



## **XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**

### **DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE – PB.**

*Priscila Barros Ramalho<sup>1</sup>; Joelma Ferreira da Silva<sup>1</sup>; Hiran de Melo Filho<sup>1</sup>; Patricia Herminio  
Cunha Feitosa<sup>1</sup> & Rodolfo Lucas Santos Marinho de Lima<sup>1</sup>*

**RESUMO** – O presente artigo aborda o diagnóstico do Sistema de Drenagem Urbana (SDU) da cidade de Campina Grande, localizada no Estado da Paraíba. Segundo Tucci (2002), o SDU é um conjunto de atividades que visa reduzir os riscos que as populações estão sujeitas e os prejuízos causados por enchentes e inundações. De acordo com o IBGE, através do Censo 2010, o município tem passado por um crescimento populacional com forte expansão urbana, e diante deste cenário de crescimento, muitos são os problemas de drenagem que têm ocorrido com consequências diretas para a população. A caracterização dos sistemas de drenagem foi feita através de dados oficiais, disponibilizados pela Secretaria de Planejamento da cidade (SEPLAN) e com a utilização de softwares, como o ArcGis. Uma política de mobilização social foi realizada, a partir de audiências públicas e com a aplicação questionários, a fim de saber a opinião da sociedade acerca da drenagem urbana. Por fim, foram obtidos resultados que apontam para problemas atrelados a um ineficiente SDU.

**ABSTRACT**– This article treats of the diagnostic of Urban Drainage System (UBS) of Campina Grande's city, located on the state of Paraíba. According to Tucci (2002), the UBS is a activities group that reduce the risks where populations are subject and losses caused by floods. According to IBGE, through Censo 2010, the city have passed by a strong urban expansion, and, because of this scenario, bigger problems of drainage have happened with direct consequences to population. The characterization of drainage systems was taken by oficial data provided by the Department of Planning of the City (SEPLAN) and with the use of softwares, such as ArcGis. A policy of social mobilization was instituted in society, from public hearings and with the application questionnaires and posters, in order to know the opinion of society about urban drainage. Finally, conclusions showed that problems are linked to lack of an efficient urban drainage system.

**Palavras-Chave** – Drenagem urbana, Campina Grande, diagnóstico.

---

1) Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande-PB, 83 2101.1154,  
[priscilabramalho@gmail.com](mailto:priscilabramalho@gmail.com) / [joellmafsilva@gmail.com](mailto:joellmafsilva@gmail.com) / [hiran\\_filho@hotmail.com](mailto:hiran_filho@hotmail.com) / [phcfeitosa@outlook.com](mailto:phcfeitosa@outlook.com) / [rodolfoLucassml@gmail.com](mailto:rodolfoLucassml@gmail.com)

## **INTRODUÇÃO**

O sistema de drenagem urbana (SDU) é o conjunto de infraestrutura existente no meio urbano responsável pela coleta, transporte e lançamento final das águas superficiais (PINTO e PINHEIRO, 2006). Tucci (2002) afirma que a drenagem urbana pode ser entendida como um conjunto de atividades que visam reduzir os riscos que as populações estão sujeitas e os prejuízos causados por enchentes e inundações. Desse modo, vê-se a relevância desse tipo de serviço para as cidades.

Visando a eficiência do sistema, este é dividido em duas partes: microdrenagem e macrodrenagem. O primeiro é a parte estrutural responsável pelo escoamento superficial para as galerias ou canais do meio urbano. Já o segundo é responsável pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem.

A urbanização das cidades interfere diretamente na eficácia do SDU. Segundo Tucci (2002), o crescimento acelerado e caótico das populações urbanas traz alterações no escoamento superficial direto nas cidades. Portanto, o planejamento da ocupação do solo e do sistema de drenagem necessário para suportar a expansão demandada são cruciais. A falta de infraestrutura de drenagem adequada provoca impactos negativos principalmente em períodos de alta precipitação pluviométrica, onde a ausência de um sistema eficiente favorece o acontecimento de inundações e enchentes.

Segundo Righetto (2009), o manejo das águas pluviais urbanas se inicia pelo levantamento e conhecimento do estado atual de uma sub-bacia hidrográfica urbana, caracterizando-se o sistema natural de drenagem da área, através de estudos hidrológicos. As interferências que ocorreram ao longo do tempo com relação ao uso e ocupação do solo e aos cuidados que existem com relação à geração de escoamentos superficiais durante as ocorrências de chuvas intensas são importantes.

Este trabalho caracteriza a situação atual do sistema de drenagem do município de Campina Grande quanto à cobertura da população atendida, o acesso, a qualidade, a regularidade e a segurança dos serviços.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

A área de estudo compreende toda a área urbana da sede do município de Campina Grande, composta por 50 bairros. O município está localizado no estado da Paraíba, na região Nordeste do Brasil, possui uma área territorial de aproximadamente 621 km<sup>2</sup>, onde apenas 96 km<sup>2</sup> correspondem a zona urbana (MENESES, 2011) e 525 km<sup>2</sup> a zona rural do município.

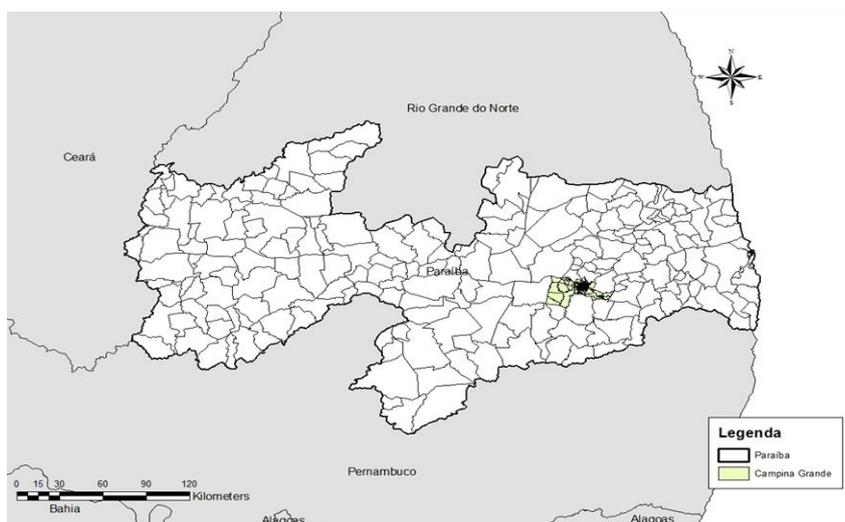


Figura 1- Localização geográfica do município de Campina Grande no estado da Paraíba

Em 2010, a população total do município atingiu cerca de 385.213 habitantes, com uma densidade demográfica de 648,1 habitantes por km<sup>2</sup>. Neste ano, aproximadamente 367 mil pessoas residiam na área urbana e 18 mil residiam na área rural, 95,33% e 4,67% respectivamente (Censo 2010). Segundo o IBGE, a estimativa populacional é de 401.083,55 habitantes para o ano de 2015. O constante crescimento populacional da cidade, aliado ao esvaziamento rural, evidenciado na Tabela 1, acabou por acarretar na mudança do panorama urbano da cidade. Quanto mais habitantes uma cidade tem, mais urbanizada ela será e sendo assim, maiores deverão ser os cuidados no sistema de drenagem urbana.

Tabela 1 - Crescimento populacional e urbano no município de Campina Grande – Fonte: IBGE

	1970	1980	1991	2000	2010
População Total	195.303	247.820	326.030	355.331	385.213
Urbana	167.335	228.171	307.468	337.484	367.209
Rural	27.968	19.649	18.839	17.847	18.004

O crescimento urbano resulta no aumento das alterações antrópicas no ambiente, acabando por provocar destruição dos recursos naturais disponíveis e criando situações de risco a vida humana, em geral associado a falta de planejamento para esta contínua expansão dos centros urbanos brasileiros.

### **Drenagem Urbana de Campina Grande**

O SDU de Campina Grande é dividido dentre os sistemas de macro e microdrenagem. Quanto à separação entre o sistema de drenagem urbana e de esgotamento sanitário, a cidade adota a estrutura de separação absoluta. Entretanto, é possível observar ligações clandestinas de esgoto

em vários pontos dos canais abertos que cortam os bairros da cidade.

O estudo elaborado por Freire (2013) escolheu cinco pontos de amostragem, ao longo do canal das Piabas, localizado na zona norte do município, para avaliar se o sistema recebia contribuição relevante de esgoto. A água desses pontos de amostragem foram analisados e foi determinado que o mesmo caracteriza-se como esgoto doméstico fraco.

É escassa a existência de estudos, planos e projetos que caracterizem, com precisão e com base em estudos hidrológicos, o sistema atual de drenagem do município de Campina Grande, bem como não há controle no acompanhamento de modificações e deficiências do mesmo. Observou-se que o Plano Diretor do Município, que dispõe acerca da Drenagem Urbana, apresenta diretrizes pouco detalhadas no gerenciamento do território municipal.

### **Metodologia**

A caracterização do SDU de Campina Grande foi feita através de levantamentos bibliográficos a respeito do assunto e da coleta de dados oficiais junto à Secretaria de Planejamento do município (SEPLAN) e através de informações coletadas junto à comunidade através de audiências públicas.

Concomitantemente à pesquisa em informações oficiais, foi executada a Política de Mobilização Social, prevista na Lei do Saneamento Básico 11.445/2007, na qual foram realizadas audiências públicas que visaram uma maior participação social e a impressão do SDU pela população. A finalidade de incluir toda a população é de promover uma gestão participativa, onde cada sujeito possa ser essencial no processo de elaboração do plano.

O município de Campina Grande foi dividido em dezesseis regionais (Tabela 2), de forma que a população pudesse participar de reuniões próximas as suas residências. Foram utilizados questionários, nos quais a população caracterizou a situação dos problemas relacionados ao saneamento básico, inclusive de drenagem urbana, e cartazes, onde foram citados os principais problemas em cada bairro e suas respectivas soluções.

Tabela 2 - Divisão das regionais no município de Campina Grande

<b>Regionais</b>	<b>Distrito</b>	<b>Bairros</b>
<b>Regional I</b>	<i>Sede</i>	<i>Monte Castelo, Nova Brasília e José Pinheiro</i>
<b>Regional II</b>	<i>Sede</i>	<i>Nações, Alto Branco, Lauritzen, Santo Antônio, Castelo Branco e Jardim Tavares</i>
<b>Regional III</b>	<i>Sede</i>	<i>Cuités, Araxá, Jeremias, Palmeira, Louzeiro, Conceição e Jardim Continental</i>
<b>Regional IV</b>	<i>Sede</i>	<i>Monte Santo, Bela Vista, Bairro Universitário, Pedregal</i>
<b>Regional V</b>	<i>Sede</i>	<i>Ramadinha, Serrotão, Bodocongó e Novo Bodocongó</i>
<b>Regional VI</b>	<i>Sede</i>	<i>Malvinas</i>
<b>Regional VII</b>	<i>Sede</i>	<i>Liberdade, Quarenta, Jardim Quarenta, Santa Rosa, Centenário e Dinamérica</i>
<b>Regional VIII</b>	<i>Sede</i>	<i>Jardim Paulistano, Cruzeiro e Santa Cruz</i>

<b>Regionais</b>	<b>Distrito</b>	<b>Bairros</b>
<b>Regional IX</b>	<i>Sede</i>	<i>Distrito Industrial, Velame (Jardim Borborema) e Presidente Médici</i>
<b>Regional X</b>	<i>Sede</i>	<i>Acácio Figueiredo, Bairro das Cidades e Três Irmãs</i>
<b>Regional XI</b>	<i>Sede</i>	<i>Acácio Figueiredo (Catingueira), Bairro das Cidades, Três Irmãs, Estação Velha e Tambor</i>
<b>Regional XII</b>	<i>Sede</i>	<i>Centro, Prata e São José</i>
<b>Regional XIII</b>	<i>Sede</i>	<i>Santa Terezinha, Mirante e Vila Cabral</i>
<b>Regional XIV</b>	<i>São José da Mata</i>	
<b>Regional XV</b>	<i>Catolé de Boa Vista</i>	
<b>Regional XVI</b>	<i>Galante</i>	

O levantamento e conhecimento do estado atual de uma sub-bacia hidrográfica urbana, foi feita através de estudos hidrológicos e com a utilização de softwares de Sistema de Informações Geográficas (SIG). A delimitação das sub-bacias de drenagem foi realizada de acordo com dados oficiais da SEPLAN, que forneceu através de correio eletrônico, um mapa digital com todas as 39 sub-bacias que compõem a cidade. Essas informações foram confrontadas com o Mapa Base Urbano de Campina Grande, verificando-se através das curvas de nível se o sentido da drenagem estava coerente.

Dentre os parâmetros aferidos para caracterização das sub-bacias estão: a área da bacia, a declividade média, coeficiente de rugosidade, porcentagem de área impermeável. A determinação da área e sua parcela impermeável foi realizada com uma imagem de satélite de alta resolução fornecida pela Secretaria de Planejamento, datada de 2010. O tipo de uso de solo também foi verificado através das imagens, o que permitiu aferir-se seu respectivo coeficiente de rugosidade de Manning. E a declividade média das bacias foi obtida através da razão entre a diferença de altitude entre o início e o fim da drenagem pelo comprimento da drenagem.

No tocante às interferências referentes às ocorrências de chuvas intensas e à geração de escoamentos superficiais foi elaborada a Curva IDF para o SDU do município. Aragão *et all* (1998) estabeleceu valores para as constantes locais da equação geral da relação Intensidade x Duração x Frequência (IDF) de Campina Grande (Tabela 3), que possibilitou a construção das curvas de intensidade de chuva para determinados tempos de retorno.

$$i = \frac{K.T^m}{(t+B)^n}$$

onde:

i = intensidade máxima (mm/h)

T = frequência em termos de tempo de recorrência (em anos)

t = duração da chuva (em minutos)

B, n, m e K = constantes do local.

Tabela 3 - Constantes do local para Campina Grande-PB

Constantes Locais para Campina Grande			
B	n	m	K
5	0,596	0,227	334

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização do Sistema de Drenagem de Campina Grande

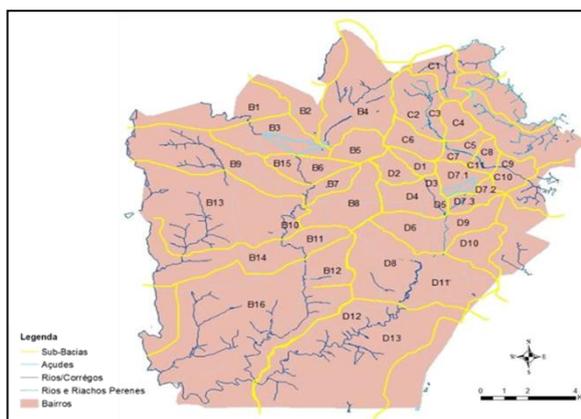
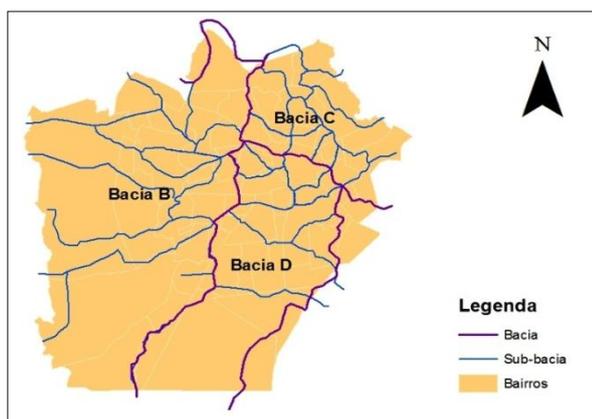
O sistema de macrodrenagem de Campina Grande é composto por canais abertos e fechados, que contemplam principalmente parte dos bairros do município, sendo estes Bodocongó, Jeremias, José Pinheiro, Louzeiro, Alto Branco, Conceição, Lauritzen, Centro, Jardim Tavares, Santo Antônio, Monte Castelo, Três Irmãs, Presidente Médice, Catolé e Ramadinha. Entretanto, os canais percorrem as imediações de outros bairros que também contribuem para os mesmos.

A Figura 2 mostra alguns dos canais de Campina Grande, mapeados a partir do uso de imagens de satélite, sendo identificados apenas alguns trechos possíveis de serem reconhecidos na mesma.



Figura 2 - Distribuição dos canais no município

A cidade de Campina Grande, de acordo com dados oficiais cedidos pela SEPLAN, compreende três bacias de drenagem, denominadas por B, C e D (Figura 3A). A bacia denominada B, que compreende a zona Oeste da cidade, é subdividida em 16 (dezesseis) sub-bacias. A bacia D se localiza na zona Sul e é subdividida em 13 (treze) sub-bacias. Por fim, localizada nas zonas Norte e Leste, a bacia C é composta por 11 (onze) sub-bacias. Essas divisões podem ser observadas na Figura 3B.



Figuras 3 - Divisão das bacias e sub-bacias de drenagem em Campina Grande.

Através da utilização do ArcGIS, foram obtidos os parâmetros referentes às características morfológicas das sub-bacias de drenagem de Campina Grande, discriminados na Tabela 2. Entretanto, devido a algumas das sub-bacias não possuírem delimitações entre si, as características foram calculadas para o conjunto de sub-bacias dentro de uma mesma delimitação.

Tabela 3 - Características das sub-bacias de drenagem de Campina Grande

Sub-Bacia	Área Total	Área Impermeável	% de Área Imper-meável	Perímetro	Declividade	Coefficiente de Rugosidade Per.	Coefficiente de Rugosidade Imp.
B1	2.505.862	128.354	5%	9.028,41	0,047	0,01	0,013
B2	1.205.605	66.169	5%	6.861,33	0,068	0,01	0,013
B3	2.460.536	410.437	17%	7.436,73	0,13	0,01	0,013
B4	4.699.221	856.784	18%	10.384,00	0,05	0,01	0,013
B5	1.200.000	1.034.403	86%	4.451,23	0,085	0,01	0,013
B6+B15	1.230.000	988.158	80%	5.389,92	0,058	0,01	0,013
B7+B9	5.249.747	1.687.154	32%	14.819,00	0,06	0,01	0,013
B8	2.370.000	1.717.458	72%	7.471,82	0,036	0,01	0,013
B10+B13	7.887.264	4.115.658	52%	13.045,00	0,066	0,01	0,013
B11+B14	4.152.875	1.509.320	36%	14.730,00	0,044	0,01	0,013
B12+B16	14.340.659	4.081.262	28%	19.427,83	0,014	0,01	0,013
C1	2.160.000	261.000	12%	5.950,00	0,052	0,039	0,013
C2+C3	2.089.000	796.013	38%	6.360,00	0,109	0,011	0,013
C4	846.000	711.137	84%	3.792,00	0,042	0,015	0,013
C5+C7	725.871	643.208	89%	4.297,29	0,065	0,01	0,013
C6	1.045.491	966.299	92%	4.590,27	0,049	0,01	0,013
C8+C11	559.002	497.347	89%	3.162,34	0,042	0,01	0,013
C9+C10	922.802	837.260	91%	4.135,74	0,057	0,01	0,013
D1	482.104	433.229	90%	3.295,00	0,05	0,01	0,013
D2	735.867	669.114	91%	4.265,99	0,037	0,01	0,013
D3+D4+	1.671.848	1.417.801	85%	5.770,12	0,028	0,01	0,013
D6+D9	2.704.549	1.957.973	72%	8.867,01	0,027	0,01	0,013
D7.1	1.018.699	735.898	72%	4.407,50	0,042	0,01	0,013
D7.2+D7.3	708.979	619.475	87%	4.462,77	0,017	0,01	0,013
D8+D11	6.202.184	4.837.703	78%	11.355,05	0,043	0,01	0,013
D10	2.556.391	1.471.910	58%	6.780,78	0,032	0,01	0,013
D12+D13	12.374.867	5.856.985	47%	15.151,34	0,027	0,01	0,013

Pode-se aferir dos resultados obtidos que as bacias mais impermeabilizadas são B3 a B5, C5 a C11, D1, D2, e D7, compostas pelos bairros José Pinheiro, Monte Castelo, Prata, Palmeira, Centro, Conceição, Santo Antônio, Monte Santo, São José e Catolé. Para essas bacias, a taxa de impermeabilização superou 85%, chegando a 92% na bacia C6, o que implica numa maior susceptibilidade dessas regiões à ocorrência de inundações e cheias.

As bacias localizadas às margens da mancha urbana do município (B1, B2, B9, B13, B14, B16, D12 e D13) são formadas por mais de um bairro cujas características de uso e ocupação do solo são distintas: alguns bairros são completamente urbanizados, ou seja, possuem alta impermeabilidade, e outros se caracterizam por pequena ocupação, possuindo grandes áreas permeáveis. Portanto, a porcentagem de área impermeável destas bacias não as representa fielmente, se fazendo necessária a divisão em microbacias, considerando as particularidades de uso e ocupação do solo destas.

### Ocorrência de enchentes e alagamentos

Correlacionando os dados de intensidades e durações das chuvas, verifica-se que quando mais intensa a precipitação, menor é a sua duração (TUCCI, 2013). O histórico pluviométrico dos últimos 30 anos de Campina Grande aponta para uma média anual de 820,16 mm de chuva, entretanto registra anos de cheias com precipitações anuais superiores a 1000 mm. O ano de 2011 apresentou o maior valor pluviométrico anual já registrado oficialmente, 1491,8 mm; e a chuva de maior intensidade registrada nos dados oficiais disponíveis (72,4 mm em 60 minutos), culminando em inundações e enchentes na comunidade Rosa Mística, Ponto Cem Reis, Bairro da Liberdade e Santa Cruz, entre outros. Essa chuva, em específico, conforme a curva IDF tem um tempo de retorno próximo de 100 anos (Figura 4).

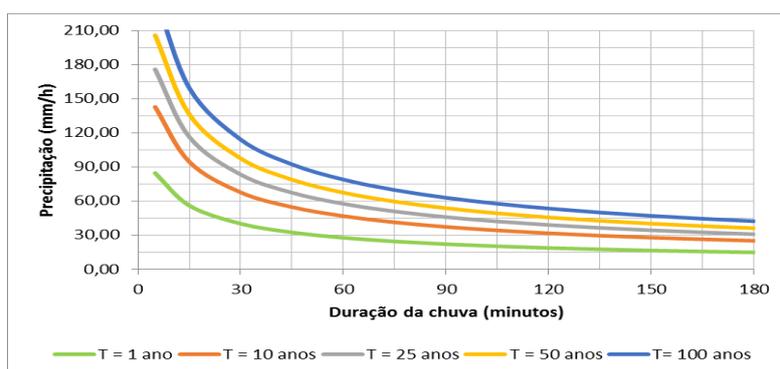


Figura 4 – Gráfico da Intensidade x Duração x Frequência de precipitação para Campina Grande para os tempos de retorno de 1, 10, 25, 50 e 100 anos

Nas audiências públicas, outros bairros da cidade também apresentaram grande número de reclamações em relação à ocorrência de enchentes e alagamentos. Dentre estes se destacam os bairros de Monte Castelo, Cuités, Bodocongó, Malvinas, Grande Campina, Cruzeiro, Novo Cruzeiro, Jardim Borborema, Acácio Figueiredo, Catolé, Tambor, Palmeira, Jeremias e Vila Cabral.

Das 330 pessoas entrevistadas do município de Campina Grande, 218 (66%) do total afirmaram que no seu bairro há incidência de enchentes nos períodos chuvosos quando a intensidade da chuva é alta (Figura 5).

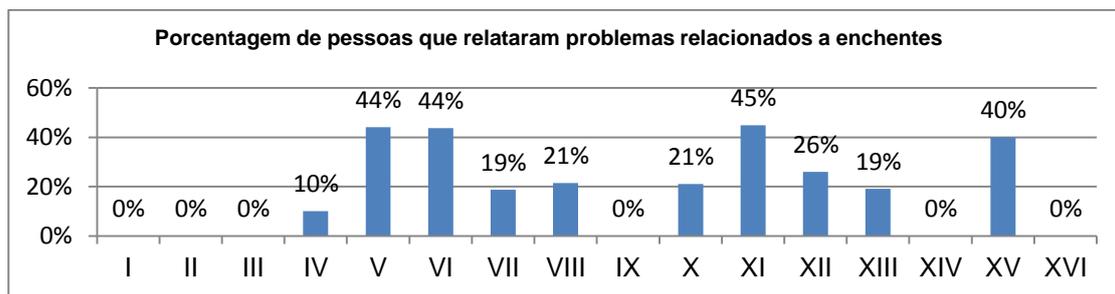


Figura 5 – Ocorrência de problemas relacionados a enchentes por regional

Em grande parte do município é observado problemas graves na rede de drenagem, visto que o sistema é falho em várias localidades, gerando, com isso, transtornos para a sociedade. Vários problemas associados a ineficiência do SDU foram relatados pelos entrevistados nas audiências públicas onde, 46% do número total de entrevistados afirmaram haver problemas de acessibilidade, 40% afirmaram que há problemas de tráfego, 38% afirmaram que há problemas de enchentes, 48% afirmaram que há problemas de alagamentos, 51% afirmaram que há problemas de empoçamentos e 6% afirmaram existir outros tipos de problemas, como mal cheiro e presença de animais.

### Qualidade e manutenção do sistema de drenagem urbana

No que se refere à manutenção e qualidade do sistema de drenagem, os canais de Campina Grande, em geral, apresentam ineficiência na manutenção dos mesmos, e muitos trechos apresentam paredes danificadas, bem como, contribuições irregulares de esgotos e resíduos sólidos.

A Figura 6 mostra a avaliação da população, por regionais, quanto a qualidade do sistema de drenagem, mediante avaliação dos questionários respondidos. Observa-se que a parte do gráfico que representa os tipos de qualidades de sistema ruim e regular é predominante. Diante desse cenário, vê-se que a opinião pública quanto a esse item é de insatisfação com o tipo de serviço de drenagem oferecido pelos prestadores deste serviço na cidade.

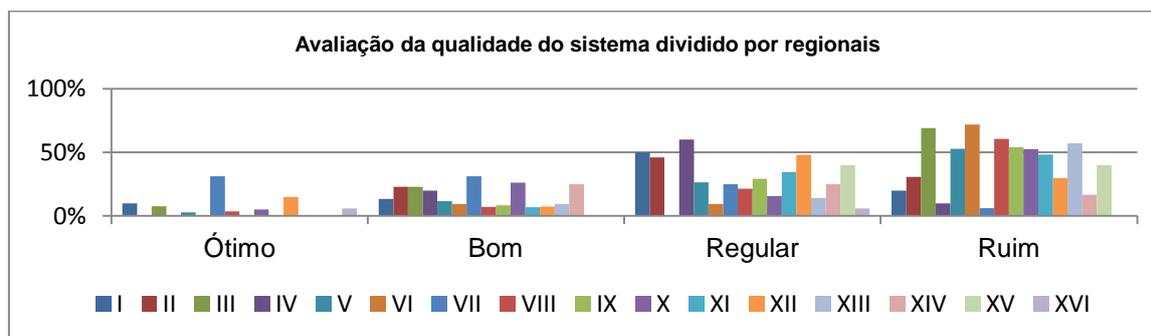


Figura 6 – Avaliação da qualidade do sistema de drenagem por regional

## CONCLUSÕES

Os efeitos da urbanização e da falta de planejamento na ordenação deste crescimento são evidentes no município em estudo. São recorrentes a ocorrência de enchentes e de alagamentos que comprometem a qualidade da estrutura urbana e conduz a situações de risco a vida humana, bem como imenso comprometimento da salubridade ambiental e da mobilidade urbana durante os eventos de chuvas. Embora o município tenha adotado iniciativas como a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, uma política de investimentos que busca a universalização dos serviços de saneamento básico, e conseqüentemente dos serviços de drenagem urbana e manejo das águas pluviais da cidade de Campina Grande, o município carece de estudos hidrológicos detalhados e de informações reais e atualizadas que subsidiem o planejamento de ações e projetos que visem a melhoria da prestação dos serviços de drenagem urbana.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve suporte do CNPq e da Fundação Parque Tecnológico da Paraíba através de convênio para elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande com a Secretaria Municipal de Planejamento de Campina Grande e a Universidade Federal de Campina Grande.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, R. *et al.* **Chuvas Intensas no Estado da Paraíba. In: Anais do V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, volume 2, 1998.

FREIRE, J. R. P.. **Análise do Sistema Separador Absoluto No Âmbito Da Drenagem Pluvial Da Cidade de Campina Grande - Estudo De Caso Do Canal Das Piabas.** (Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB. 2014.

IBGE, **Censo demográfico.** (2010). Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br> >.

MENESES, R. A.. **Diagnóstico Operacional de Sistemas de Abastecimento de Água: o caso de Campina Grande.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação do Curso de Engenharia Civil e Ambiental. Campina Grande. 2011;

PINTO, L. e PINHEIRO, S. **Orientações Básicas para Drenagem Urbana** 1ª. Ed. - Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 32 p;

RIGHETTO, A. M.. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas.** Rio de Janeiro: ABES, 2009.

TUCCI, C. E. M. (2002). **“Gerenciamento da drenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos”**, Vol. 7, N.1, jan/mar, pp 5-27.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 4ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2013.