

## MONITORAMENTO QUALITATIVO DE ÁGUAS URBANAS: Estudo de caso nas bacias de drenagem Mirassol e Cidade Jardim (Natal-RN)

*Thaise Emmanuele Andrade de Sales<sup>1</sup>; Victor Moisés de Araújo Medeiros<sup>2</sup>; Antônio Marozzi Righetto<sup>3</sup> & Arthur Mattos<sup>4</sup>*

**RESUMO** --- O presente estudo apresenta os resultados obtidos do monitoramento qualitativo de duas bacias de drenagem fechada na cidade de Natal-RN, as bacias Mirassol e Cidade Jardim, tendo por objetivo avaliar a eficiência de métodos de amostragem das águas do escoamento superficial em pontos espacialmente distribuídos nessas áreas de drenagem e, ainda, comparar os deflúvios superficiais de duas bacias bem distintas quanto ao uso e ocupação do solo, à renda média da população e ao tipo de pavimento das ruas e sugerir estratégias de monitoramento para se alcançar resultados efetivos de utilização dos deflúvios. Trata-se de um mais avanço no desenvolvimento de pesquisas teórico-experimentais envolvendo a complexidade do ambiente urbano ressaltando-se, contudo, a importância de continuidade do monitoramento a fim de se obter uma série longa de dados que subsidiem tomadas de decisão.

**ABSTRACT** --- The present study show the qualitative's monitoring's results of two closed draining's basins in Natal-RN city, basins Mirassol and Cidade Jardim, having for objective to evaluate the efficiency of methods of waters' sampling draining's superficial in points distributed in these areas of draining and, still, to compare the runoff water of two basins with distinct use and occupation of the ground, with the average income of the population and with the type of street's paving. Then, to suggest monitoring's strategies for reaching results staff of use of the runoff.

**Palavras-chave:** Águas urbanas, Monitoramento qualitativo, Carga de lavagem.

---

1) Mestre em Engenharia Sanitária, LARHISA/UFRN, [thaiseemmanuele@msn.com](mailto:thaiseemmanuele@msn.com)

2) Doutorando em Engenharia do Petróleo, UFRN; Mestre em Engenharia Sanitária, LARHISA/UFRN, [victoribesa@yahoo.com.br](mailto:victoribesa@yahoo.com.br)

3) Professor Doutor do LARHISA/UFRN, [righetto@ct.ufrn.br](mailto:righetto@ct.ufrn.br)

4) Professor Doutor do LARHISA/UFRN, [armattos@ct.ufrn.br](mailto:armattos@ct.ufrn.br)

## 1 INTRODUÇÃO

Uma nova preocupação no âmbito das pesquisas voltadas para os deflúvios superficiais urbanos diz respeito ao aspecto qualitativo das águas pluviais. Esse novo enfoque faz parte da troca de paradigma, saindo da diretriz voltada apenas para a quantidade e mitigação das inundações.

As águas de drenagem caracterizam-se qualitativamente por conterem sedimentos, nutrientes, matéria orgânica, microorganismos patogênicos, compostos químicos, metais e agentes tóxicos, entre outros poluentes, das mais diversas origens, conferindo ao deflúvio um caráter de poluição difusa.

Segundo muitos autores, a qualidade dessas águas é um atributo particular a cada região, tanto no que se refere à área ocupada quanto ao tipo de ocupação da bacia, e apresenta variações na seqüência de eventos chuvosos.

Em geral, a primeira parte da precipitação efetiva, aproximadamente 25 mm, possui cerca de 90% da carga poluente encontrada em todo o escoamento superficial (Tucci, 2004). A essa concentração de poluentes nos primeiros volumes, denomina-se *first flush* ou “carga de lavagem”. O desvio dessa primeira fração e seu adequado tratamento, dentro das novas perspectivas da sustentabilidade ambiental, constituem-se em uma alternativa sanitária, proporcionando o lançamento dessas águas no meio com menor carga poluidora, bem como o uso da parcela restante do volume de melhor qualidade.

A avaliação da ocorrência e magnitude desse fenômeno deve ser realizada em particular para cada bacia, a partir de um monitoramento consistente e sistêmico, de forma a produzir conhecimento sobre o estado atual e a evolução do sistema.

Diante do exposto, o presente estudo apresenta os resultados obtidos do monitoramento qualitativo de duas bacias de drenagem fechada na cidade de Natal-RN, as bacias Mirassol e Cidade Jardim, tendo por objetivo avaliar a eficiência de métodos de amostragem das águas do escoamento superficial em pontos espacialmente distribuídos nessas áreas de drenagem e, ainda, comparar os deflúvios superficiais de duas bacias bem distintas quanto ao uso e ocupação do solo, à renda média da população e ao tipo de pavimento das ruas e sugerir estratégias de monitoramento para se alcançar resultados efetivos de utilização dos deflúvios.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo

As bacias de drenagem monitoradas, Mirassol e Cidade Jardim, encontram-se localizadas no bairro de Capim Macio, na porção sul da cidade de Natal-RN, conforme ilustrado na Figura 1, e

estão inseridas no contexto de bacias fechadas, com fluxo radial convergindo para depressões interiores que se transformam em lagoas nos períodos de fortes precipitações.



**Figura 1 – Localização da área de estudo e pontos de amostragem.**

Essas características decorrem principalmente da natureza do relevo ondulado de formação dunar e das condições do litoral da Cidade, que apresenta uma barreira natural ao escoamento superficial diretamente para o mar (falésias do afloramento da formação Barreiras).

Nesse contexto, as numerosas lagoas de acumulação e infiltração existentes em Natal-RN, contribuem para a recarga do aquífero subterrâneo (maior fonte de abastecimento de água da Cidade).

#### 2.1.1 Bacia de Mirassol

A Bacia de Mirassol está inserida no conjunto habitacional de mesmo nome e possui área de 0,14 km<sup>2</sup>. A altitude máxima observada é de 61,10 metros com fluxo das águas do escoamento superficial direcionado para a Lagoa de infiltração (Lagoa Mirassol) localizada na região com cota topográfica inferior aos demais locais da bacia (34,90 metros). Nesta bacia há somente um pequeno trecho de coletores de drenagem, situado a sete metros da Lagoa. A entrada das águas pluviais se dá através de uma tubulação com diâmetro de 0,80 metros, que recebe o pequeno trecho de galeria e as bocas de lobos da entrada da lagoa.

O padrão de ocupação é do tipo residencial unifamiliar, padrão classe B e C, com predomínio de lotes de 200m<sup>2</sup>. Na cobertura do solo predomina revestimento das vias executadas em paralelepípedo, excetuando-se uma das vias, prevalecendo arruamentos de classificação secundária. A área da bacia apresenta apenas uma via de classificação principal. O tipo de ocupação observada indica tendenciosamente um alto grau de impermeabilização. Por se tratar de região de dunas, a bacia apresenta uma série de trechos com grandes declividades.

#### 2.1.2 Bacia Cidade Jardim

A Bacia Cidade Jardim tem a área de 0,25 km<sup>2</sup> e taxa de impermeabilização do solo de 47,30%, predominando o revestimento em asfalto em 100% das vias. Na ocupação residencial, predominam as famílias de classe média-alta a alta e uma ocupação bem menos densa, o que ajuda com relação à infiltração pontual e ocorrência de menor coeficiente de escoamento superficial.

O sistema de drenagem de águas pluviais desta bacia é composto pela pavimentação das ruas, por uma rede de galerias e por uma lagoa de infiltração (Lagoa Cidade Jardim) com capacidade de 9.600 m<sup>3</sup>.

#### 2.1.3 Pluviometria

O regime pluviométrico da Cidade de Natal-RN é do tipo tropical, onde ficam bem individualizadas duas estações distintas. Geralmente o período chuvoso inicia-se no mês de fevereiro, consolidando-se a partir de março com as chuvas concentrando-se nos 6 (seis) meses consecutivos, com a máxima mensal, dependendo do ano, podendo ocorrer de abril a julho. Em seguida inicia-se o período de estiagem, prolongando-se até o início do ano seguinte, com mínimas

sendo observadas durante os meses de setembro a novembro. A precipitação média anual é de 1590 mm.

#### 2.1.4 Componentes do saneamento

Na região em estudo, todos os domicílios são atendidos pela rede pública de abastecimento de água, sendo, aproximadamente, 85% da água consumida explorada do manancial subterrâneo dentro do perímetro urbano da cidade. Quanto aos efluentes domésticos, esses são dispostos principalmente através de tanques sépticos, nem sempre construídos de acordo com as normas técnicas sanitárias recomendadas, dispondo os efluentes por infiltração através de sumidouros.

A ausência de controle e planejamento na exploração da água subterrânea, aliados à carência de infra-estrutura de coleta e tratamento de esgotos domésticos, tem provocado a contaminação da água por nitrato.

Os serviços de limpeza urbana coletam os resíduos sólidos duas vezes por semana; já a varrição das ruas acontece numa frequência trimestral, o que favorece o comprometimento e obstrução dos sistemas de drenagem isolados (lagoas de infiltração).

## 2.2 Monitoramento Qualitativo

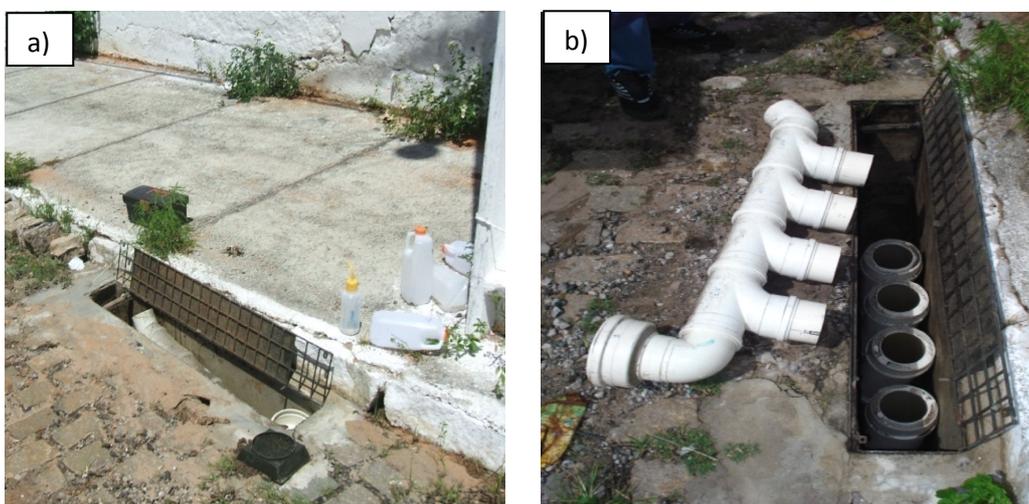
A estratégia de monitoramento envolveu a experimentação de metodologias de amostragem das águas do escoamento superficial em pontos espacialmente distribuídos nas áreas de drenagem Mirassol e Cidade Jardim. A escolha dos pontos (Figura 1) foi estabelecida de forma a se observar a influência da área de ocupação das bacias na qualidade da água, ao longo de um evento chuvoso.

Foram desenvolvidos dois modelos de amostradores, instalados nas sarjetas das vias, em locais representativos da área. O primeiro deles, denominado de amostrador simples (Figura 2), utilizado para coleta pontual, constitui-se de um tubo de PVC  $\Phi$  150mm, dotado de um cap na parte inferior, suspensório para retirada no momento da coleta e grade de ferro retentora de resíduos sólidos. Tais amostradores foram instalados nos pontos de coleta M2, C1, C2 e C4, conforme se observa na Figura 1.

O segundo amostrador (instalado nos pontos de coletas M1 e M4), denominado composto, foi concebido para a verificação da variação temporal da qualidade da água. O dimensionamento hidráulico das tubulações levou em consideração a precipitação na área e a vazão do escoamento superficial, obtida através do monitoramento hidrológico. O dispositivo, instalado no sentido da inclinação da rua, captava a água do escoamento superficial por um tubo instalado verticalmente na sarjeta, conectado a quatro coletores (com capacidade volumétrica correspondentes a 3 litros, cada) dispostos seqüencialmente, conforme se observa na Figura 3.



**Figura 2 – a) Amostrador simples instalado na sarjeta; b) Detalhe do amostrador no momento da amostragem.**



**Figura 3 – a) Amostrador composto instalado na sarjeta; b) Detalhe do tubo vertical.**

Foi utilizada a Demanda Química de Oxigênio (DQO) como parâmetro de qualidade das águas de drenagem monitoradas. A metodologia utilizada na análise seguiu os procedimentos padrões descritos no Standard Methods (APHA *et al.*, 1998).

O levantamento das informações de precipitação foi obtido a partir de um pluviógrafo instalado na Lagoa Mirassol.

O período de amostragem para estes dispositivos de coleta compreendeu os meses de maio a agosto de 2008, totalizando onze campanhas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Avaliação da eficiência dos amostradores compostos

O levantamento do nível de qualidade da água do escoamento superficial nos amostradores compostos identificou um comportamento aleatório dos resultados não confirmando a hipótese de que a lavagem pluvial se dá principalmente nos primeiros milímetros da precipitação e que a concentração de poluentes e contaminantes encontrados nas águas de escoamento superficial urbano diminuem significativamente com a sucessividade dos eventos chuvosos (Figura 4).

Em função da inconsistência dos dados, foram realizados testes hidráulicos nesses dispositivos, a fim de se confirmar a eficiência do sistema. A simulação de um evento chuvoso, com auxílio de um caminhão-pipa e utilizando-se um corante alimentício (cor vermelha) como traçador na água despejada a montante de um dos amostradores composto (M1), constatou que a entrada da água do escoamento superficial neste dispositivo se dava concomitantemente pelo tubo de entrada e pelo extravazador.

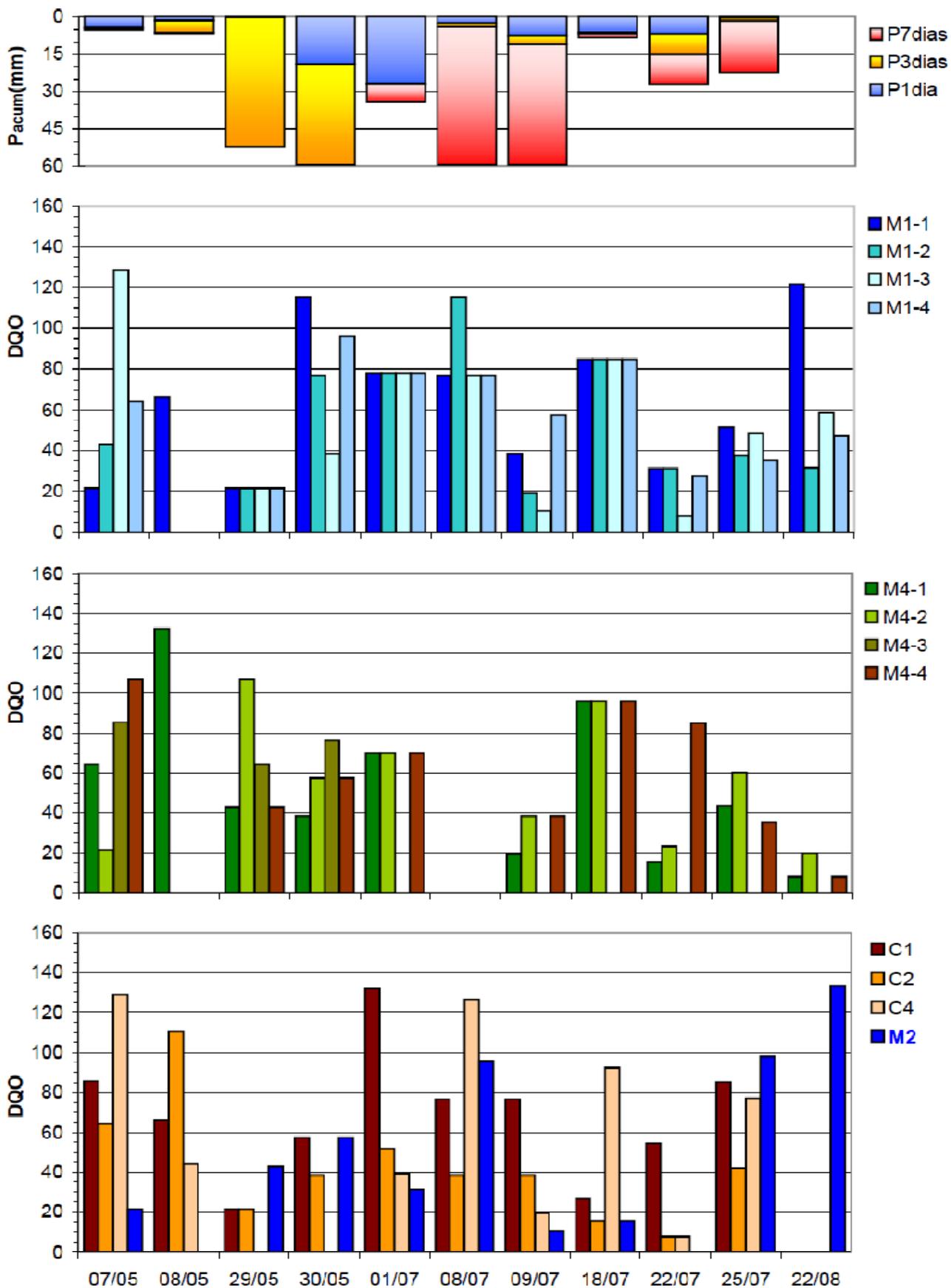
Confirmadas as falhas no funcionamento do amostrador composto, adotou-se a média dos quatro valores obtidos nesse dispositivo como valor representativo para aquele ponto, ou seja, como um ponto de coleta simples.

#### 3.2 Análise comparativa das concentrações de DQO nas bacias de drenagem em estudo

Os resultados de DQO nas águas do escoamento superficial das urbanizações Mirassol e Cidade Jardim, encontrados para os 11 eventos monitorados, nos seis pontos de coletas, estão apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Estatística descritiva para os valores de DQO nos seis pontos de coletas espaciais nas Bacias Mirassol e Cidade Jardim.

Ponto	Mínimo	-	Máximo	Média Aritimética	Média Geométrica	Mediana	Desvio Padrão
C1	21,44	-	768,62	133,67	80,99	76,80	203,44
C2	7,75	-	195,31	55,61	40,43	40,30	51,26
C4	7,75	-	776,47	125,11	63,30	60,73	209,14
M1	21,44	-	86,40	58,74	52,87	64,70	24,56
M2	10,40	-	133,33	56,28	41,07	42,88	43,40
M4	11,76	-	132,50	61,54	51,84	60,96	34,48



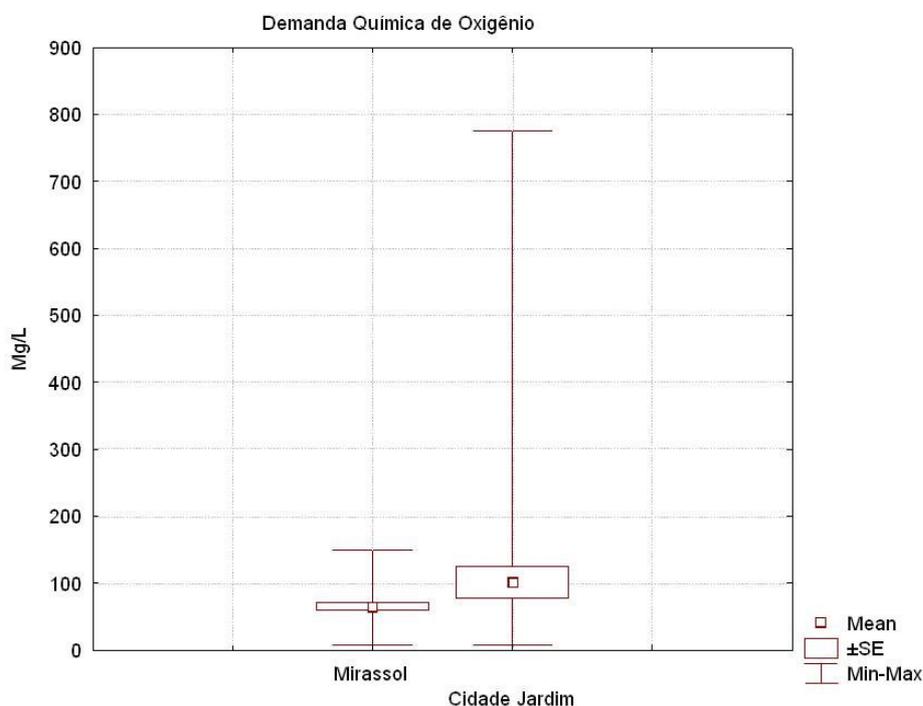
**Figura 4 – Perfil da DQO nos pontos espaciais distribuídos nas Bacias Mirassol e Cidade Jardim em função da precipitação acumulada em 1, 3 e 7 dias antecedentes ao evento.**

Analisando os dados apresentados na Tabela 1 observa-se que as maiores variações nas concentrações de DQO ocorreram nos pontos C1 e C4, na Bacia Cidade Jardim, onde os valores dos desvios padrões foram muito superiores aos valores das médias aritméticas.

Quanto aos pontos localizados na Bacia Mirassol, M1, M2 e M4, e o ponto C2, na Bacia Cidade Jardim, verificou-se tendência de normalidade na distribuição dos dados indicada pelas proximidades entre valores das médias aritméticas em relação às médias geométricas e medianas.

A dispersão dos dados observados na Bacia Cidade Jardim pode ter sido influenciada por um evento de precipitação isolado ocorrido no dia 22/08/2008 após um considerável período de estiagem.

A avaliação dos valores de tendência central para as concentrações de DQO nas duas bacias pode ser observada na Figura 5 a seguir.



**Figura 5 – Valores de tendência central para a DQO.**

A concentração média de DQO na Bacia Cidade Jardim foi superior à Bacia Mirassol. Segundo Tucci (1995), é de se esperar que zonas residenciais de baixa densidade, com parques e jardins, sejam geradores de uma quantidade menor de poluentes do que aquelas mais densamente ocupadas (Bacia Mirassol, por exemplo), mesmo porque nessas áreas, a impermeabilização é maior, e conseqüentemente, maiores volumes de escoamento são gerados, com maior arraste de poluentes.

## 4 – CONCLUSÕES

Diante do exposto pode-se concluir que o estudo qualitativo das águas pluviais urbanas em bacias pilotos realizado na cidade de Natal-RN pode ser considerado mais um avanço no desenvolvimento de pesquisas teórico-experimentais envolvendo a complexidade do ambiente urbano.

As dificuldades encontradas na experimentação do amostrador composto, que tinha por finalidade verificar o decaimento das concentrações de poluentes e contaminantes encontrados nas águas de escoamento superficial urbano com a sucessividade dos eventos chuvosos, sugerem que novos testes hidráulicos sejam realizados para este dispositivo até se alcançar condições ideais de amostragem.

No tocante aos aspectos qualitativos das águas pluviais, apesar da bacia Cidade Jardim, apresentar menor percentual de ocupação dos lotes em relação à Bacia Mirassol, a taxa de impermeabilização decorrente do tipo de pavimentação (asfalto e paralelepípedos, respectivamente) parece ser a maior responsável pelas concentrações mais elevadas do parâmetro monitorado (DQO) nessa bacia.

Destaca-se aqui que os valores médios de DQO obtidos para as bacias em estudo devem ser tomados com reservas, pois trata-se de uma primeira estimativa realizada com base num número reduzido de eventos observados e dada a natureza prospectiva da amostragem. Sendo assim, ressalta-se a importância de ajustes hidráulicos e continuidade do monitoramento a fim de se obter uma série longa de dados que subsidiem tomadas de decisão.

## AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem à FINEP - Agência de Financiamento Nacional de Estudos e Projetos, a Caixa Econômica, a ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, ao Ministério das Cidades, ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à FUNPEC – Fundação de Pesquisa da Universidade Federal do RN, pelo apoio na realização desta pesquisa.

## BIBLIOGRAFIA

APHA et al., Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. New York, Public Health Association. 1998.

TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, L.L.A. (2004). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 3.ed., primeira reimpressão. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004, 943 p.

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. (1995). *Drenagem Urbana: Coleção ABRH de Recursos Hídrico*. 5.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 1995, 428 p.