



## XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **ANÁLISES DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL DE UM LOTEAMENTO NA CIDADE DE CATALÃO-GO**

*Eliane Aparecida Justino<sup>1</sup>; Jakeliny Alves Valente<sup>2</sup>*

**RESUMO** – A cidade de Catalão-GO, como a maioria das cidades brasileiras que tem crescido rapidamente de maneira desordenada e sem infraestruturas adequadas, tem sofrido com problemas de inundações. Neste contexto, este trabalho buscou avaliar, como estudo de caso, o projeto de drenagem de um loteamento instalado no município, no que se refere a sua eficiência, bem como, verificar se o poder público tem estado atento à qualidade do projeto apresentado pelo empreendedor antes de conceder o direito de implantação de um novo loteamento. No projeto analisado foi constatado que houve adoção de um coeficiente de runoff inadequado, além disso, houve desconsideração de um montante significativo de áreas de contribuições em trechos específicos da rede de drenagem. Portanto, para análise de discrepâncias do projeto foi adotado um coeficiente de runoff ponderado de acordo com cada tipo de uso e ocupação de solo e procedeu a correção das áreas de contribuições relacionada a cada trecho. Nessa análise foi encontrado um aumento médio das áreas de contribuição de 45,54%, gerando acréscimo médio 84,84% na vazão de projeto do loteamento, conseqüentemente, até 25% de aumento dos diâmetros das galerias, sendo assim, o sistema proposto pelo empreendedor é insuficiente para esta situação mais realista.

**ABSTRACT**– The Catalão city, in Goiás state, like most Brazilian cities that has grown rapidly in a disordered manner and without adequate infrastructure, has suffered from flooding problems. In this context, this study aimed to evaluate, as a case study, the design of an allotment drainage installed in the city, considering its efficiency, as well as, to ascertain whether the government has been attentive to the quality of the project submitted by the enterprising before granting the right to implement a new allotment. In the project analyzed it was found that there was adoption of a runoff coefficient inappropriate, in addition, there was a significant amount of disregard specific portions of the drainage network. Therefore, for analysis of discrepancies in the project was adopted a runoff coefficient weighted according to each type of use and occupancy of soil and proceeded with the correction contributions related to each section. In this analysis found an average increase of contribution areas equal to 45.54%, generating an average increase of 84.84% in design flow,

1) Universidade Federal de Goiás - Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário, Catalão/GO CEP: 75704-020 - Fax: (64) 3441-5300 – Fone(64)3441-5325 – eliane\_civ@hotmail.com

2) Universidade Federal de Goiás – jakeliny.a.v@gmail.co,

therefore, up to 25% increase in the galleriesl diameter, with the proposed system the entrepreneur is insufficient for this more realistic situation.

**Palavras-Chave** – Sistema de drenagem de água pluvial, escoamento superficial e urbanização.

## 1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de inundações tem assolado grande parte das cidades brasileiras de médio e grande porte, consequência direta do crescimento acelerado e desordenado da malha urbana somada à falta de uma fiscalização eficiente e investimento por parte do poder público.

As inundações urbanas, além de acarretarem perdas materiais e impactos ambientais, tem como seu maior problema a perda de vidas humanas, que, ao contrário das outras perdas, não pode ser mensurada monetariamente.

Em consequência do crescimento desordenado da malha urbana, cidades de pequeno porte também começam a sofrer com problemas de inundações, isso porque não há planejamento das infraestruturas de drenagem de água pluvial. O município de Catalão, localizado no estado de Goiás, se enquadra nesse contexto.

Durante os últimos anos a cidade de Catalão teve um crescimento considerável, e é por isso que Pedrosa (2005) chama a atenção para o fato de que expansão urbana desordenada e sem as devidas ofertas de infraestruturas adequadas, tem criado mecanismos que, futuramente, desencadeará processos de degradação ambiental e social acelerados, fazendo emergir áreas de riscos, comprometendo a qualidade de vida da população e podendo causar sérios danos materiais e sociais. Essa situação já acontece em varias cidades de grande e médio porte que não tiveram um estudo sobre o crescimento urbano, sendo este o caso de Catalão, pois está próxima de se tornar uma cidade de médio porte. Esse crescimento pode trazer desconforto alterando profundamente a vida da população, tanto de ordem ambiental como social. Uma cidade precisa de um planejamento e de uma importante participação das políticas publicas para que a cidade se transforme em um bom lugar para se viver.

Segundo Valente e Justino (2013), as condições climáticas e ambientais de cidades com atividades urbanas tais como as de Catalão, ainda não são adequadamente pesquisadas, de maneira que não se pode determinar ainda verdadeiramente, os impactos da ação humana no espaço urbano. Isso dificulta a elaboração de políticas de (re)ordenamento da malha urbana, bem como não permite a elaboração de programas voltados para a melhoria das condições de qualidade de vida da população, quando isto depende, por exemplo, de se investigar os níveis de poluição do ar e da água, dentre outros. Pedrosa (2005) diz que deve ser dispensada atenção a isso por parte dos legisladores, administradores públicos e dos órgãos fiscalizadores ambientais.

Preocupados com a ocorrência de inundações no município de Catalão, este trabalho apresenta como estudo de caso, a análise do sistema de drenagem de um loteamento em processo de implantação, no qual procurou-se avaliar o projeto de drenagem proposto pelo empreendedor e apresentado ao órgão licenciador, no que diz respeito a sua eficiência e qualidade.

## 2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Neste trabalho foi analisado o sistema de drenagem do Loteamento localizado nas coordenadas 18°10'57.46''S de latitude e 47°57'59.80'' W de longitude. Este loteamento aprovado na Prefeitura Municipal de Catalão no ano de 2009 está em processo de ocupação.

O loteamento tem natureza residencial e comercial, com área total de 219 456,34 m<sup>2</sup>, possui declividade de 15 a 30%, seus lotes possuem área de 360 m<sup>2</sup> sendo no total de 260 lotes, divididos em 20 quadras, sua distribuição de áreas é representado na Tabela 1.

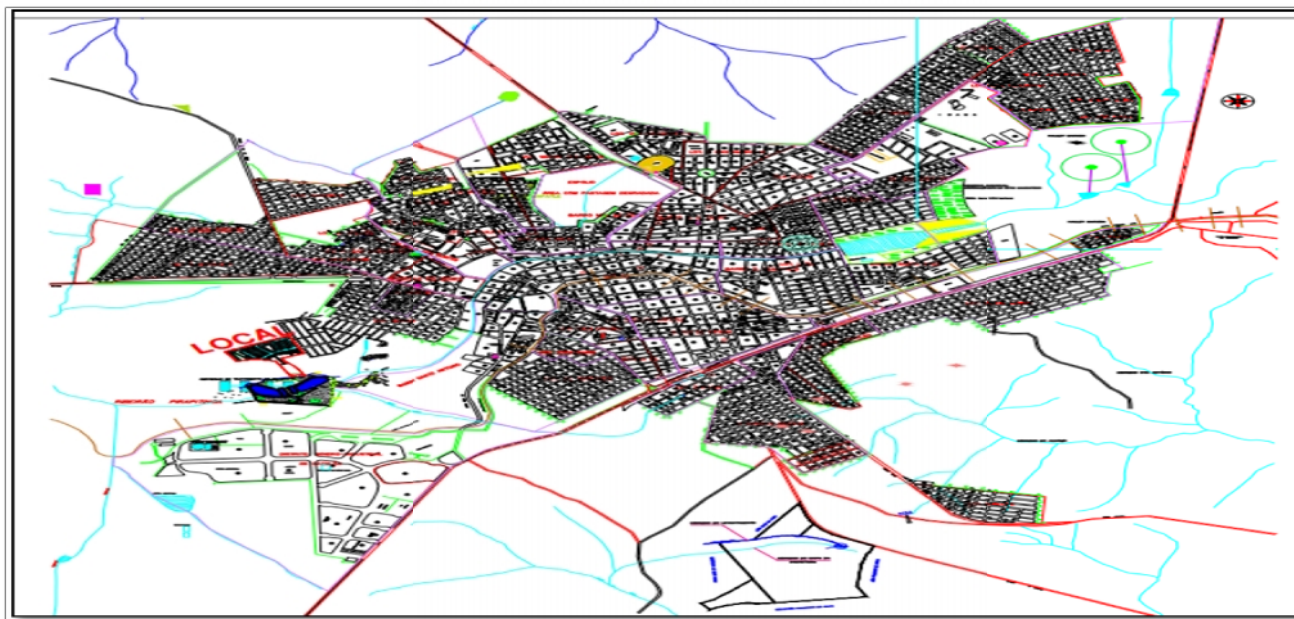
Tabela 1 - Distribuição de áreas do loteamento em estudo

Ordem	Especificação	m <sup>2</sup>	%
1.	Área de lotes	105.537,43	48,09
2.	Sistema Viário	47.628,14	21,70
3.	3.1 Área Institucional (equipamentos comunitários)	11.000,31	5,01
	3.2 Área Institucional (interesse social)	11.131,34	5,08
4.	Área Verde	22.104,58	10,07
5.	5.1 Área não edificada	22.054,54	10,05
	5.2 Área Loteada	219.456,34	100
	5.3 APP do Ribeirão Pirapitinga	4.600,90	-
6.	Área total da gleba	224.057,24	-

Fonte: Otuka (2009)

Segundo Pedrosa (2005), o município de Catalão localiza no sudeste do estado de Goiás com coordenadas de 18°10' de latitude sul e 47°58' de longitude oeste; tem área de unidade territorial de 3.821,461 Km<sup>2</sup>. IBGE (2012) cita que o município possui bioma de cerrado e mata atlântica, com população de 94.896 habitantes, a cidade é cortada no sentido Leste-Oeste pelo Ribeirão Pirapitinga que nasce em seu limite urbano, constituído aproximadamente por seis nascentes neste perímetro, formado assim á bacia do Pirapitinga. A localização do loteamento em estudo está apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Localização do loteamento no município de Catalão



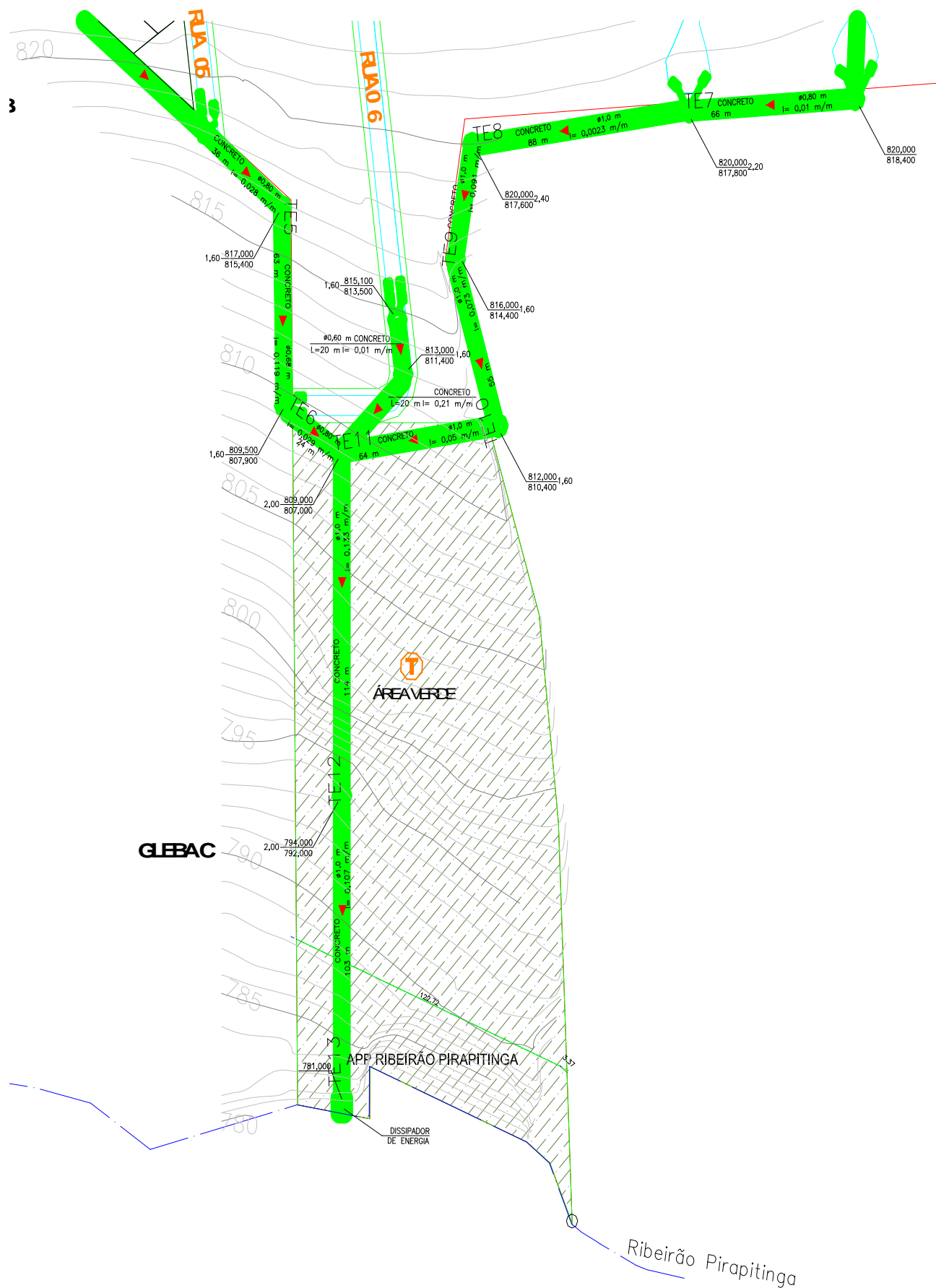
Fonte: Otuka (2009)

## 2.1. ANÁLISE DO PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO LOTEAMENTO EM ESTUDO APRESENTADO NA PREFEITURA

Analisando o projeto e memorial de cálculo das galerias de drenagem propostos pelo empreendedor e entregue à Prefeitura Municipal de Catalão, no que se refere ao cálculo de vazões e diâmetros nos treze trechos externos de galerias, foram encontradas as seguintes incoerências:

- Coeficiente de runoff constante, igual a 0.7, sendo este um valor questionável, visto que, no loteamento em estudo tem desde área permeável, constituída pelas áreas não edificáveis, até área que podem vir a ter 80% de índice de impermeabilização, sendo estas as áreas de lotes e áreas institucionais.
- Algumas áreas foram desconsideradas no dimensionamento de alguns trechos externos, TE, Figura 02, sendo estas: área institucional 01 e 02 que contribuía para os TE1 e TE 2; áreas dos lotes da Quadra M que contribuía para TE7; a área A31 pertencente Quadra P que contribuiu para o TE4; e a área A25 pertencente a Quadra J que contribuiu para o TE4.
- Erro no cálculo do valor da área de contribuição acumulada do TE12, uma vez que, o valor correto é a soma das áreas acumuladas do TE6 e TE10 somado ao valor da sua área de contribuição parcial, perfazendo um valor total de 143.976,3 m<sup>2</sup> e não o valor de 129.659,65 m<sup>2</sup>, apresentado na Tabela 2.

Figura 02 – Lançamento das Galerias



Fonte: Otuka (2009)

Tabela 2 – Equívoco encontrado no cálculo da área de contribuição do TE12

Trecho	Comprimento (m)	Área Parcial (m <sup>2</sup> )	Área Acumulada (m <sup>2</sup> )	Profundidade Da Galeria		Declividade (m/m)
				Montante	Jusante	
TE1	69	7777	7777	824,5	823,8	0,01014493
TE2	90	8582	16359	823,8	821,3	0,02777778
TE3	90	66266	82625	821,3	816,4	0,05444444
TE4	36		82625	816,4	815,4	0,02777778
TE5	63		82625	815,4	807,9	0,11904762
TE6	24		<b>82625</b>	807,9	807,2	0,02916667
TE7	66	30675,65	30675,65	818,4	817,8	0,00909091
TE8	88		30675,65	817,8	817,6	0,00227273
TE9	35		30675,65	817,6	814,4	0,09142857
TE10	55		30675,65	814,4	810,4	0,07272727
TE11	64		<b>30675,65</b>	810,4	807,2	0,05
TE12	114	<b>30675,65</b>	129659,7	807,2	792	0,13333333
TE13	103		129659,7	792	781	0,10679612

Fonte: Neto, J. I. C., 2009

## 2.2. PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DO PROJETO DE DRENAGEM URBANA

Após a análise do projeto e memorial de cálculo foram constatadas incoerências no dimensionamento do sistema de drenagem de água pluvial proposto pelo empreendedor, o que pode ter tornado este sistema subdimensionado. Portanto, procedeu-se uma avaliação para saber o real valor de discrepância, ou seja, qual a situação de insuficiência as galerias pode vir a operar. Sendo assim, para essa avaliação, considerou-se:

- Utilização das áreas institucionais desconsideradas no dimensionamento de sistema de drenagem analisado;
- Utilização do Método Racional, apresentado na Equação 2, para o cálculo das vazões necessárias a serem escoadas nas galerias de água pluvial;
- Coeficiente de runoff ponderado, calculado através da Equação 1. Onde A é área de contribuição e C representa o coeficiente de runoff para o uso e ocupação do solo referente a sua área de contribuição, seus valores se encontram relacionados no Quadro 1.

$$C_p = \frac{\sum Ax C}{\sum A} \quad (1)$$

Quadro 1- Valores médios do Coeficiente de runoff do Método Racional

Tipo de ocupação		C	Tipo de ocupação		C
Comercial	No centro urbano	0,7 – 0,95	Pavimento	Asfáltico	0,7 – 0,95
	Nos arredores	0,5 – 0,7		Betão	0,8 – 0,95
Residencial	Habitações unifamiliares	0,3 – 0,5	Passeios para peões		0,85
	Prédios isolados	0,4 – 0,6	Coberturas (telhados)		0,75– 0,95
	Prédios geminados	0,6 – 0,7	Relvado sobre solo permeável	Plano < 2%	0,05 – 0,1
	Suburbano	0,25 – 0,4		Médio 2% a 7%	0,1 – 0,15
		Inclinado > 7%		0,15 – 0,20	
Industrial	Pouco denso	0,5 – 0,8	Relvado sobre solo impermeável	Plano < 2%	0,13 – 0,17
	Muito denso	0,6 – 0,9		Médio 2% a 7%	0,18 – 0,22
	Parques e cemitérios	0,1 – 0,25		Inclinado > 7%	0,25 – 0,35
	Campos de jogos	0,2 – 0,4			

Fonte: ASCE, Manual nº 37 apud Bichançã, 2006

Já pensando em uma situação futura, onde todos os lotes se encontraram ocupados, foi usado o coeficiente de runoff igual a 0,8 para os lotes e áreas institucionais, uma vez que, o Plano Diretor da cidade de Catalão de 2004 (Capítulo III, art.7º) permite até 80% de impermeabilização nestas áreas. Para as áreas não edificáveis foi usado o coeficiente de 0,25 considerando como sendo áreas de parques, já para o sistema viário foi usado coeficiente de 0,95. Procedendo a ponderação do coeficiente de runoff, o loteamento foi dividido em duas áreas com características de uso e ocupação de solos similares, sendo estas: a área acima da Avenida 37; e a área abaixo da mesma. Os valores encontrados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Coeficiente de runoff Ponderado

Especificação	Área (m <sup>2</sup> )		%		Coeficiente C	
	Acima Av. 37	Abaixo Av. 37	Acima Av. 37	Abaixo Av. 37	Acima Av. 37	Abaixo Av. 37
Área dos lotes	105537,43	105537,43	60%	53%	0,8	0,8
Sistemas viário	47628,14	47628,14	27%	24%	0,95	0,95
Área institucionais	22131,65	22131,65	13%	11%	0,8	0,8
Área “Non aedificandi”	-	22054,54	-	11%	-	0,25
Total	175297,22	22054,54	100%	100%	0,84	0,77

Fonte: Próprio Autor (2013)

A vazão plena e velocidade plena foram calculadas pelas Equações de Manning, mostradas nas Equações 02 e 03, respectivamente. O diâmetro foi encontrado isolando a Equação 03.

$$Q_p = \frac{0,397 \times D^{\frac{8}{3}} i^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (2)$$

$$V_p = \frac{0,397 \times D^{\frac{8}{3}} i^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (3)$$

Onde:

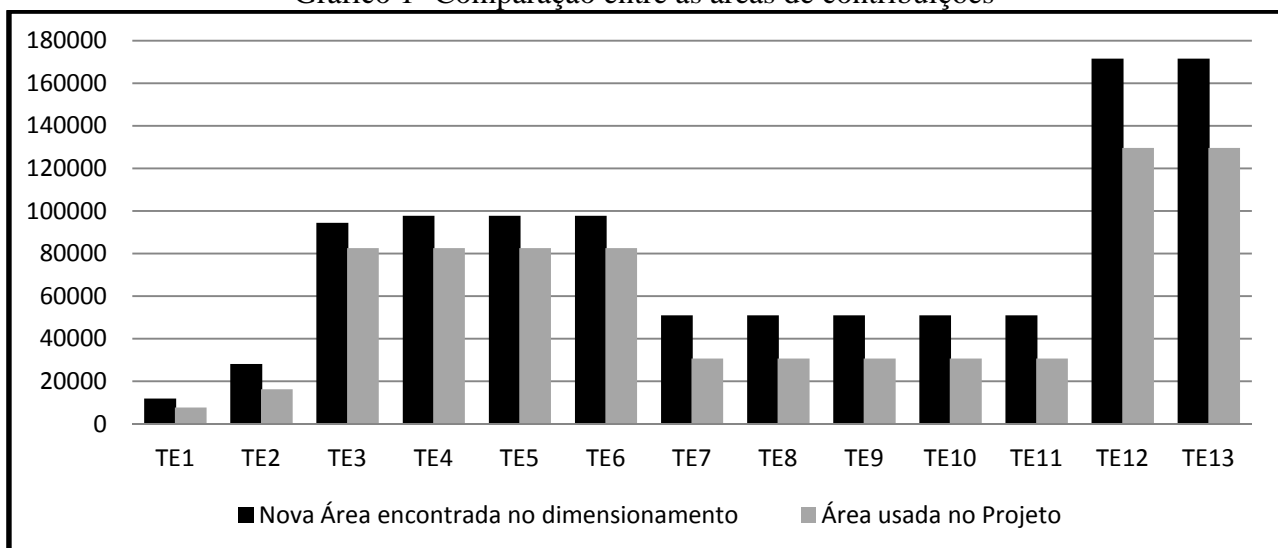
$i$  = declividade do terreno;

$n$  = coeficiente de rugosidade, neste dimensionamento foi adotado o valor de 0,013 para tubulação em concreto.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido as adições das áreas desconsideradas houve um aumento nas áreas de contribuição acumulada dos trechos externos de galerias, como mostra o Gráfico 1. Percebe-se que as maiores discrepâncias de valores são para os TE12 e TE13, visto que, além da correção das áreas de contribuições acumuladas, o projeto do empreendedor apresentava erro de consideração de áreas de contribuições nestes trechos.

Gráfico 1- Comparação entre as áreas de contribuições

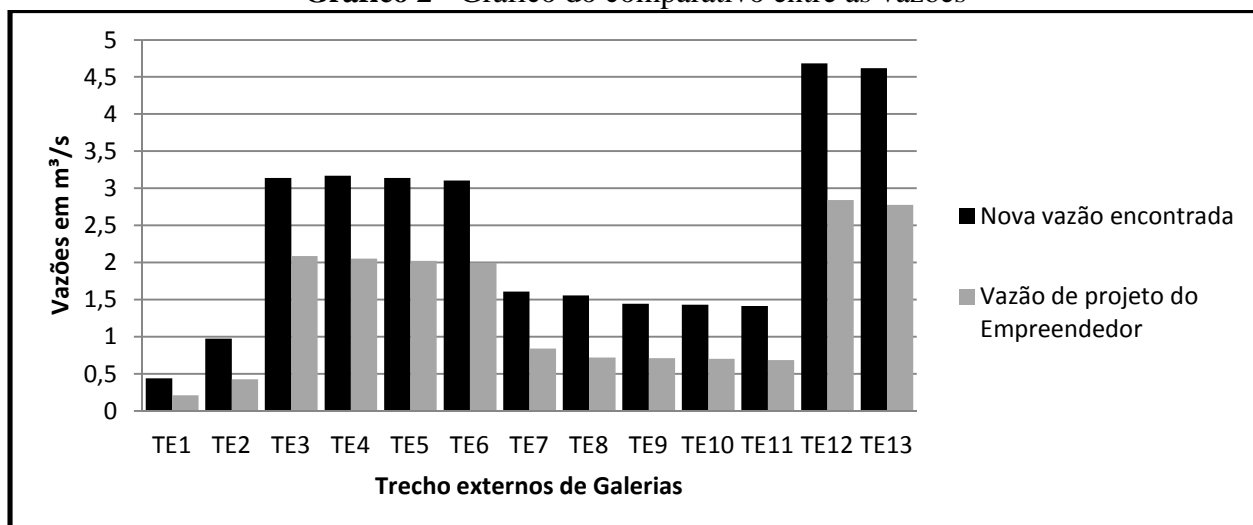


Fonte: Próprio autor.

Consequentemente, com o aumento das áreas de contribuições nos trechos externos e da ponderação do coeficiente de “Runoff”, ocorreram aumentos das vazões nas galerias, como mostrado no Gráfico 2.



**Gráfico 2 - Gráfico do comparativo entre as vazões**

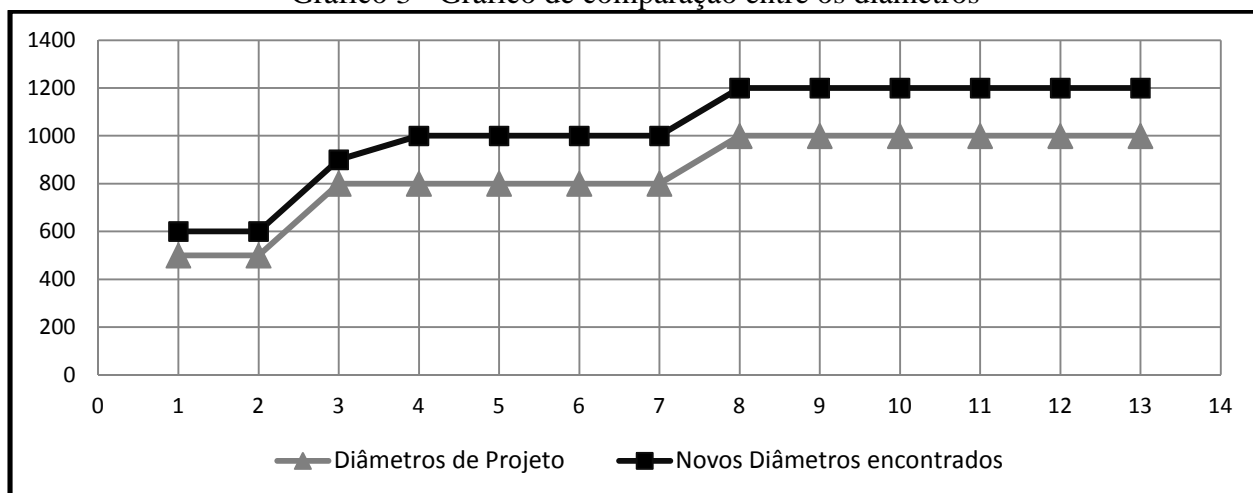


Fonte: Próprio autor.

O maior aumento de vazão ocorreu no trecho TE2, cerca de 128,30%, consequência da desconsideração das áreas institucionais, que representa 60,32% da área total deste trecho, e ainda, agravado pelo fato de que o coeficiente de runoff para este tipo de uso e ocupação de solo é de 0,80. O aumento médio de vazão foi de 84,84%, justificado pela inserção das áreas institucionais já mencionadas, e também pelos acréscimos de áreas de lotes desconsideradas, ambas possuem coeficiente de runoff igual a 0,80.

Com o aumento de vazões os diâmetros apresentados no projeto do empreendedor mostraram se subdimensionados. Houve aumento de diâmetro de até 25%, como apresentado no Gráfico 3, afirmando que o projeto do empreendedor se mostra incoerente para uma situação mais realista de ocupação total do loteamento.

**Gráfico 3 - Gráfico de comparação entre os diâmetros**



Fonte: Próprio autor

#### 4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise do projeto de sistema de drenagem de água pluvial para um loteamento no município de Catalão-GO, verificou-se que foi considerado um coeficiente de runoff constante e inadequado para o tipo de uso e ocupação do solo, bem como, foram desconsideradas áreas de contribuições nos trechos externos, portanto, a vazão apresentada no projeto está longe de ser a vazão real.

Na avaliação para saber o valor de discrepância do projeto apresentado, considerando uma situação mais realista, ou seja, coeficiente de runoff ponderado e corrigindo as áreas de contribuições verificou-se que houve um aumento médio de vazão de 84,84% e aumento de até 25% de diâmetro dos tubos de drenagem, o que mostra que o sistema de drenagem é subdimensionado, portanto, possivelmente acarretará problemas de inundações no local e a sua jusante.

Quanto à fiscalização promovida por parte da Prefeitura Municipal de Catalão, no que diz respeito à implantação de um novo sistema de drenagem de água pluvial, pode-se perceber que esta é falha, geralmente, devido a falta de profissional da área para realização desta análise ou por ser feita de forma superficial, somente levando em consideração se existe ou não um projeto de drenagem.

#### 5. BIBLIOGRAFIAS

##### a) Dissertação

BICHANÇA, M. F. “*Bacia de Retenção em Zonas Urbanas como Contributo para a Resolução de Situações Extremas: Cheias e Secas*”. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, 2006.

##### b) Memorial de Cálculo

NETO, J.I. C. “*Memorial descritivo e justificativo e Projeto de Drenagem do Loteamento. Localizado nas coordenadas 18°10'57.46”S de latitude e 47°57'59.80” W de longitude*”. Aprovado na prefeitura de Catalão – GO em setembro de 2009.

OTUKA, Eng. Alexandre. “*Memorial de Caracterização do Loteamento Localizado nas Coordenadas 18°10'57.46”S DE LATITUDE E 47°57'59.80” W DE LONGITUDE*”. Cartório de Registro de Imóveis de Catalão – GO, dezembro, 2009.

##### c) Diagnóstico

PEDROSA, L. E. E MENDONÇA, M. R. Coordenadores. “*Diagnóstico e Monitoramento Socioambiental da Cidade de Catalão/GO e do Entorno*”, 2005. Catalão-GO, UFG.

##### d) Monografia

VALENTE, J. A.; JUSTINO, E. A. “*Análise e Considerações para o Sistema de Drenagem de Água Pluvial em um Loteamento na Cidade de Catalão-GO*”. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Goiás. Catalão, 2013. 61 p.