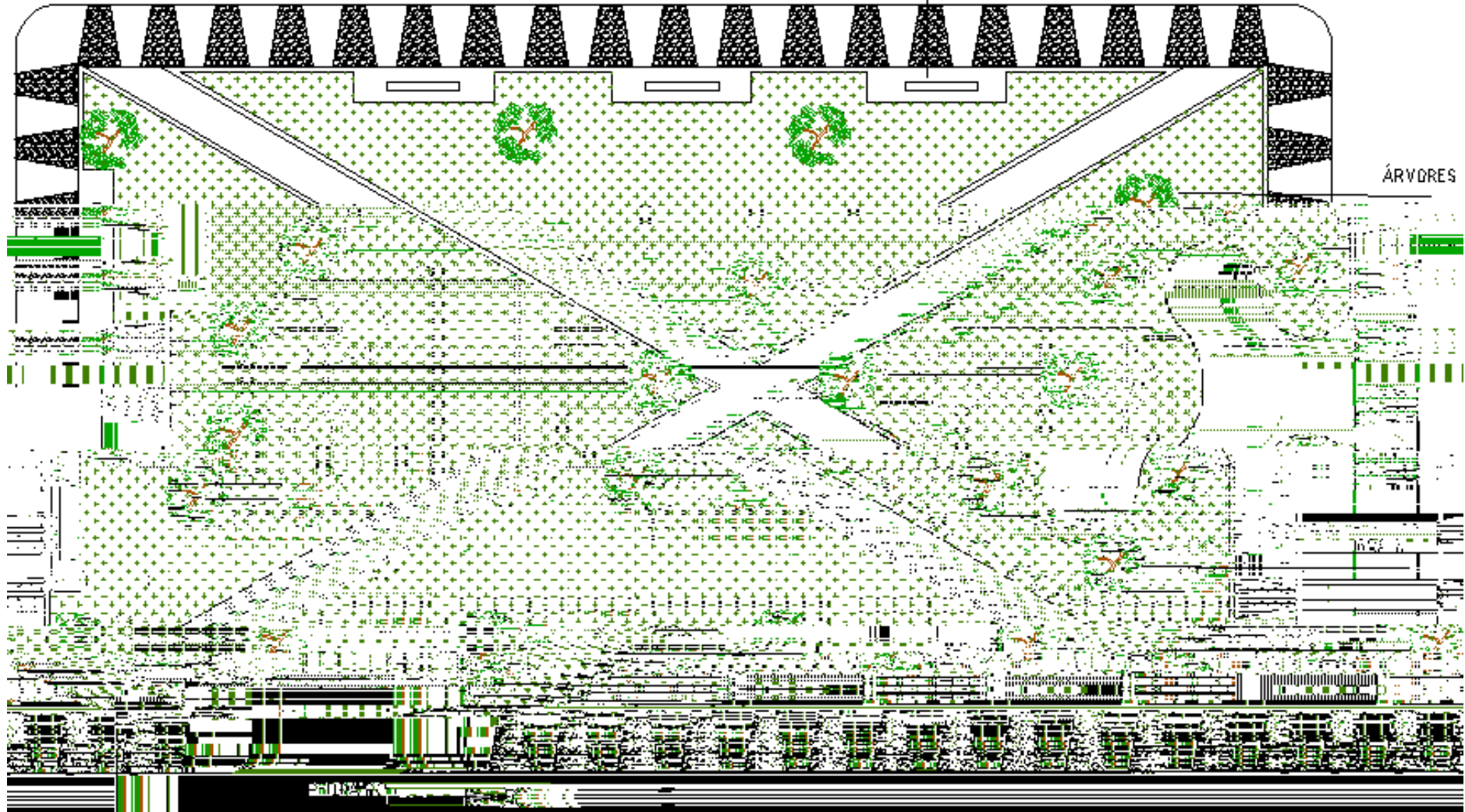


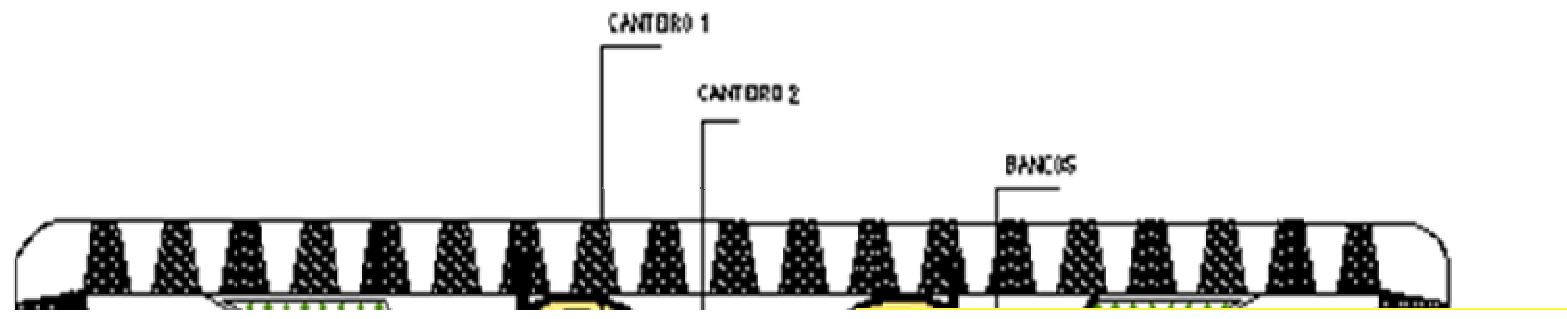


ANEXO III – Projeto paisagístico da área verde pública B2P1, atual e PPS.

BANCOS

ÁRVDRES





ANEXO IV – Demanda de água das áreas verdes públicas atuais com tipologia: trevos e rotatórias.

	650,95	1.293,71	1.815,16	2.785,10	2.784,00	2.586,19	1.417,37
	748,34	1.485,43	2.116,16	3.090,94	3.200,92	2.973,14	2.856,25
	483,04	798,09	1.388,01	1.798,53	1.759,90	1.919,12	1.635,69
	573,39	929,01	1.610,83	2.019,60	2.049,40	2.278,03	1.830,37
	611,88	1.165,22	1.772,52	2.449,74	2.527,74	2.430,96	2.250,67
	543,74	1.348,55	1.530,59	2.893,46	2.837,68	2.160,26	2.738,59
	685,61	1.318,77	1.938,80	2.840,12	2.852,15	2.723,91	2.621,46
	489,26	993,20	1.396,07	2.084,17	2.133,62	1.943,79	1.932,75
	778,71	1.613,35	2.147,64	3.353,94	3.467,76	3.093,78	3.106,76
	717,65	1.074,59	2.006,55	2.412,70	2.395,36	2.851,19	2.171,21
	918,46	1.150,22	2.563,90	2.648,03	2.652,14	3.648,99	2.311,98
	766,51	953,88	2.149,02	2.218,78	2.203,87	3.045,33	1.935,91
	844,54	1.980,66	2.320,83	4.202,66	4.196,60	3.355,31	3.950,79
	793,40	1.548,03	2.177,42	3.308,87	3.342,55	3.152,16	3.057,25
	799,28	1.918,58	2.176,63	4.063,50	4.050,73	3.175,49	3.832,09
	735,76	1.528,95	2.030,77	3.260,44	3.272,99	2.923,15	3.036,69
	547,16	1.025,41	1.543,52	2.190,03	2.231,16	2.173,83	2.008,55
	770,73	1.502,97	2.121,72	3.251,13	3.243,20	3.062,09	3.008,11
	544,70	1.208,92	1.553,61	2.741,69	2.574,80	2.164,08	2.573,97
	715,19	1.122,38	2.054,90	2.466,36	2.494,56	2.841,43	2.221,22
	1.008,02	1.568,10	2.751,12	3.439,11	3.493,03	4.004,81	3.089,90
	756,49	1.078,96	2.116,93	2.506,49	2.439,49	3.005,51	2.232,96
	519,88	1.451,46	1.495,70	3.096,72	3.013,90	2.065,46	2.965,33
	692,55	1.571,27	1.916,89	3.323,01	3.341,41	2.751,48	3.112,72
	691,00	1.014,04	1.959,33	2.259,85	2.277,23	2.745,32	2.017,55
	585,24	1.169,77	1.656,04	2.462,58	2.512,74	2.325,12	2.284,30
	643,86	986,63	1.875,35	2.179,30	2.206,52	2.558,04	1.951,77
	636,31	1.419,18	1.773,72	3.037,01	3.011,93	2.528,05	2.851,84
	670,43	1.069,59	1.843,55	2.350,21	2.372,31	2.663,60	2.120,87
	906,69	1.566,09	2.493,59	3.401,55	3.445,90	3.602,23	3.090,32

ANEXO VI – Demanda de água das áreas verdes públicas atuais com tipologia: parques públicos.

	30.970,24	23.137,16
	35.703,31	26.673,13
	20.509,02	15.321,82
	23.899,59	17.854,84
	28.563,48	21.339,13
	30.155,45	22.528,45
	32.040,35	23.936,62
	23.653,98	17.671,35
	38.486,52	28.752,40
	28.465,07	21.265,60
	33.384,63	24.940,90
	27.832,91	20.793,33
	45.243,14	33.800,12
	37.430,79	27.963,69
	43.351,07	32.386,60
	36.031,55	26.918,35
	25.358,01	18.944,39
	36.272,98	27.098,72
	28.055,96	20.959,97
	29.488,83	22.030,44
	41.458,44	30.972,66
	29.718,37	22.201,92
	31.123,43	23.251,60
	36.295,93	27.115,86
	27.418,01	20.483,37
	27.852,93	20.808,29
	26.374,44	19.703,74
	32.582,72	24.341,81
	27.939,26	20.872,78
	39.995,09	29.879,42

ANEXO VII – Demanda de água das áreas verdes públicas PPS com tipologia: trevos e rotatórias.

	334,69	496,74	949,33	1.449,99	1.496,98	1.736,24	715,20
	378,33	536,14	1.073,10	1.564,43	1.615,13	1.873,27	771,64
	374,09	467,71	1.061,08	1.345,73	1.389,34	1.611,39	663,77
	393,75	592,52	1.116,83	1.723,96	1.779,83	2.064,30	850,33
	381,62	555,26	1.082,42	1.620,82	1.673,35	1.940,80	799,46
	346,37	501,34	982,46	1.457,71	1.504,95	1.745,48	719,00
	384,12	533,78	1.089,53	1.551,24	1.601,50	1.857,47	765,13
	347,78	494,71	986,44	1.426,13	1.472,35	1.707,67	703,43
	324,11	432,11	919,31	1.274,57	1.315,87	1.526,19	628,67
	383,31	539,76	1.087,22	1.570,03	1.620,91	1.879,98	774,40
	369,83	541,73	1.048,99	1.584,28	1.635,62	1.897,04	781,43
	359,98	557,50	1.021,05	1.616,03	1.668,40	1.935,06	797,09
	331,19	468,73	939,39	1.378,58	1.423,25	1.650,73	679,97
	356,04	472,89	1.009,88	1.380,36	1.425,09	1.652,87	680,85
	371,26	538,85	1.053,04	1.557,56	1.608,03	1.865,05	768,25
	333,48	490,33	945,88	1.434,50	1.480,99	1.717,70	707,56
	335,21	453,86	950,80	1.304,21	1.346,48	1.561,69	643,29
	317,71	445,32	901,17	1.305,13	1.347,42	1.562,78	643,74
	361,29	451,57	1.024,76	1.313,26	1.355,82	1.572,52	647,75
	398,51	606,20	1.130,34	1.761,04	1.818,11	2.108,70	868,62
	296,46	428,41	840,89	1.278,24	1.319,66	1.530,59	630,48
	343,14	521,73	973,29	1.532,50	1.582,16	1.835,03	755,89
	413,64	565,44	1.173,25	1.643,57	1.696,83	1.968,03	810,67
	375,91	559,99	1.066,23	1.624,82	1.677,48	1.945,59	801,43
	334,01	483,41	947,40	1.420,30	1.466,32	1.700,69	700,55
	395,89	538,28	1.122,90	1.550,21	1.600,45	1.856,25	764,63
	392,01	532,87	1.111,91	1.549,53	1.599,74	1.855,43	764,29
	355,11	491,51	1.007,23	1.431,37	1.477,76	1.713,95	706,01
	358,19	507,23	1.015,96	1.463,39	1.510,81	1.752,28	721,80
	365,34	502,75	1.036,24	1.469,70	1.517,33	1.759,85	724,92

ANEXO IX – Demanda de água das áreas verdes públicas PPS com tipologia: parques públicos.

	19.787,31	14.782,65
	21.395,18	15.983,85
	17.870,87	13.350,92
	23.203,70	17.334,96
	22.013,07	16.445,46
	19.668,55	14.693,92
	21.034,25	15.714,21
	18.963,55	14.167,24
	17.889,76	13.365,03
	21.326,83	15.932,79
	21.921,58	16.377,11
	21.907,40	16.366,52
	19.266,08	14.393,25
	19.029,64	14.216,61
	21.074,84	15.744,53
	19.732,20	14.741,48
	17.385,46	12.988,28
	18.109,31	13.529,05
	17.789,63	13.290,23
	23.804,43	17.783,75
	18.456,91	13.788,74
	21.197,86	15.836,44
	22.048,94	16.472,26
	21.963,98	16.408,79
	19.629,74	14.664,93
	20.630,79	15.412,79
	21.003,53	15.691,26
	19.452,73	14.532,69
	19.670,44	14.695,34
	20.398,69	15.239,40

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)