



**HAL**  
open science

## Avaliação da Qualidade das Águas Pluviais Urbanas num bairro em Recife

Jaime Cabral, Laercio L. Santos, Ana Gama

► **To cite this version:**

Jaime Cabral, Laercio L. Santos, Ana Gama. Avaliação da Qualidade das Águas Pluviais Urbanas num bairro em Recife. Journées Franco-brésiliennes en Hydrologie Urbaine, Paris, France. 2010. hal-01075047

**HAL Id: hal-01075047**

**<https://enpc.hal.science/hal-01075047>**

Submitted on 17 Oct 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Avaliação da Qualidade das Águas Pluviais Urbanas num bairro em Recife

Jaime J S P Cabral<sup>1</sup>, Laércio L. Santos<sup>2</sup> & Ana Gama<sup>3</sup>

<sup>1</sup>[jcabral@ufpe.br](mailto:jcabral@ufpe.br), <sup>2</sup>[laercioeng@yahoo.com.br](mailto:laercioeng@yahoo.com.br) <sup>3</sup>[anacfgama@gmail.com](mailto:anacfgama@gmail.com)

<sup>1,2,3</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Departamento de Engenharia Civil. Av Prof. Moraes Rego, 1235, Recife, PE, Brasil. Fone (55) 81 2126 – 7216 / 9987-8260

**RESUMO:** A qualidade das águas pluviais urbanas tem sido investigada nos últimos anos. Os veículos automotivos liberam metais pesados, como o cobre, zinco e chumbo através do desgaste de embreagem, freio e pneus. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a poluição difusa das águas pluviais, por contaminantes provenientes de veículos automotivos numa rua de Recife-Brasil. Para tanto, foi identificada uma área piloto com piso de asfalto e tráfego intenso e foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade e metais pesados como o chumbo, ferro, zinco, cobre e cádmio. As normas brasileiras para lançamentos de efluentes e para rios de Classe 2 foram utilizadas para avaliar os resultados, cujos valores, mostraram que para rios de Classe 2 todos os parâmetros estão acima do permitido, porém, em relação ao lançamento de efluentes, percebe-se que apenas a amônia apresenta valores acima do valor da normal.

**Palavras – chave:** Águas pluviais urbanas, drenagem urbana, qualidade da água, contaminantes automotivos.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas diversos estudos sobre águas pluviais em áreas urbanas como, por exemplo, na Europa e na América do Norte, vieram provar que estas fontes de poluição difusa constituem focos significativos de poluição. Estes efluentes possuem características qualitativas e um modo de descarga no meio ambiente muito distinto do que se passa com sistemas de drenagem urbana ou efluente pontuais.

Para se atingir e manter os objetivos de qualidade do corpo hídrico receptor é necessário um conhecimento de todas as fontes de poluição existentes – pontuais e difusas – dos poluentes gerados em cada origem e dos modos de descarga no meio hídrico. Há também que identificar os diferentes tipos de impactos, os diferentes poluentes cumulativos ou não, e os poluentes já presentes no corpo hídrico.

A previsão da qualidade das águas pluviais em ruas urbanas é um processo fundamental para avaliar os impactos que estas poderão causar no corpo hídrico. Esses impactos dependem da via de circulação de tráfego em si (por exemplo, perfil transversal, tipo de tráfego, etc.) e ainda das características do local onde se implantam, desde o uso do solo, passando pela topografia, clima (ventos, precipitação, etc.), entre outras variáveis.

## 2. POLUENTES GERADOS NAS ESTRADAS

A dimensão e o tipo de acumulação dos poluentes nas superfícies pavimentadas dependem do próprio pavimento, do volume do tráfego, das atividades de manutenção, de variáveis sazonais e do uso da área adjacente. Muitos dos poluentes são características do tipo de material do pavimento, produtos da combustão dos veículos, perdas do sistema de lubrificação, degradação dos pneus, perdas de produtos em transportes e produtos resultantes da corrosão e desgaste de componentes dos veículos, como as pastilhas de freios e de embreagens. Existem outros poluentes provenientes de fontes como a poluição atmosférica, a erosão do solo, indústrias, lixos, animais e vegetação, que podem ser transportados, pela chuva e vento, contribuindo para a poluição das águas pluviais em áreas urbanas. A seguir são discutidos alguns poluentes encontrados nas águas pluviais de áreas urbanas.

### **2.1. Metais Pesados**

Os metais pesados são geralmente adsorvidos por partículas suspensas no ar como o pó e outros sólidos suspensos, e por materiais usados no processo de construção como o asfalto, o cascalho, etc.. Os metais pesados mais frequentemente detectados, e em concentrações mais elevadas, são o cobre (Cu), o chumbo (Pb) e o zinco (Zn) (LNEC,2005).

Na União Européia (EU) para reduzir a emissão de metais pesados na atmosfera, o uso de chumbo como aditivo na gasolina está proibido. Apesar disso, ainda existem muitas outras fontes de metais pesados e que podem contaminar o lençol freático e conseqüentemente as águas subterrâneas. No Brasil, os estudos sobre metais pesados nas águas pluviais das vias de transporte ainda estão restritos a poucas localidades.

### **2.2. Hidrocarbonetos**

São moléculas constituídas principalmente de hidrogênio e carbono, podendo ainda incluir na sua estrutura oxigênio, azoto e enxofre. A poluição das estradas por hidrocarbonetos é gerada pelo processo de combustão no motor (de combustíveis e óleos) ou através de perdas de óleos dos sistemas de lubrificação. Os hidrocarbonetos são liberados pelo processo de combustão resultante da queima de gasolina.

Óleos, combustíveis e lubrificantes, são geralmente lixiviados ou evaporados para o ambiente e estão constantemente liberados no processo de combustão.

A evaporação desempenha um papel importante na emissão de poluentes por hidrocarbonetos. O vapor é liberado pelo sistema de combustão quando o veículo está em movimento ou em estacionamento com o motor ligado. A emissão desses poluentes também pode ocorrer nos postos de combustíveis ou através de vazamentos de combustíveis em carros mais velhos.

### **2.3. Partículas Sólidas**

É principalmente a poeira, areia, vidro, plástico etc. e, ainda partículas orgânicas do solo (húmus). É comum a adsorção de metais pesados e hidrocarbonetos a estas partículas. As poeiras, solo, e húmus podem também conter bactérias e vírus, eventualmente patogênicos.

O tamanho da partícula influencia o seu processo de locomoção nas áreas urbanas. O vento pode não ser capaz de transportar partículas de tamanhos maiores ficando depositadas e amontoando em determinados locais.

### **3. O TRÁFEGO RODOVIÁRIO**

A emissão dos poluentes pelo tráfego rodoviário, depende do tipo de rodovia e do seu estado de conservação, da idade dos veículos, da velocidade do tráfego e da quantidade de veículos que trafegam na rodovia. Vários estudos demonstram uma preocupação sobre o deslocamento dos poluentes em áreas urbanas. Alguns autores afirmam que determinados poluentes dificilmente se depositam além dos 30 metros do local de origem (LNEC, 2005). Normalmente as quantidades de poluentes seguem um padrão logarítmico decrescente à medida que a distância aumenta.

#### **3.1. Tipo e Idade dos Carros**

Os carros mais novos, de acordo com as novas concepções que levam em consideração as questões ambientais, poluem menos que os carros mais antigos. Um exemplo bem claro dessa diminuição foi à troca do sistema de carburação dos carros antigos pelo sistema de injeção eletrônica.

O peso do veículo também é um fator decisivo no desgaste dos pavimentos, uma vez que, a erosão da superfície e o desgaste dos pneus dependem do peso do carro. Por exemplo, um caminhão (4000 kg por roda), provoca muito mais desgaste nos pneus e nos pavimentos do que um carro (250 kg por roda).

#### **3.3. Intensidade do Tráfego Rodoviário**

A acumulação de metais pesados na superfície do solo e na vegetação é largamente influenciada pelo volume do tráfego. Estudos na Europa mostram que as rodovias com tráfego acima de 30000 veículos diários podem causar impactos ambientais sérios.

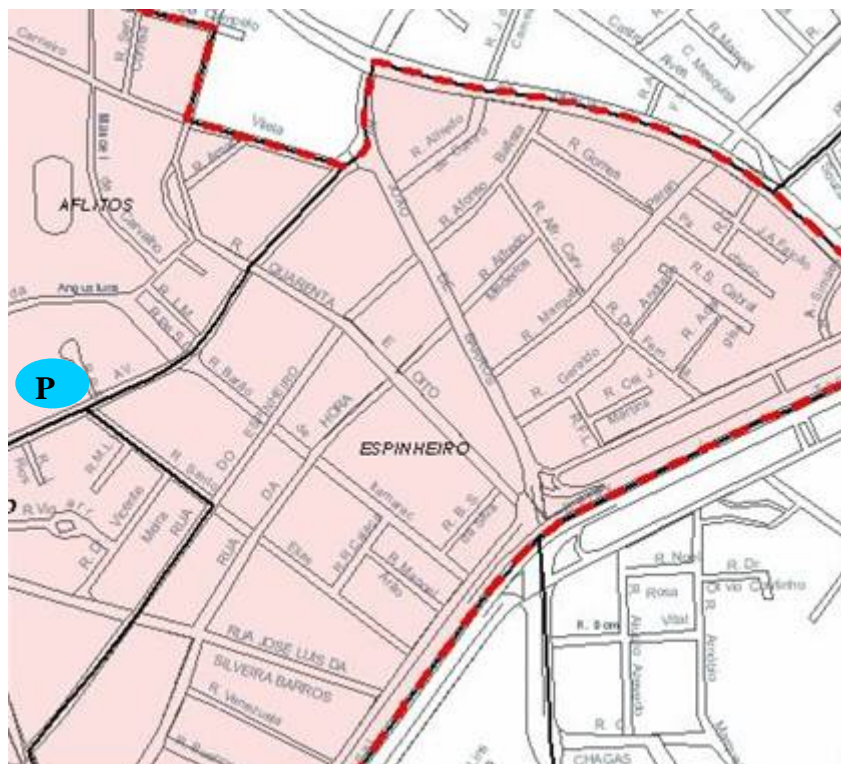
## **5. ESTUDO DE CASO**

A cidade de Recife é formada por uma planície de cotas muito baixas (entre 1 e 10 metros), cercada por uma cadeia de morros de baixa altitude. Com o crescimento das últimas décadas, a cidade se propagou em direção às cidades vizinhas formando uma região metropolitana que atualmente envolve 14 cidades, apresentando no ano de 2000 uma população total de 3.337.565 habitantes, sendo cerca de 97% ocupando áreas urbanas.

A cidade apresenta-se densamente urbanizada, principalmente na área central e nos bairros da praia na zona sul, sendo a quase totalidade destes bairros ocupada por edificações e ruas pavimentadas à exceção da superfície formada pelos cursos de água, pequenas áreas

verdes representadas por alguns parques, praças e manguezais. Esta taxa de ocupação gera grande impermeabilização do solo, ocasionando índices altos de escoamento superficial e baixas taxas de infiltração de águas de chuvas.

O bairro do Espinheiro, localizado na área central da cidade na planície de Recife apresenta baixas declividades, é ocupado por grande número de habitantes e sua população tem um poder aquisitivo caracterizada entre médio e alto. Foi realizado um cadastro, incluindo a localização das ruas com georeferenciamento em coordenadas UTM, a posição das bocas de lobo, a posição dos poços de visita, o diâmetro e cota das galerias existentes (Figura 1).



**Figura 1.** Área do bairro do Espinheiro, mostrando o local de estudo onde foram coletadas as amostras de água.

Para o monitoramento da qualidade da água foram utilizadas recipientes cilíndricos utilizando tubos de PVC para as paredes laterais e o fechamento do topo e da base sendo feito com madeira encaixada sob pressão e vedação feita com silicone (garrafa NAVA, USP).

Os recipientes coletores (Figura 2) possuem um orifício na parte superior no qual é inserido um parafuso que prende o tubo a uma haste de madeira. Cada amostrador foi fixado na parede do microreservatório a dois níveis diferentes: 25 e 35 cm do fundo do reservatório respectivamente.

Para facilitar a montagem do equipamento na parede da caixa coletora da drenagem pluvial foi confeccionado um dispositivo soldando uma haste metálica na cabeça do parafuso, evitando com isso a necessidade de usar a chave de fenda conforme Figura 3. Além disso, a haste de madeira foi confeccionada para deixar cada coletor sempre na mesma altura (25 e 35 cm, respectivamente) da laje do fundo, evitando assim, a necessidade do operador descer no poço de visita.



**Figura 2.** Recipiente coletor (Garrafas modelo Nava, USP).



**Figura 3.** Vista superior do poço de visita com duas garrafas coletoras instaladas, observando-se os parafusos confeccionados para fixar a haste a parede.

## 6. RESULTADOS OBTIDOS

Para efeito deste trabalho os dados serão analisados considerando-se os padrões de qualidade de águas superficiais e de lançamento de efluentes do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Resolução 357/05 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes para todos os Estado da Federação brasileira. No caso será o rio receptor das águas pluviais o rio Capibaribe e Beberibe que tem Classe 2.

O enquadramento consiste no estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (Classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo. De acordo com a Resolução 357/05 as águas doces são classificadas em quatro Classes: Classe especial, Classe 1,2 e 3. Neste estudo de caso o corpo receptor das águas pluviais é o rio Capibaribe, cuja classificação é Classe 2.

As águas dos rios de Classe 2 são destinados aos seguintes usos de águas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.

Por outro lado, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostos na referida Resolução do CONAMA

Na Tabela 1 abaixo, Encontra-se os dados obtidos, e os padrões do CONAMA para lançamento de efluentes e para rios de qualidade de água de Classe 2.

**Tabela 1 - Dados Analisados/Padrão de Lançamento/Padrão Classe2**

PARÂMETROS	UFPE									
	10/2008 a	11/2008 b	01/2009 b	01/2009 c	04/2009 b	05/2009 b	05/2009 c	06/2009 b	06/2009 c	Unidade
pH	7,5	7,5	6,9	7	----	7,3	7,3	7,3	7,3	-
Turbidez	2,18	4,8	2,89	3,92	----	26,7	106	109	49,1	uT
Amônia em NH <sub>3</sub>	<b>5,14</b>	3,32	<b>18,2</b>	<b>20,8</b>	----	0,61	2,68	0,83	0,29	mg/L
Ferro total	<b>0,76</b>	<b>1,77</b>	<b>1,07</b>	<b>1,66</b>	<b>0,41</b>	<b>2,22</b>	<b>7,58</b>	<b>12,8</b>	<b>4,79</b>	mg/L
Manganês	<b>0,21</b>	0,11	ND	ND	0,06	0,03	0,02	ND	ND	mg/L
Zinco	0,02	<b>1,25</b>	<b>0,58</b>	<b>0,5</b>	<b>0,71</b>	0,17	<b>0,92</b>	0,15	<b>0,31</b>	mg/L
Cobre	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	mg/L
Cromo total	ND	0,01	0,03	0,04	ND	0,01	0,01	0,01	0,01	mg/L
Níquel	<b>0,3</b>	0,24	0,02	<b>0,29</b>	0,2	<b>0,36</b>	<b>0,3</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	mg/L
Chumbo	----	----	----	----	ND	<b>0,03</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>	0,01	mg/L
Observações: a - Amostra retirada do fundo do microreservatório; b - Amostra retirada a 25 cm do fundo do microreservatório; c - Amostra retirada a 35 cm do fundo do microreservatório										
Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed.2005; ND = Não detectado; Limites de detecção : Cobre:0,01mg/L, Cromo: 0,001 mg/L.										
---- Análise não realizada										

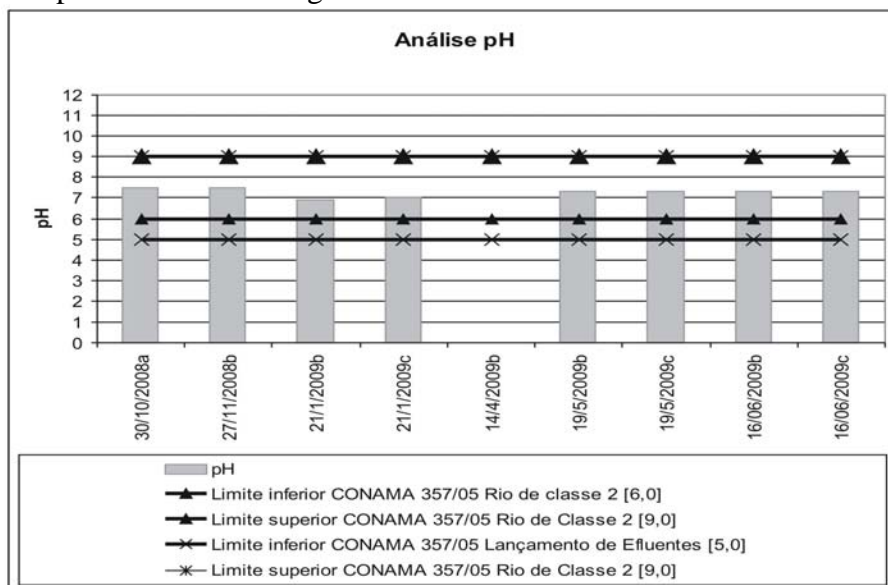
A Tabela 2 a seguir apresenta os resultados para média e mediana para os parâmetros analisados.

**Tabela 2 – Análise da Média, Mediana e Máximo encontrado para os parâmetros analisados**

PARÂMETROS	Média	Mediana	Máximo	Padrão de lançamento*	Padrão Classe 2**
pH	7,263	7,3	7,5	5 a 9	6 a 9
Turbidez	38,074	15,75	109	<100	
Amônia em NH <sub>3</sub>	6,484	3	20,8	20	3,7
Ferro total	3,673	1,77	12,8	15	<0,3
Manganês	0,086	0,06	0,21	1	<0,1
Zinco	0,512	0,5	1,25	5	<0,18
Cobre	----	----	0	1	< 0,009
Cromo total	0,017	0,01	0,04	0,5	<0,05
Níquel	0,208	0,24	0,36	2	<0,025
Chumbo	0,05	0,05	0,09	0,5	<0,01
---- Análise não realizada;					
* Resolução do CONAMA 357/05 para Lançamento de Efluentes;					
** Resolução do CONAMA 357/05 para Rios e Classe 2.					

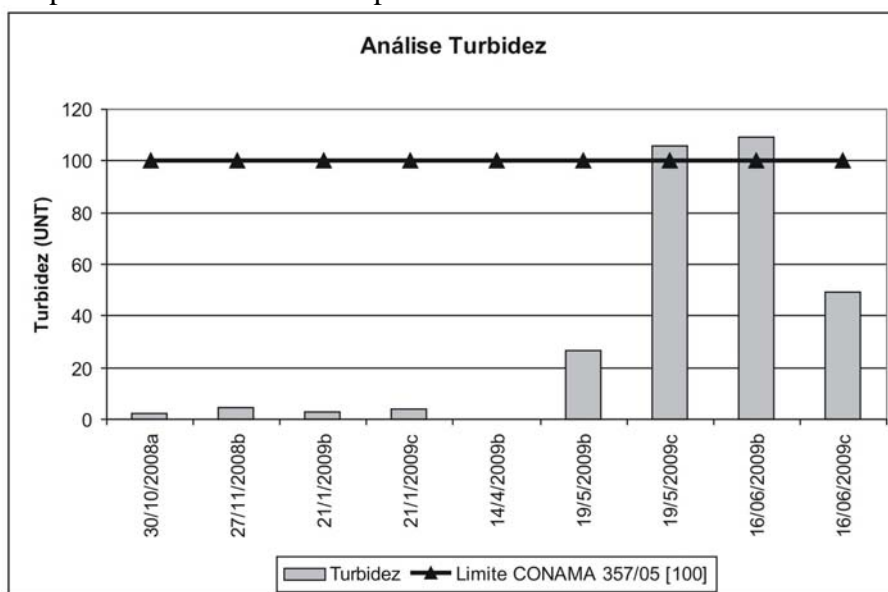
Os valores médios analisados para os parâmetros químicos demonstram que apenas o Ferro Total apresenta valores acima do estabelecido pelo CONAMA, para os dados de qualidade de rios de Classe 2, embora o cloreto esteja perto de 12 mg/l, muito abaixo dos valores permitidos. Em nenhuma análise foi detectado Cobre, talvez devido aos limites de detecção dos equipamentos utilizados na análise que foi de 0,01 mg/L.

Analisando os dados de pH verifica-se que os mesmos encontram-se dentro dos limites mínimos e máximos permissíveis de acordo com a legislação brasileira para os padrões de lançamento de efluentes e de qualidade de água para os rios de Classe 2 em todas as amostras coletadas como pode ser visto na Figura 4.



**Figura 4.** Análise do pH comparado com os padrões do CONAMA.

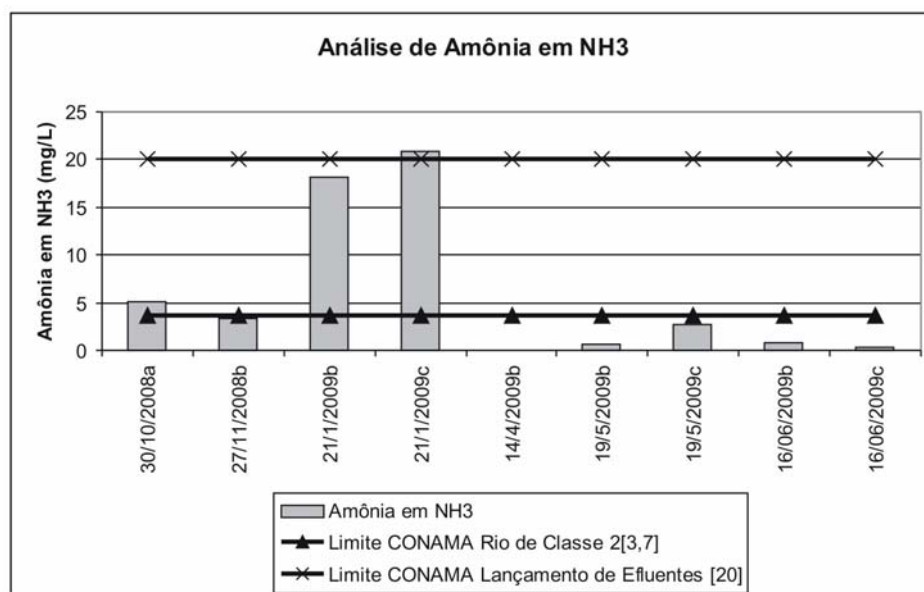
Para a turbidez apenas duas amostras apresentaram-se acima dos padrões adotados (Figura 5), isto possivelmente devido ao período chuvoso.



**Figura 5.** Análise da turbidez comparado com os padrões de qualidade de acordo com a resolução do CONAMA.

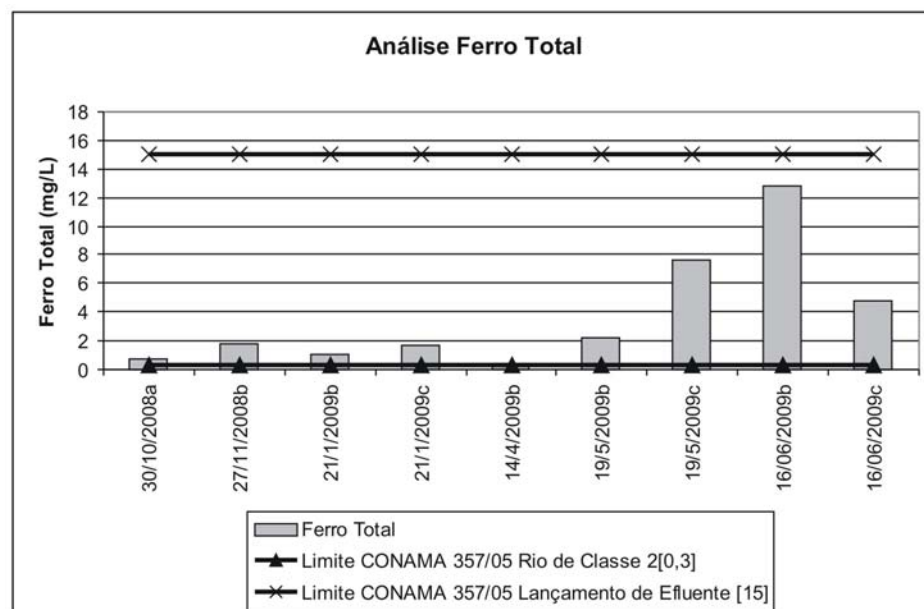


Com relação a Amônia (Figura 6) muitos dados individuais, apresentaram valores acima do padrão Classe 2 de qualidade de água, e além disso uma das amostras não se enquadram no padrão de lançamento de efluentes.



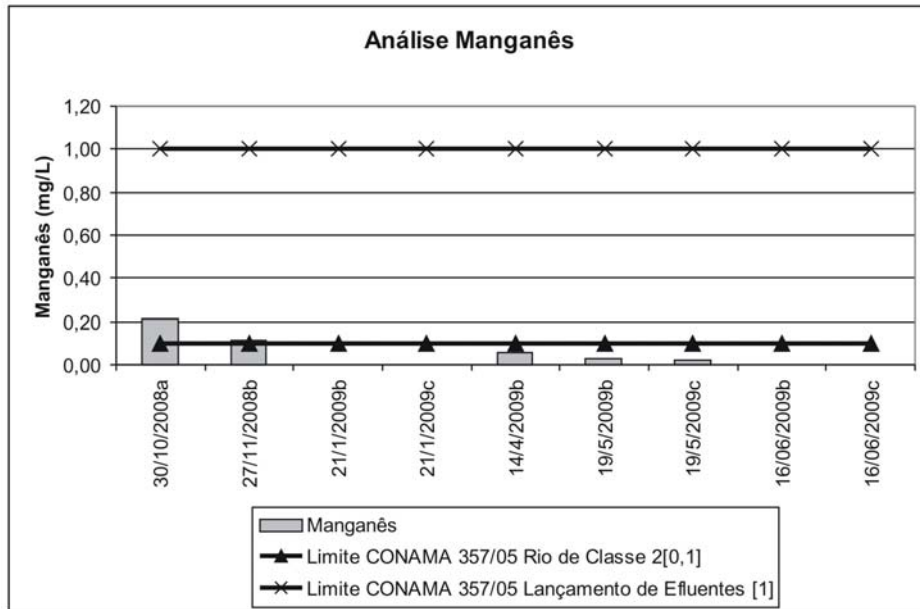
**Figura 6.** Análise da Amônia comparado com os padrões de qualidade de acordo com a resolução do CONAMA.

Com relação ao Ferro Total (Figura 7) todos os dados individuais, apresentaram valores acima do padrão Classe 2 de qualidade de água, no entanto se enquadra no padrão de lançamento de efluentes.



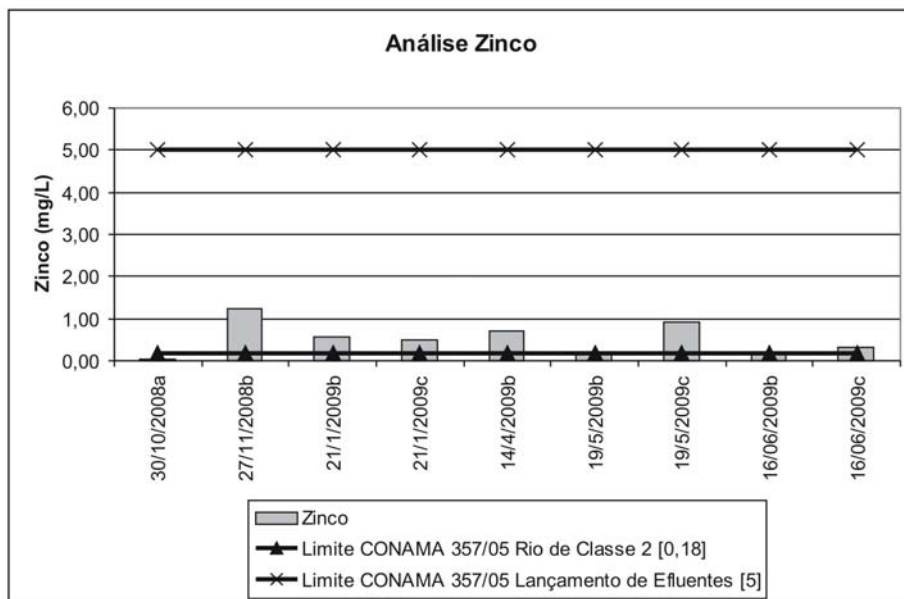
**Figura 7.** Análise do ferro total comparado com os padrões de qualidade de acordo com a resolução do CONAMA.

Para o elemento Manganês (Figura 8) dois dos valores encontrados ficaram acima do padrão Classe 2, porém, atende aos padrões de qualidade de água e de lançamento de efluentes considerados.



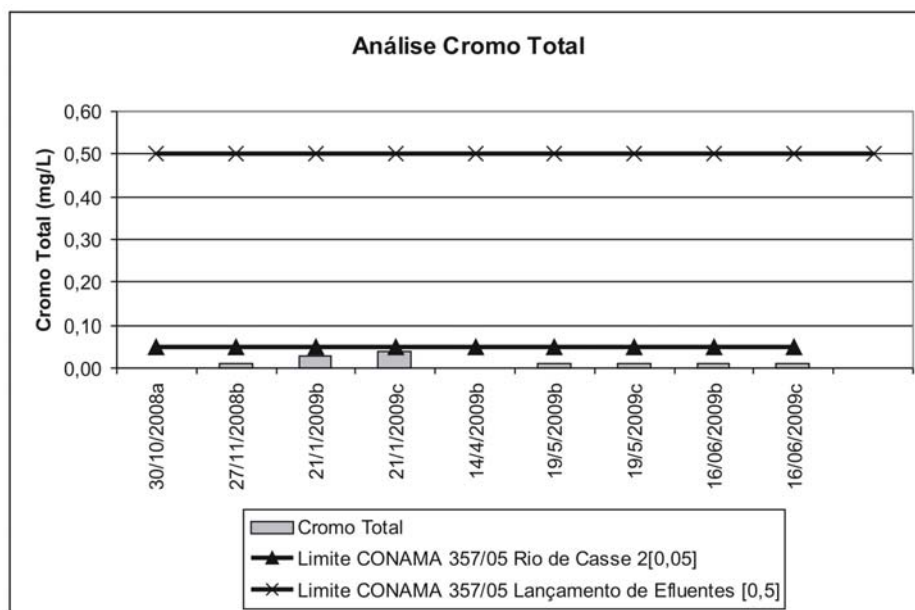
**Figura 8.** Análise do manganês comparado com os padrões de qualidade de acordo com a resolução do CONAMA.

Na análise do Zinco (Figura 9) foi detectado valores elevados em cinco das amostras analisadas, sendo que tanto a média como a mediana dos valores encontrados ficaram acima do padrão de qualidade de água, mas ambas em conformidade com o estabelecido para lançamento de efluentes.



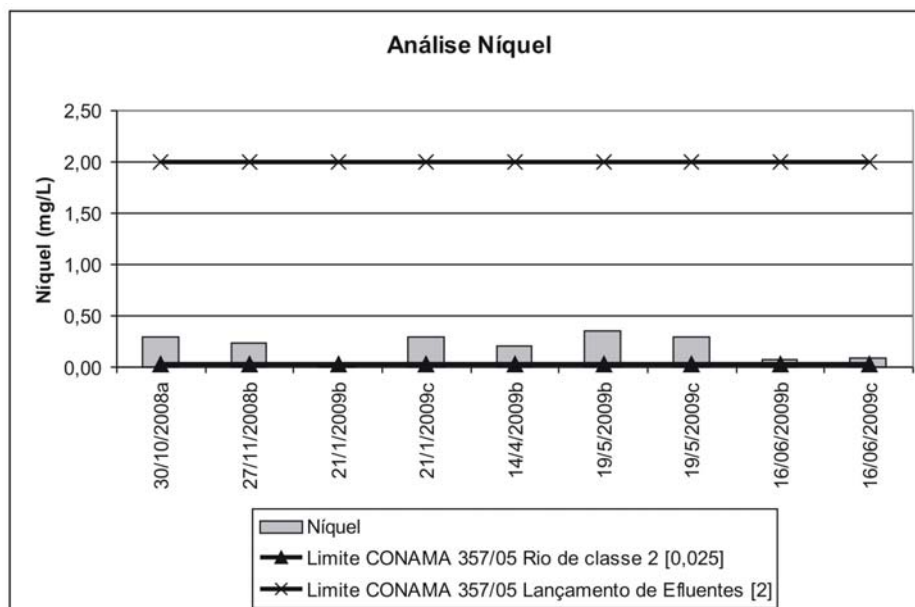
**Figura 9.** Análise do zinco comparado com os padrões de qualidade de acordo com a resolução do CONAMA.

O Cromo (Figura 10) detectado em praticamente todas as amostras coletadas, apresentaram valores dentro dos padrões de qualidade de água e de lançamento de efluentes da legislação ambiental.



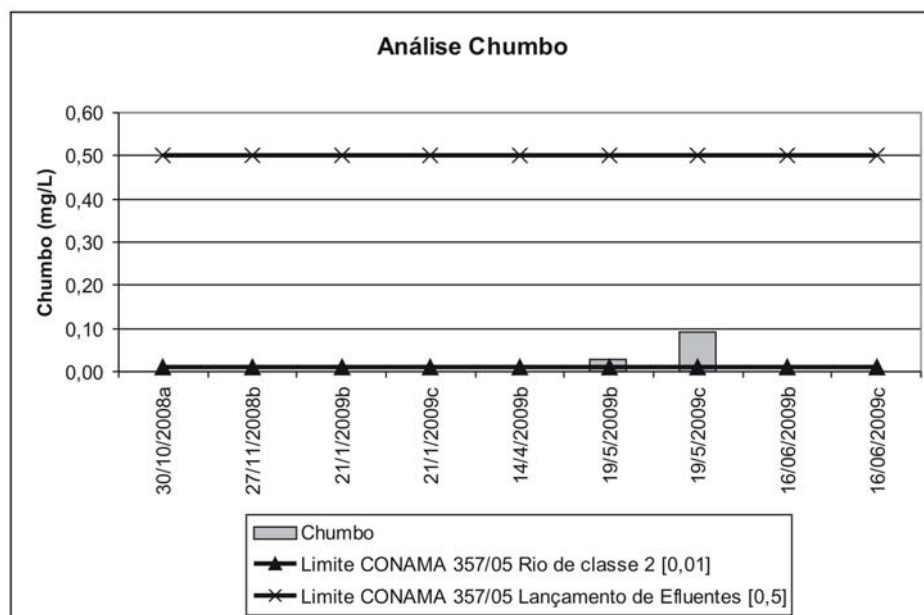
**Figura 10.** Análise do cromo total comparado com os padrões de qualidade de acordo com a resolução do CONAMA.

Os valores obtidos do metal Níquel (Figura 11) apresentaram-se acima do padrão de qualidade de água, embora estejam dentro dos padrões de lançamento de efluentes.



**Figura 11.** Análise do níquel comparado com os padrões de qualidade de acordo com a resolução do CONAMA.

A análise do elemento Chumbo (Figura 12) está acima do padrão de qualidade, inclusive na média, porém para o lançamento de efluentes, os valores se enquadram de acordo com o CONAMA.



**Figura 12.** Análise do chumbo comparado com os padrões de qualidade de acordo com a resolução do CONAMA.

## 7. CONCLUSÕES

Verificou-se que as águas pluviais das ruas do bairro do Espinheiro na cidade do Recife no Brasil apresentam diversos poluentes que podem contaminar os cursos de água da cidade.

O bairro do Espinheiro é considerado um bairro nobre da cidade de Recife. Quanto ao esgoto doméstico, 100% é coletado, o lixo é coletado diariamente pela prefeitura e as ruas varridas diariamente. Mesmo assim, as águas pluviais ainda carregam muitos poluentes.

Os valores obtidos para a concentração de Cobre e de Cromo foram praticamente inexistentes, bem abaixo dos limites recomendados pela resolução do CONAMA 257/05. Em relação a amônia, a maior parte dos resultados estiveram acima dos valores limites para a classe 2 de rios brasileiros, além disso, em duas campanhas de monitoramento os resultados ficaram acima do padrão de lançamento de efluentes.

Nas análises dos metais como o Ferro, Manganês, Níquel e Chumbo foram encontrados concentrações acima do limite estabelecido pela legislação brasileira para cursos d'água de classe 2.

No entanto, os valores obtidos para a concentração de Cobre e de Cromo, elementos que podem gerar toxicidade ao corpo receptor foram praticamente inexistentes, bem abaixo dos limites recomendados pela resolução do CONAMA 257/05 tanto para o lançamento de efluentes como para a qualidade do próprio rio receptor.

Nos demais metais como o Ferro, Manganês, Cobre, Níquel e Chumbo foram encontrados concentrações acima do limite estabelecido na referida norma da legislação

brasileira para lançamento de efluentes em cursos d'água, os quais são com alto potencial contaminante.

As concentrações de Zinco, Níquel e Chumbo provavelmente são derivadas dos desgastes dos pneus e do sistema de freios visto que na região tem tráfego pesado de veículos com muitos semáforos em situações onde os veículos continuamente aceleram e freiam.

## **8. BIBLIOGRAFIA**

LNEC, 2005 - RELATÓRIO FINAL 109/05 – *Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Avaliação e Gestão Ambiental das Águas de Escorrença de Estradas*. Lisboa, Março de 2005.

Novotny, V. & Olem, H. . *Water Quality: Prevention, identification, and management of diffusion pollution*. 1994. New York. USA. Van Nostrand Reinhold.

Porto, M .F.A. *Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas. Drenagem Urbana*. 1995. Porto Alegre – ABRH.

Debo, T. N. Reese, A. J. – *Municipal Storm Water Management*. 1995. ED. Lewis. Boca Raton.

GOMES, A. P. *Acumulação e transporte de sedimentos na microdrenagem: monitoramento e modelagem*. 2008. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

PAZ, M. F.; GASTALDINI, M. C. C.; JORGE, M. P. *Avaliação da qualidade do escoamento superficial da bacia alto da colina*. 2004. In: XI SILUBESA – SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA, 11, Natal. Anais... ABES. p.1-9.