



IX-030 - ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO ESGOTO SANITÁRIO E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA DRENAGEM URBANA: O CASO DA ZONA NORTE DE TERESINA-PI

Beatriz Cassimiro da Rocha Carvalho ⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário UNINOVAFAPI, Teresina – PI.

Leonardo Madeira Martins

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Coordenador do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do UNINOVAFAPI.

André Araújo Fortes

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário UNINOVAFAPI e Pós-Graduando em Estruturas de Concreto Armado pelo INBEC.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Vitorino Fernandes - UNINOVAFAPI, 6123, Teresina - PI, CEP: 64073-505 – Brasil Tel: (86) 2106-0659 - e-mail: biacrcarvalho@gmail.com

RESUMO

O saneamento é composto por investimentos em abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e gerenciamento de resíduos sólidos e sua gestão deve ser integrada. Quando um eixo é privilegiado em detrimento do outro ocorre a sobrecarga no sistema e danos decorrentes desse equilíbrio afetarão o erário público. O presente trabalho tem por objetivo refletir sobre a temática a partir da análise da zona norte da capital piauiense. Essa região é, historicamente, afetada por problemas decorrentes pela ausência de saneamento básico, desde doenças de veiculação hídrica a inundações. No entanto, a área nos últimos 10 anos tem recebido investimentos significativos, através do Programa Lagoas do Norte, o que torna necessário um planejamento e uma reflexão sobre os investimentos aplicados e a forma de gestão adequada dos resultados obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico, drenagem urbana, resíduos sólidos, esgotamento sanitário, Programa Lagoas do Norte.

INTRODUÇÃO

O processo desenfreado de urbanização das cidades muitas vezes, traz consequências que podem prejudicar não somente a população e o meio ambiente, mas também pode vitimizar o seu próprio sistema de saneamento básico. Além da insuficiência dos serviços para a demanda ou inexistência deles, existem outras condições que trazem graves danos tanto a população quanto ao meio ambiente, como o lançamento de esgotos e resíduos sólidos nos sistemas de drenagem urbana.

Tucci (2002) afirma que os grandes problemas relacionados a expansão do desenvolvimento urbano em áreas de mananciais que comprometam a sustentabilidade hídrica da cidade são causados devido à falta de planejamento e investimentos públicos no direcionamento da expansão urbana, tornando a implementação das futuras infraestruturas onerosas, além das medidas restritivas incompatíveis com a realidade brasileira, em que muitas vezes não há o cumprimento da legislação de uso e ocupação do solo e outras que visam preservar o meio ambiente e, por fim, a população de baixa renda, que tende a ocupar estas regiões.

A partir disto, vários problemas podem ocorrer, já que a medida que a cidade cresce e o poder público não investe na infraestrutura de saneamento adequada para a demanda, a população local toma suas próprias providências, como por exemplo a ligação direta do esgoto das residências no sistema de drenagem. Esta atitude, além de gerar várias consequências adversas, como a veiculação de doenças como a diarreia, malária, dengue e esquistossomose, os efluentes e resíduos sólidos lançados na rede de escoamento pluvial irão para os mananciais, que além de prejudicar a qualidade da água, altera todo um ecossistema daquele meio e intensifica os eventos de enchentes e inundações nas cidades, conforme relata Tucci (1999) a seguir:

“Enchentes têm sua frequência e magnitude aumentadas devido à urbanização, uma vez que a ocupação inadequada do espaço urbano causa impermeabilização do solo, além de produzir obstruções no escoamento superficial, através de drenagem inadequada, obstruções em condutos e assoreamento (TUCCI, 1999).”

O local mais preocupante de Teresina, em termos sanitários, é a zona norte, situada atualmente em uma bacia hidrográfica de 12 km², cuja área é predominantemente de planície abraçada pelos rios Parnaíba e Poti. Nela a ocupação do solo foi intensa e desordenada, sem a adequada fiscalização dos órgãos públicos. Por isto, muitas das construções levantadas naquela região estão localizadas em zonas de risco a inundações.

Atualmente, no local, está sendo implantado o Programa Lagoas do Norte (PLN), cujos resultados serão sentidos em 13 bairros da região que estão sendo beneficiados com diversas ações integradas de cunho social, econômico, habitacional, de infraestrutura de saneamento e de requalificação ambiental, promovendo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população local.

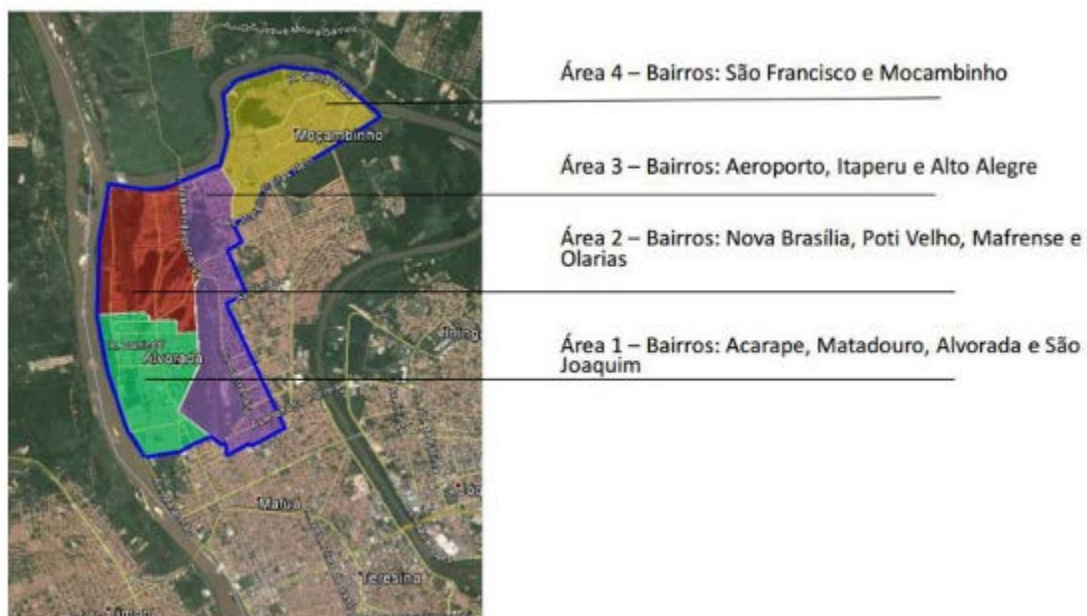


Figura 1. Área de atuação do Programa Lagoas do Norte (PLN).
Fonte: Prefeitura Municipal de Teresina – SEMPLAN (2015).

O presente trabalho faz uma reflexão na zona norte da cidade de Teresina – PI, sobre a influência do lançamento de resíduos sólidos e de esgotamento sanitário irregular no sistema de drenagem urbana, que ainda persistem nesta zona, no âmbito do Programa Lagoas do Norte, que foi iniciado em 2008.

A pesquisa científica foi motivada pelos incidentes com enchentes e inundações que ocorrem periodicamente em várias regiões da cidade de Teresina, especialmente na zona norte da capital e por conta dos baixos índices de saneamento básico do local. Em épocas de chuva intensa, a infraestrutura mais prejudicada é a de drenagem urbana, devido aos lançamentos irregulares de esgoto doméstico *in natura* e o alto índice de resíduos sólidos presentes gerando consequências adversas. É notável, através das tabelas 1 e 2, que o estado do Piauí possui uma das piores situações em termos de inundações e enchentes, especialmente a capital Teresina.

Conforme CENAD (2014), em 32 setores analisados predomina a ocorrência de inundações; em cinco, deslizamento; e em um setor predomina tanto inundações quanto solapamento de margens de cursos d'água.

Lote	Estados	Quantidade (nº)		
		Municípios	Setores de risco	Edificações em setores de risco
1	RS	7	46	11.499
2	SC	15	183	9.976
3	SC, PR	13	114	3.121
4	MG	11	176	10.519
5	MG	4	82	15.667
6	ES, MG	12	117	15.020
7	ES	9	154	16.016
8	MG, ES	16	106	15.463
9	BA	11	140	16.077
10	PE, CE	6	78	20.144
11	PI, MA	13	87	22.130
12	PA	7	53	7.984
13	AP, PA	13	64	10.175
Total		137	1.400	173.791

Obs.: Os setores de risco indicados pelo Ministério da Integração Nacional, bem como o número de edificações nesses setores, são estimativas realizadas pelo Serviço Geológico do Brasil.

Tabela 1. Áreas de risco de inundações e deslizamentos, por Estados.

Fonte: CENAD (2014), Termo de Referência do Edital do Pregão Eletrônico nº 36/2013.

De acordo com CENAD (2014), há 6.958 edificações (963 a mais que a quantidade indicada pelo Serviço Geológico do Brasil). Portanto, o desafio é maior que o apresentado na tabela 2.

Estado	Município	Quantidade (nº)	
		Setores de risco	Edificações em setores de risco
Maranhão	Bacabal	1	1.000
	Grajaú	6	73
	Imperatriz	1	1.000
	Pedreiras	3	3.100
	São Luís	9	331
	Trizidela do Vale	1	3.000
	Vitória do Mearim	1	4.000
Piauí	Barras	5	585
	Campo Maior	7	1.360
	Esperantina	4	1.051
	Porto	6	288
	Teresina	38	5.995
	União	5	347
Total		87	22.130

Obs.: Os setores de risco indicados pelo Ministério da Integração Nacional, bem como o número de edificações nesses setores, são estimativas realizadas pelo Serviço Geológico do Brasil.

Tabela 2. Edificações em áreas de risco dos Estados do Maranhão e do Piauí.

Fonte: CENAD (2014), Termo de Referência do Edital do Pregão Eletrônico nº 36/2013.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido a partir de visitas *in loco*, sob a orientação de todo acervo documental existente sobre o Programa Lagoas do Norte (PLN), como:

- Levantamento de dados e análise da vulnerabilidade a desastres naturais do município de Teresina-PI, realizado pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD);
- Relatório de avaliação ambiental e social (RAAS) do Programa Lagoas do Norte.

Além disso, será levado em consideração o Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Teresina, a Lei Municipal de Drenagem Urbana nº 4724/2015 e a Lei Federal de Desastres Naturais Lei nº 12.608/2012.

Os dados referentes a cobertura de esgotamento sanitário, bem como da gestão de resíduos sólidos serão coletados através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e do Plano Municipal de Saneamento Básico de Teresina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados importantes, especialmente em drenagem, já podem ser notados na zona norte da capital piauiense devido aos investimentos do PLN, como: revitalização de lagoas, através da urbanização, reassentamento de famílias e remoção de resíduos sólidos depositado ao longo de anos; construção de comportas; canais e reforço de estações elevatórias, conforme pode ser visto nas figuras 2, 3, 4 e 5.



Figura 2. Área antes da intervenção do PLN – 1ª etapa.

Fonte: Acervo fotográfico da Secretaria de Planejamento e Coordenação de Teresina.



Figura 3. Área após intervenção do PLN – 1ª etapa.

Fonte: Acervo fotográfico da Secretaria de Planejamento e Coordenação de Teresina.



Figura 4. Área antes da intervenção do PLN – 1ª etapa.

Fonte: Acervo fotográfico da Secretaria de Planejamento e Coordenação de Teresina.



Figura 5. Área após intervenção do PLN – 1ª etapa.

Fonte: Acervo fotográfico da Secretaria de Planejamento e Coordenação de Teresina.

Nas visitas realizadas no local onde está sendo implantado o Programa Lagoas do Norte, percebeu-se que foram tomadas medidas por parte do poder público quanto a instalação dos mecanismos de microdrenagem, como as sarjetas e bocas de lobo. Entretanto, as grades de proteção das bocas de lobo, que tem a função primordial de reter todo o material sólido possível, quando necessário (figura 6), não estavam presentes em muitos locais da área de estudo. Supõe-se que foram removidas, pois obstruíam a passagem da água devido a grande quantidade de resíduos que ficavam presas nas mesmas (figura 7).



Figura 6. Boca de lobo com gradeamento.
Fonte: Autor.



Figura 7. Boca de lobo sem o gradeamento.
Fonte: Autor.

Tal observação reforça as dificuldades que o município possui com a gestão de resíduos sólidos na região. Por mais que se ofereça o serviço de coleta, varrição e capina regularmente os hábitos dos moradores ainda são fatores preponderantes na obstrução de sistemas de micro e macrodrenagem, conforme pode ser observado nas figuras 8, 9 e 10.



Figura 8. Canal de drenagem assoreado com resíduos sólidos. Fonte: Autor.



Figura 9. Canal de drenagem presença de resíduos de construção civil. Fonte: Autor.



Figura 10. Bueiro recebendo resíduos sólidos.
Fonte: Autor.

Conforme Neves e Tucci (2008), os sólidos totais podem ter duas origens principais: (a) resíduos de usos da população; (b) sedimentos, vegetação, pedras, entre outros, gerados pela energia da precipitação através da erosão e do transporte pelo escoamento.

Neste artigo são observados os primeiros, segundo Neves e Tucci (2008), cujo total num determinado período é obtido pelo seguinte: $R_t = C + L + D$, onde R_t é o total de resíduo sólido em uma unidade urbana como a bacia hidrográfica, num determinado tempo; C é o total coletado nas residências e estabelecimentos; L é o total limpo dos logradouros públicos; D é o total que alcança no sistema de drenagem, levado pelo escoamento. A gestão pública deve procurar ser mais eficaz nos dois primeiros membros da parte direita da equação, minimizando o terceiro termo devido ao maior custo de coleta no sistema de drenagem e o impacto ambiental. A eficácia depende da educação da população, da cobertura da rede de coleta domiciliar e sua frequência, da frequência e eficiência da limpeza das ruas, da programação eficiente quanto à limpeza antes dos dias chuvosos, da gestão de resíduos de construções, entre outros.

Segundo Neves e Tucci (2008b), a quantificação dos resíduos produzidos pela população que atinge a rede de drenagem é necessária para orientar a gestão do sistema dentro da cidade.

Também foi verificado o lançamento irregular de efluente doméstico nos canais de drenagem e circulando em grande parte das sarjetas, como ilustram as figuras 11 e 12.



Figura 11. Lançamento irregular de esgoto doméstico em canal. Fonte: Autor.



Figura 12. Sarjetas drenando esgoto sanitário doméstico. Fonte: Autor.

Já no ano de 2016 dois bairros, que compreendem o PLN, receberam a rede coletora de efluentes, beneficiando aproximadamente 16.000 habitantes, no entanto, ainda é insuficiente diante do universo de 100.000 habitantes que compreendem o Programa.

Conforme Tucci (2008), a rede de esgoto pode ser combinada (sanitário e pluvial num mesmo conduto) ou separada (rede pluvial e sanitária separada). A legislação estabelece o sistema separador, mas na prática isso não ocorre em razão das ligações clandestinas e da falta de rede de esgoto sanitário. Por causa da falta de capacidade financeira para implantação da rede de esgoto, algumas prefeituras têm permitido o uso da rede pluvial para transporte do esgoto sanitário, o que pode ser uma solução inadequada à medida que esse esgoto não é tratado. Quando o sistema sanitário é implementado, a grande dificuldade envolve a retirada das ligações existentes da rede pluvial, o que na prática resulta em dois sistemas misturados com diferentes níveis de carga.

Os efluentes *in natura* que caem nos canais e lagoas provocam sua eutrofização e todos os impactos adversos oriundos desse fenômeno, inclusive o assoreamento das seções do canal pela biomassa morta, reduzindo a capacidade de escoamento destes condutos. Além disso, podem prejudicar o funcionamento de sistemas elevatórios, conforme pode ser visto nas figuras 13 e 14.



Figura 13. Agiapés do canal da estação elevatória de Boa Esperança. Fonte: Autor.



Figura 14. Grades de proteção às bombas danificadas devido à grande quantidade de agiapés no canal. Fonte: Autor.

A estação elevatória que teve sua estrutura danificada é a de maior porte, dentre as 3 existentes em toda área do PLN, possuindo uma capacidade instalada para uma vazão total de 8,3 m³/s, conforme figura 15.



Figura 15. Estação elevatória da Av. Boa Esperança. Fonte: Google Earth adaptado pelo Autor.

O efluente *in natura* conduzido ao Rio Parnaíba (figura 16) através da estação elevatória da Av. Boa Esperança (figura 17) é prejudicial a qualidade de suas águas pois representa o despejo de uma população aproximada de 60.000 habitantes, superior a muitos municípios piauienses. Esta situação ainda se agrava pelo fato de existir uma estação de tratamento de água a 5,5 km a jusante do ponto de lançamento. Por mais que estudos que sustentam o PLN mostrem que a capacidade de diluição do Rio Parnaíba esse é um fator de risco que não pode ser desconsiderado.



Figura 16. Estação elevatória da Av. Boa Esperança. Fonte: Autor.



Figura 17. Intensa carga de esgoto sanitário lançado diretamente no Rio Parnaíba sem tratamento. Fonte: Autor.

A segunda estação elevatória visitada foi a do Dique do bairro Mocambinho (figura 18). A mesma possui seis bombas com capacidade para escoar 500 l/s para o leito do rio Poti. Vale destacar



Figura 18. Localização da segunda estação elevatória do bairro Mocambinho localizado às margens da Lagoa do Mocambinho.
Fonte: Google Earth adaptado pelo Autor.

Nesta, também é perceptível o alto índice de matéria orgânica e surfactantes presentes na água devido a produção de espuma na saída da estação (figura 19) como também a intensa presença de outros espécimes aquáticos a montante da estação, confundindo-se com a vegetação local, para quem observa de longe.



Figura 19. Presença de espuma na saída do canal de drenagem da Estação elevatória do dique do barro Mocambinho. Fonte: Autor.

Por último, há uma estação elevatória de menor porte localizada na rua Santa Clara, também no bairro Mocambinho. Esta estação possui seis bombas (figura 20, 21 e 22) e funciona similarmente as outras já citadas. O processo de eutrofização do canal a montante da estação é bastante intenso, não podendo ser avistado água de maneira alguma devido a quantidade de espécimes de plantas aquáticas no corpo d'água.



Figura 20. Localização da estação elevatória do bairro Mocambinho, próximo a rua Santa Clara.
Fonte: Google Earth adaptado pelo Autor.



Figura 21. Gradeamento de proteção das bombas da estação elevatória do bairro Mocambinho, próximo a rua Santa Clara.
Fonte: Autor.



Figura 22. Eutrofização do canal da estação elevatória do bairro Mocambinho, próximo a rua Santa Clara.
Fonte: Autor.

De acordo com Tucci (2002), a rede de drenagem urbana está entre as principais responsáveis pela veiculação de cargas poluidoras, constituindo-se em um importante fator de degradação dos corpos hídricos.

Segundo Gava e Finotti (2012), esta poluição é considerada difusa, uma vez que provém de diferentes atividades que depositam poluentes de forma distribuída sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica.

Conforme Tucci (2002) *apud* Neves e Tucci (2008), os componentes do saneamento citados (drenagem urbana, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos) possuem uma forte interface entre si, impelindo o desenvolvimento urbano com base na gestão integrada. Os problemas são integrados, apesar do mesmo não ocorrer com a gestão, pois grande parte dos problemas está relacionada com a forma setorial como a mesma é realizada.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a gestão do saneamento de forma integrada tem importância singular para o funcionamento adequado do sistema. O desafio transcende o campo financeiro e passa a ser de gestão e de educação ambiental de todos os agente envolvidos, desde os moradores até as autoridades públicas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTÔNIO MAROZZI RIGHETTO (Org.). *Manejo de Águas Pluviais Urbanas*. Rio de Janeiro: Abes, 2009. 4 v.
2. BOTELHO, M. H. C. *Águas de chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades*. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 297 p.
3. CENTRO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES (CENAD). *Levantamento de dados e análise da vulnerabilidade a desastres naturais para elaboração de mapas de risco e apresentação de proposta de intervenções para prevenção de desastres (Relatório 1730-R7-14: Município de Teresina, PI – Lote 11)*. São Paulo, 2014.
4. GRIBBIN, J. E. *Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais*. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
5. NEVES, M. G. F. P.; TUCCI, C. E. M. Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Aspectos Conceituais. *RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Brasil, v. 13, p.125-135, jul. 2008a.
6. NEVES, M. G. F. P.; TUCCI, C. E. M. Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Estudo de Caso. *RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.13, n.4, p. 43-53, 2008b.
7. TUCCI, C. E. M. *Águas urbanas*. Estudo. av. [online]. 2008, vol.22, n.63, pp. 97-112. ISSN 1806-9592.
8. _____. Gestão de águas urbanas e drenagem. In: *Controle de Enchentes*, 10. 2008, Porto Alegre. p. 1 - 29.
9. _____. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. *RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p.5-12, dez. 1997.