

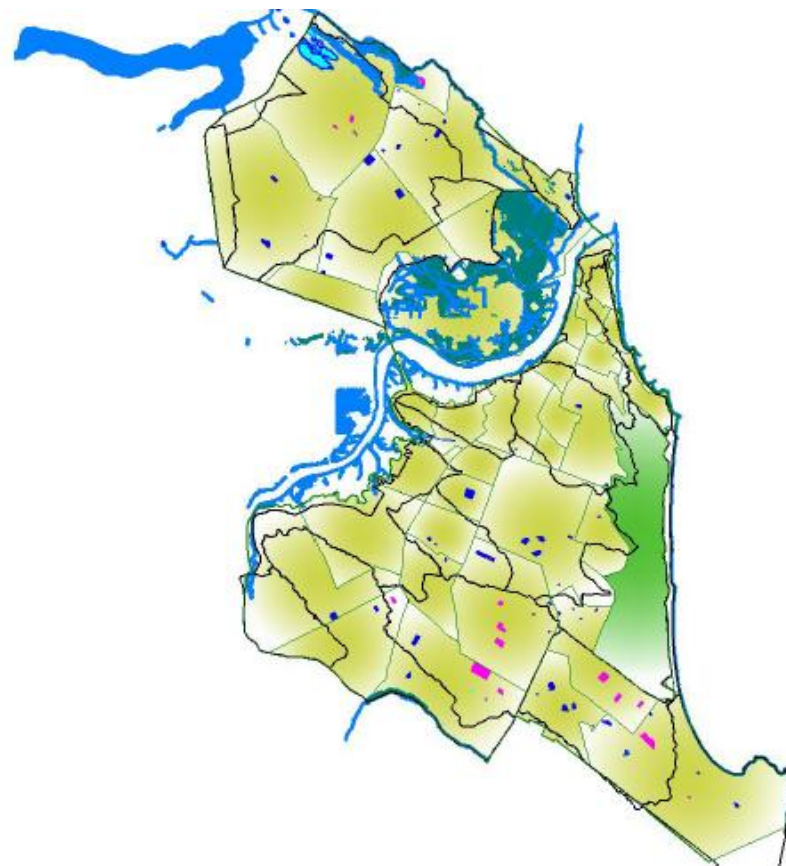
Drenagem de bacias fechadas da cidade de Natal

João Abner Guimarães Jr.
Antônio Marozzi Righetto
LARHISA/UFRN

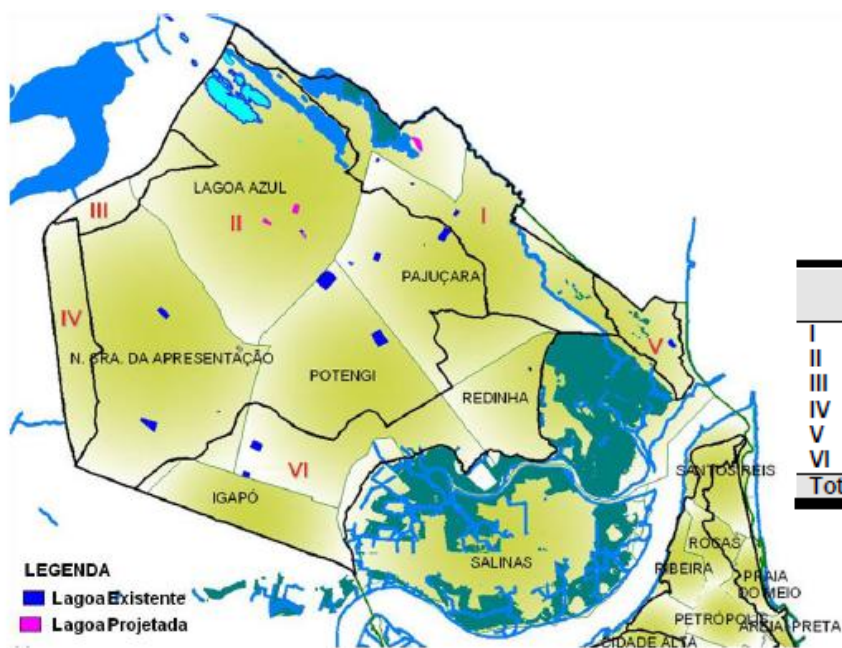
Introdução

- Nos últimos anos, na cidade de Natal, RN, vem se desenvolvendo as maiores obras de macrodrenagem da sua história, fato esse consolidado pela elaboração do seu Plano Diretor de Drenagem, em 2010.
- O presente estudo refere-se ao Projeto Executivo de Macrodrenagem e Manejo de Águas Pluviais da Zona Sul de Natal. A região do Projeto apresenta condições de drenagem bastante precárias, provocando frequentes inundações em diversos pontos nos períodos de chuvas intensas em decorrência de diversos fatores críticos que interagem entre si, onde se destaca a deficiência do sistema de macrodrenagem dos excedentes de água das lagoas de captação.
- Nas referidas lagoas encontram-se instalados sistemas de bombeamento com funcionamento relativamente precário para reduzir o tempo de inundação das mesmas.
- Com o intuito de resolver definitivamente o problema de inundação na área do Projeto foi idealizado um sistema integrado de drenagem, constituído por um complexo de reservatórios de retenção, que correspondem às lagoas existentes redimensionadas, interligados em série por galerias e túneis, que funcionarão como extravasores do sistema para o estuário do Rio Potengi.

Sistema de Drenagem de Natal

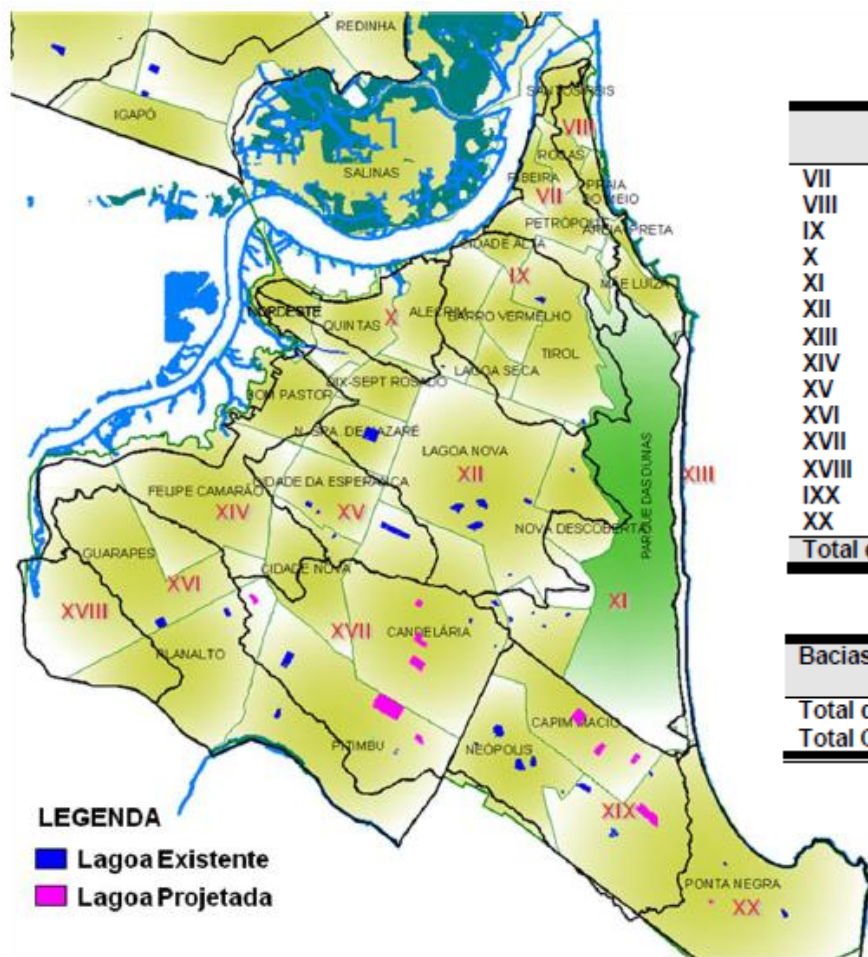


Bacias de drenagem do Setor I



	Bacia	Area (ha)	
		Aberta	Fechada
I	Rio Doce	617,5	
II	Lagoa Azul	2417,5	
III	Lagoa de Extremoz	100,2	
IV	Rio Golandim	181,5	
V	Redinha	108,2	
VI	Ro Potengi / Salinas	885,4	
Total da Zona Norte		4309,9	

Bacias de drenagem do Setor II



Bacia	Area (ha)	
	Aberta	Fechada
VII Potengi /Rocas-Ribeira	376,3	
VIII Praias Urbanas	218,2	
IX Riacho do Baldo	714,8	
X Potengi / Quintas-Base Naval	304,1	
XI Parque das Dunas		1194,0
XII Rio das Lavadeiras	1264,8	
XIII Via Costeira	116,2	
XIV Rio Potengi / Felipe Camarão	712,6	
XV Lagoas da Jaguarari		431,8
XVI Rio Pitimbu	1048,9	
XVII San Vale / Cidade Satélite		1145,4
XVIII Rio Jundiá / Guarapes	398,0	
IXX Lagoinha		1016,0
XX Praia de Ponta Negra	949,3	
Total da Zona Leste/Oeste/Sul	6103,2	3787,2

Bacias de Drenagem	Area (ha)	
	Aberta	Fechada
Total de Natal	10.413,1	3787,2
Total Geral	14.200,3	

Sistema de macrodrenagem da Zona Sul

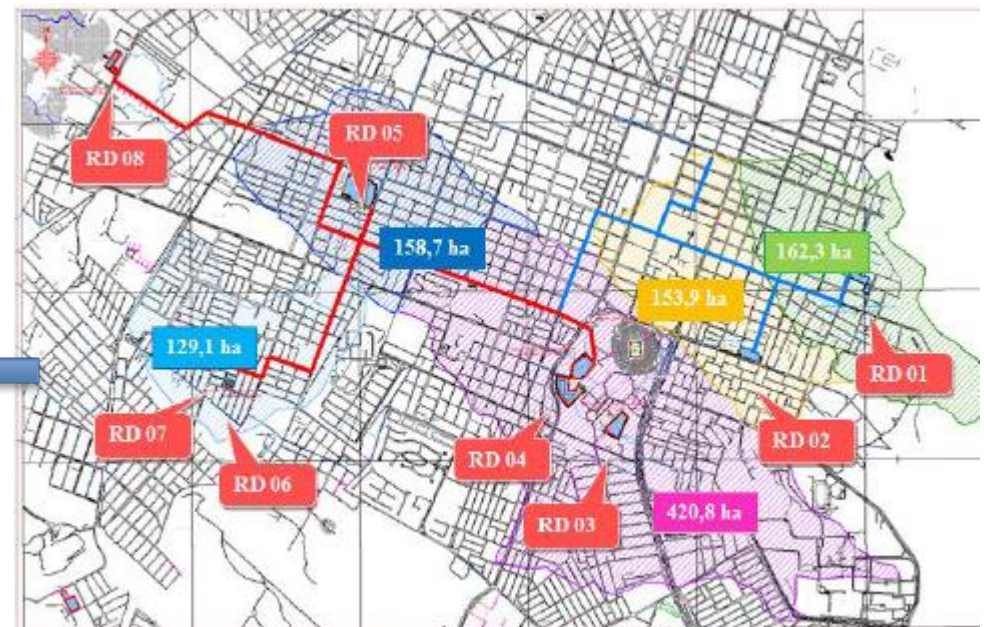
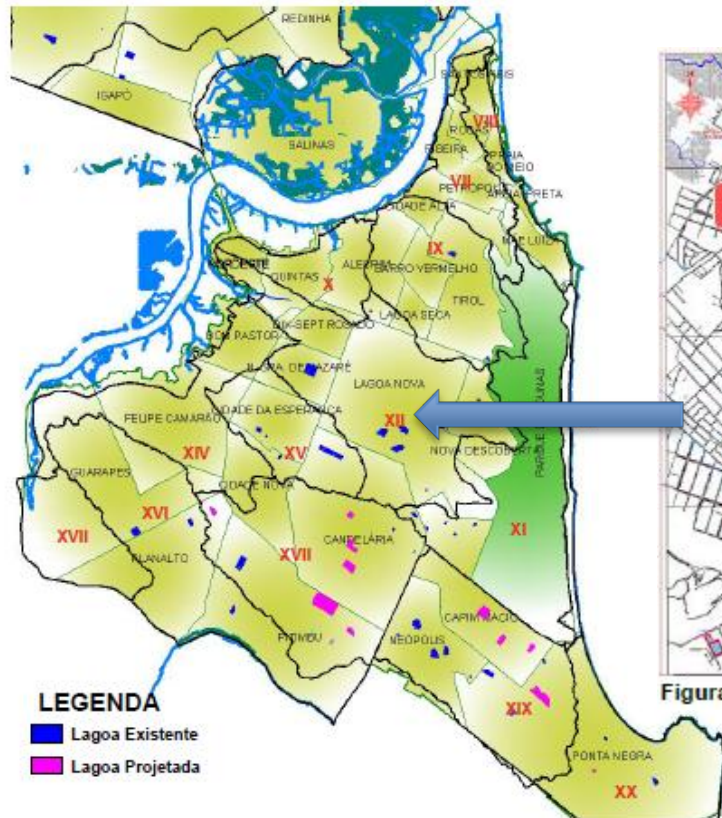


Figura 2 – Bacias do Sistema de Macrodrenagem da Zona Sul e Oeste

Figura 1 – Bacias de Drenagem de Natal (PDDMA, 2010)

Modelo hidrológico

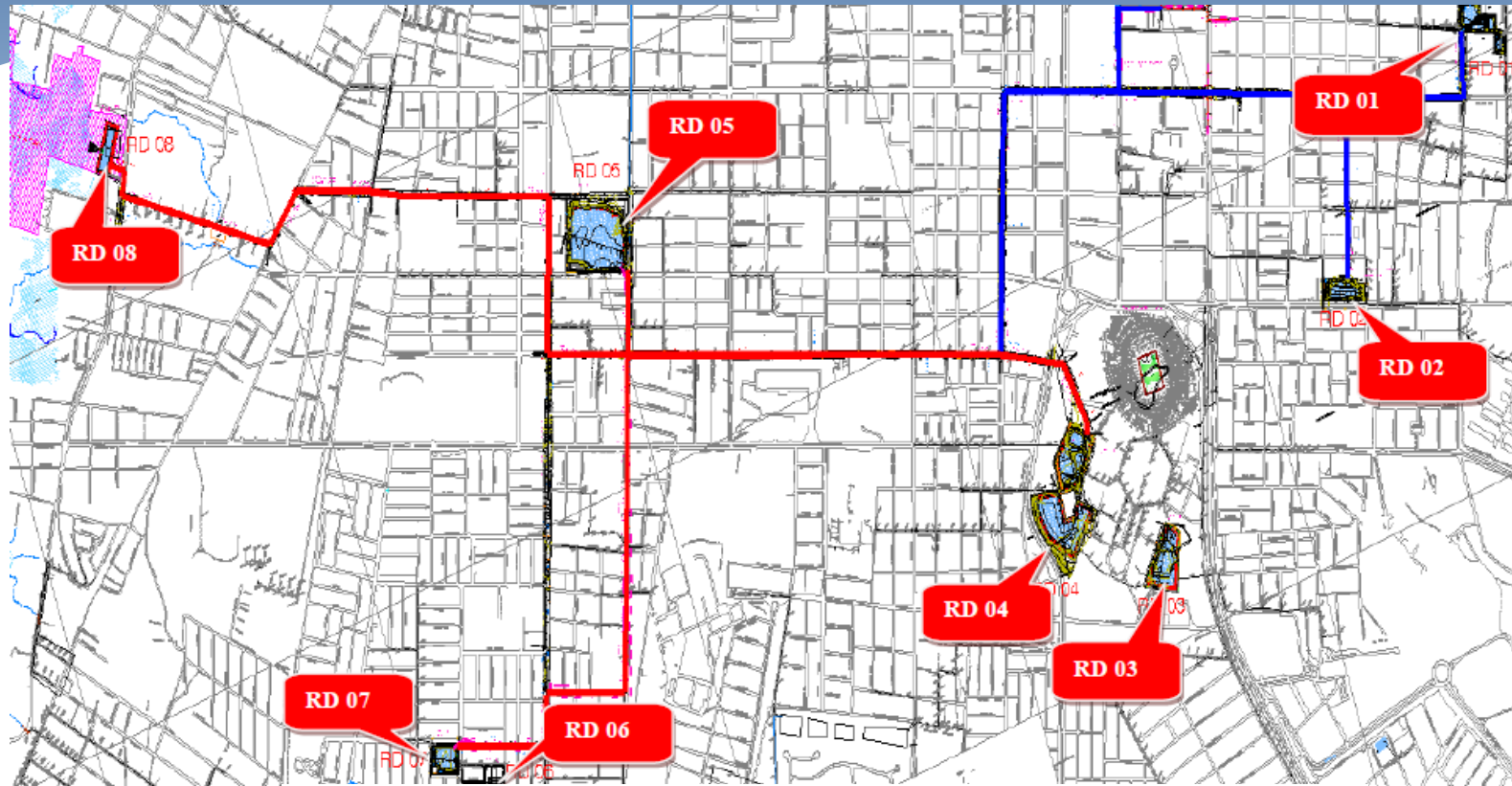
- Para o dimensionamento do Sistema de Macro drenagem, foi desenvolvido um modelo conceitual que exprime os processos hidrológicos no conjunto de bacias do Sistema Integrado. Fixou-se como período de retorno de projeto, $T=50$ anos e duração da chuva crítica $t_c=6$ horas.
- O modelo hidrológico é composto de três etapas:
 - Modelo hidrológico concentrado das bacias.
 - Modelo de simulação do funcionamento dos Reservatórios de Detenção.
 - Integração dos hidrogramas efluentes dos Reservatórios de Detenção.

Coletor principal do Sistema Integrado

- O coletor principal do Sistema integrado é composto de cinco trechos, iniciando no RD 1 e seguindo até a galeria que alimenta o reservatório de absorção das primeiras chuvas no estuário do rio Potengi, próximo ao curtume J. Mota, na Av. Ind. João Mota.
- Em todo o seu percurso o Sistema Integrado, constituído de galerias em túneis, construídas por método não destrutivo, recebe as contribuições de sete reservatórios de retenção das bacias XII e XV do Sistema de Drenagem de Natal, conforme ilustra a Figura 2.

Trecho	Comp. (m)	Vazão (m³/s)	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota fundo coletor		Zh	h/D	h (m)	Rh/D	Vel. m/s	k	hc/D	Regime
					Mon.	Jus.								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
101	658,24	9,300	2,20	0,0019	22,400	21,149	0,3388	0,9188	2,021	0,3084	2,59	1,295	0,649	Subcrítico
102	881,80	12,300	2,40	0,0022	20,949	19,009	0,3302	0,8873	2,130	0,3088	2,95	1,378	0,670	Subcrítico
103	1186,00	13,700	2,40	0,0028	19,009	15,689	0,3260	0,8727	2,094	0,3087	3,33	1,535	0,707	Subcrítico
104	2193,38	17,800	2,60	0,0029	15,489	9,128	0,3362	0,9090	2,363	0,3086	3,58	1,633	0,730	Subcrítico
105	1755,27	27,000	3,00	0,0033	8,728	2,935	0,3264	0,8741	2,622	0,3087	4,20	1,732	0,752	Subcrítico

Sistema de macrodrenagem da Zona Sul



Reservatório de detenção	Bacia de drenagem (ha)	Área do fundo do Reservatório (m ²)	Coefficiente de deflúvio (C)
RD 1	162,3	6.635,4	0,554
RD 2	153,9	6.039,7	0,523
RD 3 + RD 4	420,8	40.464,5	0,444
RD 5	158,7	29.635,4	0,534
RD 6 + RD 7	129,1	4.125,8	0,537
Sistema Integrado	1024,8	86.900,8	0,493

Sistema de absorção das primeiras chuvas

- * Os estudos de impacto ambiental dessas obras apontaram como principal demanda, a atenuação dos impactos decorrentes do lançamento do efluente de drenagem no estuário do rio Potengi que margeia a cidade de Natal, adequando a poluição do efluente à capacidade de autodepuração do sistema costeiro.
- * Com o intuito de atenuar significativamente os impactos do lançamento do efluente do Sistema Integrado de Macrodrenagem no estuário do rio Potengi decorrentes das chuvas normais mais frequentes, foram incorporadas ao projeto executivo dos reservatórios de retenção do Sistema Integrado medidas mitigadoras, discriminadas neste trabalho.
- * O impacto da absorção das primeiras chuvas do conjunto de reservatórios de retenção do Sistema Integrado é avaliado a partir da precipitação efetiva (P_{efe}), com a avaliação da capacidade máxima de retenção do conjunto de reservatórios de retenção.

Sistema de absorção das primeiras chuvas

Foram incorporadas ao projeto executivo dos reservatórios de retenção do Sistema Integrado funções de absorção desses impactos, com o intuito de atenuar os impactos do lançamento do efluente do Sistema Integrado de Macrodrenagem da cidade de Natal no estuário do rio Potengi decorrentes das chuvas normais mais frequentes. Dessa forma, as seguintes medidas mitigadoras foram consideradas:

- a) Aprofundamento dos reservatórios de retenção em 1,0 m abaixo da soleira dos dispositivos de descarga para criação de volume de espera para infiltração da água a partir da superfície do fundo dos reservatórios;
- b) Implantação no fundo dos Reservatórios de Retenção de bateria de poços de infiltração para atenuar o processo de colmatagem que diminui a capacidade de infiltração do solo no fundo dos reservatórios, ampliando, dessa forma, a recarga do aquífero a partir dos reservatórios de retenção;
- c) Implantação de estrutura de gradeamento antes dos dispositivos de descarga dos reservatórios de retenção para reter os resíduos sólidos carregados para os mesmos pelo sistema de drenagem.

Resultados

* Capacidade de absorção do Sistema Integrado

$$P_{efe} = \frac{86.900,8 (m^2) \times 1,0(m) \times 1000(\frac{mm}{m})}{1024,8 (ha) \times 10.000(\frac{m^2}{ha}) \times 0,493} = 17,2 mm$$

A análise estatística de 52 anos de dados de precipitações diárias de Natal (ANA, 2013) mostra:

- Dias chuvosos em Natal = 39,1%
- Dias chuvosos com precipitações inferiores a 17,2 mm = 81,1%
- Absorção pelos reservatórios de retenção das chuvas na Bacia de Drenagem do Sistema Integrado = 35,5% do total precipitado, aproximadamente igual à recarga natural da bacia (Guimarães Junior & Pereira, 2011)

Conclusões

- Os problemas de alagamentos nos baixios da cidade de Natal devido ao aumento de volume das águas pluviais às lagoas de retenção e de infiltração são resolvidos através de um sistema de túneis coletores que permitirão o transporte dos excedentes de água acumulados nas lagoas para o rio Potengi.
- Trata-se de uma obra expressiva e não convencional que eliminará os riscos de inundação em vários pontos da cidade; particularmente, do Centro Administrativo do Estado do Rio Grande do Norte e do Estádio Arena das Dunas, centro esportivo previsto para abrigar cerca de 40.000 pessoas durante a Copa de Futebol, prevista para junho de 2014.
- O sistema integrado é constituído de uma rede de túneis por método não destrutivo em relação à infraestrutura existente na cidade. Serão construídos em duas etapas, sendo os cinco trechos de túneis com diâmetros entre 2,20 a 3,00 m e comprimento total de 6674 m. A adução será realizada por gravidade, garantindo assim o funcionamento automático, sem a necessidade de operações mecânico-elétricas.

Conclusões

- * Reservatórios de retenção são equipamentos da infraestrutura de drenagem eficientes para a absorção de impactos das pluviais no ambiente urbano tanto no aspecto quantitativo quanto do qualitativo.
- * Com a implantação de um volume de espera de 1 m de altura nos reservatórios de retenção do Sistema Integrado se assegura a absorção significativa das primeiras chuvas de maior frequência, responsáveis pela maior carga poluidora dos corpos receptores das águas pluviais urbana.
- * Associado ao volume de espera é fundamental a implantação de gradeamento para a retenção dos resíduos sólidos nesses reservatórios de retenção.
- * No aspecto operacional, o monitoramento sistemático das condições dos reservatórios é uma garantia para a minimização dos impactos de qualidade das águas pluviais e da efetiva utilização da água armazenada nos reservatórios, particularmente, para a recarga do aquífero urbano.