



V-073 - A DIFÍCIL RECUPERAÇÃO DE ARROIOS EM ÁREAS URBANAS - ARROIO DILÚVIO - PORTO ALEGRE - RS

Iara Conceição Morandi⁽¹⁾

Química formada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul em 1984. Ingressou no Departamento Municipal de Água e Esgotos em 1976, atuando nas Seções de Análises Físico-Químicas, de Pesquisa Aplicada e de Treinamento de Pessoal. Atualmente desenvolve trabalhos técnicos e de pesquisa na área de saneamento ambiental da Divisão de Pesquisa do DMAE.

Carla Marques Faria

Médica Veterinária formada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 1978. Técnico científico da Divisão de Pesquisa do Departamento Municipal de Água e Esgotos, onde atuou nos laboratórios de Análises Físico-Químicas, de Análises Biológicas e de Virologia. Foi Diretora da Divisão de Pesquisa e atualmente desenvolve trabalhos técnicos e de pesquisa na área de saneamento ambiental.

FOTOGRAFIA
NÃO
DISPONÍVEL

Endereço⁽¹⁾: Rua Barão do Cerro Largo, nº 600 - Bairro Menino Deus - Porto Alegre - RS - CEP: 90850-110 - Brasil - Tel: (51) 218-9834 - Fax: (51) 218-9849 - e-mail: iaracm@dmae.prefpoa.com.br

RESUMO

O crescimento populacional desordenado que se verifica nos grandes centros urbanos leva à ocupação de áreas irregulares que, carentes de qualquer infra-estrutura, tornam-se pontos críticos e passam a exigir do poder público ações emergenciais para atender às necessidades básicas das camadas menos favorecidas da sociedade. Entretanto, os recursos canalizados para atender demandas localizadas retardam soluções definitivas dentro de um contexto maior de saneamento e podem comprometer ainda mais o meio ambiente ao utilizar os recursos hídricos como os receptores naturais de águas servidas.

O arroio Dilúvio percorre uma extensão de 17.605m das nascentes até a foz, escoando suas águas no sentido leste-oeste. É o escoadouro natural das águas pluviais de uma sub-bacia de 83,74 km² e receptor das águas servidas geradas por parte dos 446 mil habitantes que ocupam sua área de drenagem. Além disso, recebe anualmente cerca de 50.000m³ de detritos, com o conseqüente assoreamento de sua calha, diminuindo com isso as suas condições de vazão.

A sub-bacia do Dilúvio, a mais importante de Porto Alegre, possui o percentual mais significativo de redes coletoras de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto, em relação as demais sub-bacias da cidade. Apesar dos esforços do poder público em promover a melhoria da qualidade de vida da população que habita a bacia do arroio Dilúvio, a implantação e/ou ampliação de sistemas de esgotamento sanitário nesta região não conseguiram reverter o quadro de poluição em que se encontram as águas do arroio.

Confirmando o que historicamente tem sido constatado, o comprometimento do arroio Dilúvio vem aumentando progressivamente de montante para jusante, refletindo o descompasso existente entre as demandas decorrentes do rápido crescimento populacional que tem se verificado nessa área ao longo dos últimos anos e os recursos financeiros disponíveis para o saneamento global da região.

Assim, o completo saneamento da bacia do arroio Dilúvio, com o resgate da qualidade natural de suas águas, só será alcançado quando for atingido o equilíbrio entre as demandas da população e a oferta de serviços de infra-estrutura urbana na região, através de ações que conciliem a preservação e proteção ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água, Saneamento Básico, Poluição, Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional desordenado que se verifica nos grandes centros urbanos leva à ocupação de áreas irregulares que, carentes de qualquer infra-estrutura, tornam-se pontos críticos e passam a exigir do poder público ações emergenciais para atender às necessidades básicas das camadas menos favorecidas da sociedade.



Os recursos canalizados para atender demandas localizadas retardam soluções definitivas dentro de um contexto maior de saneamento, já que a implantação de sistemas integrados de coleta e tratamento de esgotos seria a solução adequada para o problema do saneamento ambiental.

Entretanto, o poder público tem consciência de que ao minimizar os efeitos diretos da poluição sobre a saúde pública através do saneamento de áreas isoladas, sem o tratamento final dos efluentes, poderá comprometer ainda mais o meio ambiente ao utilizar os recursos hídricos como os receptores naturais de águas servidas.

Em Porto Alegre, a busca de um gerenciamento mais amplo das sub-bacias hidrográficas do município, fez com que o poder público municipal lançasse, em 1993, o "Projeto Dilúvio", que unindo esforços de diferentes órgãos da esfera municipal e estadual, tem possibilitado o desenvolvimento de ações com vistas à recuperação e preservação ambiental da sub-bacia do arroio Dilúvio. O Departamento Municipal de Água e Esgotos - DMAE, dentro de suas atribuições, nos últimos anos vem investindo no saneamento da sub-bacia do arroio Dilúvio, com a implantação e ampliação de redes de esgotamento sanitário.

Apesar disso, o arroio Dilúvio, que corta a cidade de leste a oeste, vem sofrendo uma progressiva degradação da qualidade de suas águas, que pode ser atribuída ao descompasso existente entre a rápida e desordenada expansão populacional que vem ocorrendo na sub-bacia e o tempo necessário para a implantação de obras de saneamento, desde a concepção até a sua execução e operação.

Com o objetivo de avaliar o impacto das obras na qualidade das águas do arroio Dilúvio foi estabelecido um programa de monitoramento ambiental, que mostrando os níveis de degradação apresentados ao longo de seu curso, poderá fornecer importantes subsídios para a definição dos novos rumos a serem tomados para a completa recuperação deste recurso hídrico.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A SUB-BACIA DO ARROIO DILÚVIO

Histórico

A primeira referência feita ao arroio Dilúvio aparece numa carta datada de 1740, denominado de rio Jacareí, que significa na língua guarani rio dos Jacarés, como o divisor da sesmaria de Jerônimo de Ornelas. Outros nomes ainda apareceram: Riacho, Riachinho, arroio da Azenha, riacho Ipiranga (9).

O nome atual deve-se às freqüentes inundações que provocava, pois apesar de não ser um arroio caudaloso, avolumava-se subitamente por ocasião das grandes chuvas, alagando as baixadas dos bairros Santana, Azenha e Cidade Baixa (9).

As nascentes se localizam onde hoje é o Parque Saint Hilaire, na Lomba do Sabão. Deste ponto até a Av. Azenha o traçado do arroio não foi modificado, tendo sido feitos apenas trabalhos de canalização e regularização das margens (9).

Em 1905, o intendente José Montauray mandou abrir um canal em linha reta para retificar o arroio Dilúvio, desde a ponte do Menino Deus até a Praia de Belas, para facilitar a sua vazão a montante da ponte do Menino Deus e eliminar a grande volta que o riacho dava na zona denominada Ilhota, que era formada no encontro com o arroio Cascata a oeste e ao sul da atual Praça Garibaldi. Após este ponto, seu traçado passava próximo a atual Rua João Alfredo e sob a Ponte de Pedra situada no Largo dos Açorianos, para em seguida desaguar no Guaíba (9).

No final da década de 30 e início da década de 40 foram projetadas e iniciadas as obras de canalização do arroio Dilúvio, ligando suas águas desde a Av. João Pessoa até o Guaíba. A obra de desvio e canalização do riacho e implantação da Av. Ipiranga prolongou-se por 20 anos, livrando uma série de bairros dos crônicos problemas das enchentes (9).



Área de estudo

A sub-bacia do arroio Dilúvio tem uma área total de 83,74km², sendo 83% pertencente ao município de Porto Alegre e 17% ao município de Viamão. A população de Porto Alegre contribuinte à sub-bacia do arroio Dilúvio é de 446 mil habitantes, que corresponde a um terço da população da cidade (6).

O arroio Dilúvio nasce nos limites dos municípios de Porto Alegre e Viamão, e percorre uma extensão de 17.605m até a foz, escoando suas águas no sentido leste-oeste. Próximo às cabeceiras se junta aos arroios Vitorino, Taquara, Pequeno Casa Velha e Sem Nome para formar a Represa Lomba do Sabão. Seguindo seu percurso, recebe importantes contribuintes: pela margem direita, são seus afluentes principais os arroios dos Marianos, Beco do Salso e São Vicente e pela margem esquerda, os arroios Mato Grosso, Moinho, Cascata e Águas Mortas (6). No final do percurso lança-se ao Guaíba, entre os Parques Maurício Sirotsky Sobrinho (Harmonia) e Marinha do Brasil (9).

Morfologia

A reconstrução da morfologia natural da sub-bacia, feita através de cartas topográficas do final do século XIX e início do século XX, mostra o canal meandrante do arroio Dilúvio drenando um vale de fundo chato que se abria entre a Crista de Porto Alegre e a Crista da Matriz em direção ao lago Guaíba (6).

O relevo da sub-bacia do arroio Dilúvio é bem diferenciado. Os divisores ao sul são demarcados pelos terrenos íngremes dos morros Santana (311m) e da Polícia (290m), encimados por campos com matacões e matas. À jusante da sub-bacia estão localizadas as terras baixas, formadas pelos terraços e planície fluviais do arroio Dilúvio, com altitudes que variam entre 4m e 10m. Os divisores da sub-bacia ao norte são demarcados pelo topo dos morros da Crista e da Matriz (6).

O arroio Dilúvio possui três estados morfológicos desde a região de nascentes, nas colinas no limite com o município de Viamão, até desembocar no lago. No segmento das cabeceiras e nas vertentes que delimitam a sub-bacia, os afluentes ainda possuem canais pouco sinuosos, leitos pedregosos e algumas quedas d'água que ajudam a erodir os terrenos altos.

O trecho intermediário, situado no vale principal, inicia-se no bairro Agronomia, onde a estreita planície fluvial, com cerca de 500m de largura, estende-se até o Morro Santo Antônio. Nesse intervalo, são drenadas as águas da maior parte dos afluentes do arroio Dilúvio.

No segmento final, o curso apresentava-se, antes da retificação, sob forma meandrante e percorria uma planície fluvial com 2,5 km de largura, entre as encostas da Crista de Porto Alegre e da Crista da Matriz. Esta planície fluvial era constantemente inundada na época das cheias, quando o volume de água ultrapassava a capacidade de transporte do canal. Por essa razão, originalmente, a planície fluvial do arroio Dilúvio era formada por banhados que se estendiam desde a área ocupada hoje pelo bairro Menino Deus até o Parque Farroupilha.

A foz do arroio na enseada da Praia de Belas era marcada por bancos de areia que se formavam paralelos a margem. Esses bancos eram constantemente retrabalhados pelo fluxo do canal ou pela subida do nível do lago ocasionada pelo vento ou por inundações periódicas (6).

Dados técnicos

A extensão canalizada e retificada do arroio Dilúvio está estimada em 12 km, dos quais 10 km, compreendidos entre a Av. Antônio de Carvalho e o Guaíba, tem calha central localizada entre as duas pistas da Av. Ipiranga.

A seção de montante a Av. Antônio de Carvalho possui uma calha central em alvenaria de pedra de 8m de largura por 2m de altura e taludes laterais com grama com 2,5m de altura e inclinação de 1:1,5 (8).



Entre a Av. Antônio de Carvalho e a Rua Cristiano Fischer o canal apresenta uma calha central com fundo natural e paredes laterais com 15m de largura e 2m de altura em alvenaria de pedra. Possui taludes laterais em lajes de grês com 2,5m de altura e inclinação de 1:1 e talude superposto em grama, também com 2,5m de altura e inclinação de 1:1 (8).

Entre a Rua Cristiano Fischer e a Av. Borges de Medeiros a seção possui as mesmas características, variando somente a calha central que passa a ter 20m de largura por 2m de altura, em alvenaria de pedra. A partir da Rua Vicente da Fontoura, devido a declividade e conseqüente aumento de velocidade de escoamento, existe uma série de degraus com altura média de 1m e em conjunto de três a cada 200m, aproximadamente (8).

A seção do canal entre Av. Borges de Medeiros e o Guaíba não é definitiva, havendo necessidade de execução das paredes laterais e taludes (8).

Saneamento

Ao longo da história da ocupação urbana, a sub-bacia do arroio Dilúvio foi intensamente modificada. O arroio foi canalizado e teve seu curso natural retificado. Alguns afluentes desapareceram sob a cidade e seus canais passaram a integrar o sistema de esgotamento pluvial (6). A drenagem pluvial de todos os bairros integrantes da bacia do Dilúvio depende diretamente do desempenho hidráulico do canal do arroio (8).

O processo de urbanização que se verifica ao longo de seu curso provoca o carreamento anual de cerca de 50.000m³ de detritos, com o conseqüente assoreamento da sua calha, diminuindo com isso as condições de vazão (6). As causas principais do assoreamento do arroio Dilúvio são a inadequada ocupação do solo, o decapamento vegetal dos terrenos, especialmente das encostas e morros, o recapamento do solo com pavimentos e edificações e a não embalagem e entrega do lixo (8).

E o arroio Dilúvio, escoadouro das suas águas pluviais superficiais, que um dia serviu como fonte de abastecimento e irrigou plantações, tornou-se também o receptor natural das águas servidas geradas por significativa parcela da população que ocupa sua área de drenagem.

Na bacia do arroio Dilúvio situa-se o percentual mais significativo de redes coletoras de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto, em relação as demais sub-bacias da cidade. O esgoto sanitário é conduzido pelas margens direita e esquerda do arroio, com destino final na estação de bombeamento de esgoto da Baronesa do Gravataí, sendo lançado no Guaíba, por emissário sub-fluvial, no canal de navegação.

Apesar do expressivo percentual de redes coletoras implantadas na bacia do arroio Dilúvio, isto não tem garantido a melhoria da qualidade da água do arroio. Especialmente em trechos de urbanização mais recente, onde a coleta e o afastamento dos esgotos não acompanhou a expansão populacional, a carga afluente ao arroio é significativa. Além disso, muitas economias desta sub-bacia, por problemas técnicos e/ou culturais, não efetuaram as ligações do esgoto à rede cloacal, mantendo seus efluentes ligados à rede pluvial, que os conduz, junto com as águas de chuva, diretamente para o arroio Dilúvio.

Obras e ações

Dentro das atribuições que lhe competem, o DMAE vem fazendo grandes investimentos na ampliação de redes coletoras e tratamento de esgotos da cidade. Na sub-bacia do arroio Dilúvio, a mais importante de Porto Alegre, o DMAE definiu uma série de ações e medidas a serem implantadas, buscando amenizar o quadro de poluição deste corpo receptor e promover a melhoria da qualidade de vida de sua população. Foram previstas várias obras de esgotamento sanitário, dentre as quais destacamos as mais importantes, já executadas e/ou em fase de implantação.

Sistema de esgotamento sanitário da sub-bacia do arroio Vitorino

O interceptor do arroio Vitorino foi parcialmente construído e conectado ao arroio Dilúvio acima da ponte da divisa entre os municípios de Porto Alegre e Viamão, com lançamento da carga para fora da represa, e conexão à rede de esgoto da microbacia de drenagem D20, na Av. Ipiranga, em frente à Av. Joaquim Porto Vilanova, interligando-se ao sistema Ponta da Cadeia. Neste interceptor também foi conectada a rede cloacal



do Beco dos Herdeiros havendo, portanto, concentração de esgoto, pois não foi exigido dos moradores a colocação de tanques sépticos. O Loteamento Santa Paula, lança seus efluentes na rede pluvial que deságua no arroio Dilúvio, logo abaixo da barragem Lomba do Sabão.

Sistema de esgotamento sanitário da sub-bacia do arroio Taquara

O interceptor do arroio Vitorino ainda não foi concluído mas já foi implantada rede cloacal no Loteamento Jardim Franciscano e arredores. As casas foram ligadas à rede cloacal sem tanque séptico, aumentando, portanto, a contaminação das águas da barragem, devido à concentração do esgoto e ao lançamento no arroio Taquara. Na Vila Mapa também foram executadas extensões de rede cloacal conectadas ao pluvial, que deságua no Dilúvio a montante da Escola de Agronomia.

Ampliação da rede de esgotamento sanitário entre a Escola de Agronomia e a ponte da Rua Cristiano Fischer

Foram executadas 62 extensões de rede de esgoto cloacal totalizando 9.184m e efetuadas 705 novas ligações às redes já existentes. Nas vilas Pinto, Divinéia, Mato Sampaio e Fátima, as várias extensões de redes de esgoto cloacal executadas foram conectadas em redes pluviais e sangas que estão ligadas ao arroio Dilúvio através da galeria pluvial implantada na Av. Joaquim Porto Vilanova.

Ampliação da rede de esgotamento sanitário entre a ponte da Rua Cristiano Fischer e a passarela da Rua Santa Cecília

Foram executadas extensões de rede de esgoto cloacal totalizando 10.043m e efetuadas 723 novas ligações às redes já existentes. Em 1999 foi desvinculada a contribuição mais importante dessa região, o efluente do complexo da PUC, que era lançado à margem esquerda do arroio Dilúvio.

Ampliação da rede de esgotamento sanitário entre a ponte da Rua Santa Cecília e a ponte da Av. Getúlio Vargas

Foram executadas 45 extensões de rede de esgoto cloacal totalizando 6.083m e efetuadas 451 novas ligações às redes já existentes. Com recursos do PROSEGE, o DMAE implantou interceptores e 65.043m de redes coletoras de esgoto cloacal, sendo posteriormente efetuadas 4.700 ligações.

Ampliação da rede de esgotamento sanitário entre a ponte da Av. Getúlio Vargas e a ponte da Av. Borges de Medeiros

Foram executadas 5 extensões de rede de esgoto cloacal totalizando 941m e efetuadas 9 novas ligações às redes já existentes. A contribuição mais importante desvinculada da rede pluvial foi a da Fundação de Recursos Humanos, localizada na Av. Praia de Belas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Programa de monitoramento

O programa de monitoramento das águas do arroio Dilúvio, realizado com frequência trimestral, teve início em janeiro de 1996 e estendeu-se até o final de 1999. Estabelecido em função das obras de esgotamento sanitário previstas para esta sub-bacia, a escolha dos locais de amostragem levou em conta a área de abrangência dos investimentos e os principais pontos de lançamento de cargas. Assim, foram definidas oito estações de amostragem, localizadas ao longo do curso do arroio.

As amostragens seguiram as orientações técnicas do Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB, 1988), sendo também observadas as indicações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995).

A metodologia analítica empregada no exame das amostras de água seguiu as recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995), à exceção do nitrato, que foi analisado pelo método do ácido fenoldissulfônico, constante na 12ª edição (APHA, 1965). No Quadro I constam as características determinadas e seus respectivos métodos analíticos.

**QUADRO I: Métodos Analíticos das Características Determinadas.**

Característica	Método Analítico
Cor	Platina-cobalto (padrões permanentes)
Sólidos totais, suspensos e dissolvidos	Gravimétrico
Demanda bioquímica de oxigênio	Titulométrico de Winkler com modificação da azida, diluição e incubação por 5 dias a 20°C
Demanda química de oxigênio	Refluxo aberto com dicromato de potássio
Oxigênio dissolvido	Titulométrico de Winkler com modificação da azida
Nitrogênio amoniacal e orgânico	Colorimétrico de Nessler ou titulométrico com ácido sulfúrico
Nitrito	Colorimétrico da sulfanilamida e N-(1-Naftil) etilenodiamina
Nitrato	Colorimétrico do ácido fenoldissulfônico
Nitrogênio total	Colorimétrico de Nessler ou titulométrico com ácido sulfúrico
Fosfato total	Colorimétrico do ácido ascórbico
pH	Eletrométrico
Sulfeto	Colorimétrico do azul de metileno
Coliformes totais e fecais	Tubos múltiplos

Localização e descrição das estações de amostragem

A localização das estações de amostragem está descrita a seguir e pode ser visualizada na Figura 1 – O arroio Dilúvio e suas oito estações de amostragem.

- D1 - Arroio Dilúvio, na Escola de Agronomia, 150m a montante do Beco dos Marianos;
- D6a - Arroio Dilúvio, na ponte da Rua Cristiano Fischer;
- D9b - Arroio Dilúvio, à jusante da passarela do Zaffari, em frente a Rua Santa Cecília;
- D9a - Arroio Dilúvio, à jusante da ponte da Rua Silva Só;
- D11 - Arroio Dilúvio, a montante da ponte da Av. Azenha;
- D12 - Arroio Dilúvio, 200m à jusante da Av. Getúlio Vargas;
- D14 - Arroio Dilúvio, Av. Praia de Belas, à jusante do extravasor da bomba de recalque da estação elevatória de esgoto 17 de Junho;
- 39 - Foz do Arroio Dilúvio - Ponte da Av. Borges de Medeiros com Ipiranga.

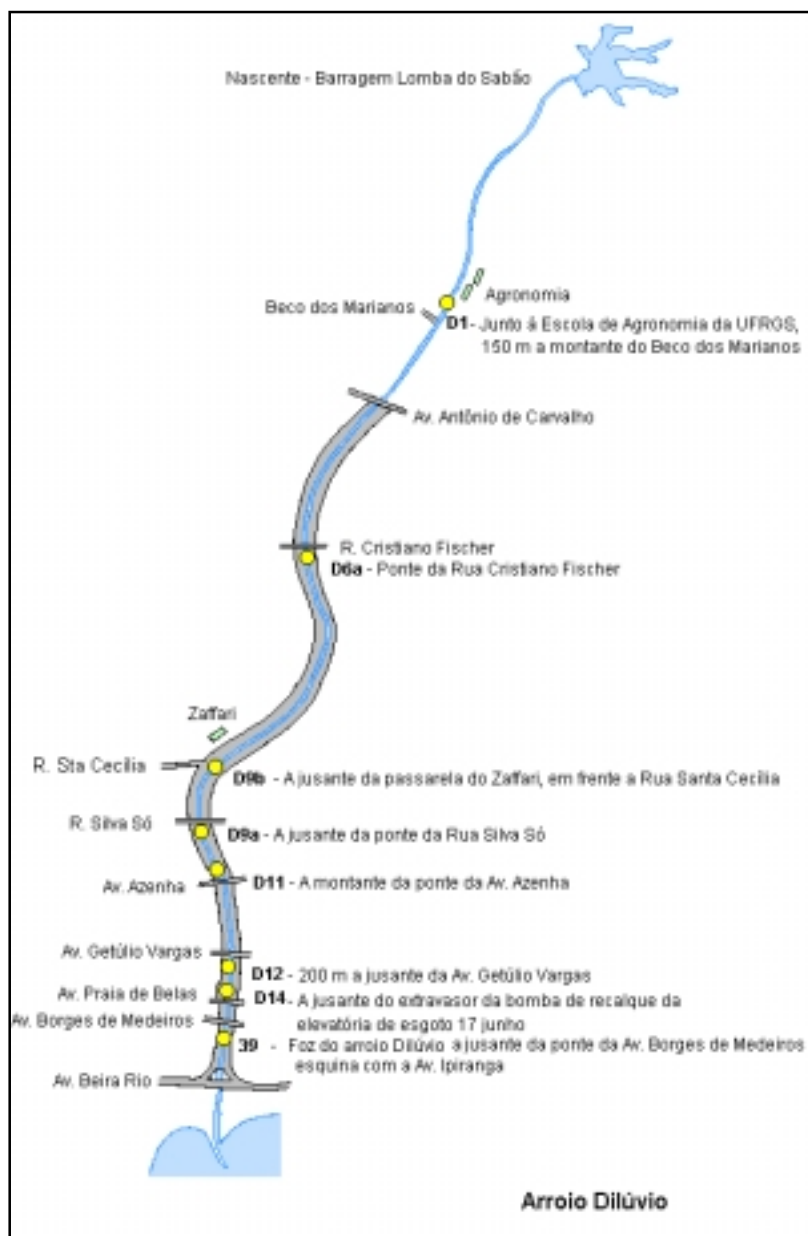


Figura 1 – O arroio Dilúvio e suas oito estações de amostragem.

Legislação de referência

A determinação da condição das águas do arroio Dilúvio, nos seus diferentes trechos, teve como base os limites definidos na Resolução CONAMA n° 20, de 18 de junho de 1986, que estabelece a classificação das águas doces salobras e salinas do Território Nacional, segundo seus usos preponderantes. Para complementar os parâmetros não definidos na legislação vigente foram utilizados os limites propostos no Projeto de Cooperação Técnica Brasil França aplicado ao Rio Doce. Assim, ficaram estabelecidos limites para as quatro classes da DQO e para a classe 4 da DBO, nitrogênio amoniacal e coliforme fecal. Os limites de classe 4 das características cor, sólidos dissolvidos, nitrito, nitrato e sulfeto não foram complementados por não terem sido definidos nas legislações adotadas.

A partir daí, se estabeleceu a faixa chamada “fora de classe” como indicadora da condição que extrapola os parâmetros propostos para a classe de nível de qualidade de águas mais comprometidas, que foi limitada pelos valores mínimos obtidos na caracterização do esgoto doméstico da cidade de Porto Alegre.



Com relação aos coliformes fecais, os limites estabelecidos na Resolução CONAMA n° 20 referem-se ao percentil 80, enquanto que os valores propostos pelo Projeto de Cooperação Técnica Brasil França são os máximos aceitáveis. Para a condição de esgoto foi adotada a faixa compreendida entre os valores mínimo e máximo determinados nos esgotos domésticos de Porto Alegre.

Nos casos em que a legislação proposta estabelece limites idênticos para as diferentes classes de uma mesma característica, foi considerada a classe de melhor qualidade.

A concepção final de classificação utilizada como base para a avaliação da condição das águas do arroio Dilúvio está apresentada na Tabela I. Metodologia semelhante foi aplicada na publicação n° 54 do DMAE, Avaliação da Evolução de Alguns Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos no Arroio Dilúvio (1994).

TABELA I : – Limites propostos para a classificação de qualidade de água.

Característica	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	F.C.	Esgoto PoA	Unidade
Cor	natural	75	75	-	-	-	mg Pt/L
Sólidos dissolvidos	500	500	500	-	-	-	mg/L
pH	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	-	-	
DBO	3,0	5,0	10,0	25,0	<80	80,0 - 530,0	mg O ₂ /L
DQO	<10,0	25,0	40,0	80,0	<210	210,0 - 1228,0	mg O ₂ /L
OD	6,0	5,0	4,0	>2	<=2	-	mg O ₂ /L
Nitrogênio amoniacal	-	-	1,0	6,0	<9,06	9,06 - 43,61	mg N/L
Nitrito	3,29	3,29	3,29	-	-	-	mg NO ₂ /L
Nitrato	44,3	44,3	44,3	-	-	-	mg NO ₃ /L
Fosfato total	0,08	0,08	0,08	<7,77	<7,77	7,77 - 66,38	mg PO ₄ /L
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	-	-	-	mg S/L
Coliforme fecal	2,0.10 ²	1,0.10 ³	4,0.10 ³	2,0.10 ⁴	<8,0.10 ⁴	8,0.10 ⁴ - 2,3.10 ⁸	NMP/100mL

■ Resolução CONAMA n° 20/86.

■ Projeto de Cooperação Técnica Brasil França aplicado ao rio Doce.

F.C. = “Fora de classe”.

Tratamento estatístico e avaliação dos dados

O tratamento estatístico dos dados obtidos no monitoramento realizado entre janeiro de 1996 e outubro de 1999 nas estações de amostragem do arroio Dilúvio constou da determinação dos valores mínimos e máximos registrados para as características estudadas e do cálculo das respectivas médias e desvios padrão. Para as características físico-químicas utilizou-se média aritmética e para os coliformes fecais foi calculada média geométrica e percentil 80, que indica o maior valor encontrado em 80% das amostras coletadas em cada ponto.

A condição das águas do arroio Dilúvio foi determinada comparando-se os dados estatísticos obtidos em cada estação de amostragem com os limites definidos na metodologia de classificação proposta no item Legislação de Referência. O percentual de ocorrência por classes foi calculado através da distribuição dos dados brutos conforme os limites propostos para classificação de qualidade de água.

A evolução do comprometimento da qualidade das águas do arroio Dilúvio foi avaliada através da comparação dos percentuais de ocorrência por classes apresentados na publicação n° 54 do DMAE (1994), com os verificados entre janeiro de 1996 e outubro de 1999 nos pontos de amostragem coincidentes, que são as estações D1, D6a, D11, D12 e 39.



QUALIDADE DAS ÁGUAS DO ARROIO DILÚVIO

Período 1996/1999

A avaliação da qualidade das águas do arroio Dilúvio foi realizada com base no dados estatísticos apresentados nas tabelas numeradas de II a XIII.

As águas do arroio Dilúvio apresentaram níveis de cor semelhantes ao longo de seu curso, o que pode ser verificado pela pequena variação dos valores médios, que mantiveram-se na faixa de 34 mgPt/L a 42 mgPt/L, nas diferentes estações de monitoramento. A tendência de redução ou aumento dos teores de cor é observada, ao mesmo tempo, em todas as estações de amostragem, conforme a ocorrência de períodos de precipitação pluviométrica ou de estiagem e eventual influência do lançamento de cargas.

Com relação a Resolução CONAMA n° 20/86, o arroio Dilúvio, apesar das contribuições que recebe ao longo de seu curso, apresentou quase a totalidade dos dados de cor compatíveis com os limites estabelecidos para águas de classe 2, à exceção dos pontos D1 e D9b, onde três valores ultrapassaram o limite de classe 3.

Os teores médios de sólidos dissolvidos das águas do arroio Dilúvio mantiveram-se entre 171mg/L e 188mg/L, o que demonstra a pequena variação de constituintes inorgânicos dissolvidos entre as oito estações de amostragem. O valor máximo de 282 mg/L conferiu às águas do Dilúvio condição de classe 1 da Resolução CONAMA n° 20/86.

O pH das águas do Dilúvio apresentou o mesmo comportamento ao longo dos pontos de amostragem do arroio, onde os valores médios mantiveram-se entre 7,5 e 7,7. O mínimo de 7,2 e o máximo de 8,2 demonstram a pequena variação dos valores de pH registrados durante o período de monitoramento e conferiram às águas do Dilúvio condição de classe 1 da Resolução CONAMA n° 20/86.

A DBO₅ das águas do Dilúvio apareceu em níveis mais reduzidos junto à estação D1, onde foi observada a média de 7,6mgO₂/L. A partir daí a DBO₅ começou a aumentar progressivamente, até a estação D9b, onde chegou a 29,2mgO₂/L, mantendo-se em níveis semelhantes deste ponto até a foz. Entretanto, na estação D11, localizada entre as estações D9a e D12, a redução do valor médio para 21,5 mgO₂/L pode ser atribuída à menor variação dos valores de DBO₅ obtidos neste ponto de amostragem.

Os valores máximos de DBO₅, que da estação D1 a D11, ficaram entre 17,0mgO₂/L e 72,0mgO₂/L, chegaram a 155,0 mgO₂/L, 168,0 mgO₂/L e 170,0 mgO₂/L, nas estações D12, D14 e 39, respectivamente, demonstrando o maior aporte de cargas e a diminuição da capacidade de autodepuração que se verifica no trecho final do arroio Dilúvio.

Apesar da estação D1 apresentar valores de DBO₅ compatíveis com os limites de classes 2 e 3, a ocorrência de dois valores acima de 10 mgO₂/L, levou essas águas à condição de classe 4. De acordo com a legislação proposta, as águas das estações D6a, D9b, D9a e D11 apresentaram condição “fora de classe”, enquanto no trecho final do arroio, considerado a partir da estação D12 até a foz, observou-se a ocorrência de valores de DBO₅ semelhantes ao do esgoto doméstico da cidade de Porto Alegre.

A DQO das águas do arroio Dilúvio apareceu em menores níveis na estação D1, onde foi determinada a média de DQO de 33,7 mgO₂/L, observando-se a partir daí uma crescente degradação de sua qualidade até a estação D9b, onde chegou a 98,5mgO₂/L, mantendo-se em níveis semelhantes deste ponto até a foz. Entretanto, a média de DQO de 70,2mgO₂/L verificada na estação D11 demonstra diminuição nos teores de matéria orgânica medida através deste teste, em relação à estação localizada à montante. Este fato pode ser atribuído a homogeneidade dos dados de DQO obtidos ao longo do monitoramento neste local, estação D11, a exemplo do que foi comentado quanto ao comportamento da DBO₅.



TABELA II - Arroio Dilúvio - Cor (mgPt/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	16	42	23,6	18	90
D6a	15	41	17,0	13	70
D9b	16	35	22,1	10	90
D9a	16	36	15,2	13	60
D11	16	34	13,8	13	55
D12	15	37	16,3	10	70
D14	16	34	16,3	10	70
39	16	36	16,5	13	70

TABELA IV - Arroio Dilúvio - pH

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	16	7,5	0,15	7,2	7,7
D6a	15	7,7	0,22	7,4	8,2
D9b	16	7,7	0,19	7,4	8,1
D9a	16	7,7	0,15	7,4	8,1
D11	16	7,6	0,20	7,3	7,9
D12	15	7,6	0,12	7,4	7,9
D14	16	7,6	0,15	7,3	7,9
39	16	7,5	0,15	7,3	7,8

TABELA VI - Arroio Dilúvio - DQO (mgO₂/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	17	33,7	13,25	14,0	63,4
D6a	16	73,6	29,80	35,0	120,0
D9b	17	98,5	51,76	34,0	210,0
D9a	17	94,0	42,67	35,0	210,0
D11	17	70,2	20,33	40,2	100,0
D12	15	77,6	56,65	28,1	235,0
D14	17	87,2	71,68	31,0	337,0
39	17	93,2	78,87	30,7	310,0

TABELA VIII - Arroio Dilúvio - Nitrogênio amoniacal (mgN/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	17	6,49	3,742	0,79	12,22
D6a	16	10,09	4,661	1,73	15,84
D9b	17	10,30	4,500	1,82	17,22
D9a	17	10,18	4,894	1,94	21,56
D11	17	9,72	4,470	1,84	18,48
D12	16	10,62	5,486	2,88	22,40
D14	17	10,75	5,827	2,23	21,56
39	17	10,94	6,296	2,96	24,36

TABELA X - Arroio Dilúvio - Nitrito (mgNO₂/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	17	0,78	0,788	0,00	2,93
D6a	16	1,10	1,203	0,12	4,70
D9b	17	0,70	0,788	0,06	3,10
D9a	17	0,87	1,482	0,09	6,22
D11	17	0,58	0,578	ND	1,91
D12	16	1,21	1,345	0,06	5,24
D14	17	0,77	1,078	ND	4,07
39	17	0,63	0,849	0,07	3,14

TABELA XII - Arroio Dilúvio - Sulfeto (mgS/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	15	<0,1	-	ND	<0,1
D6a	14	<0,1	-	ND	<0,1
D9b	15	<0,1	-	ND	<0,1
D9a	15	<0,1	-	ND	<0,1
D11	15	<0,1	-	ND	<0,1
D12	14	<0,1	-	ND	<0,1
D14	14	<0,1	-	ND	<0,1
39	15	<0,1	-	ND	<0,1

TABELA III - Arroio Dilúvio - Sólidos dissolvidos (mg/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	16	171	44,1	112	282
D6a	15	174	22,8	134	207
D9b	15	188	27,8	157	264
D9a	16	183	25,2	148	238
D11	16	180	19,4	153	219
D12	15	186	24,3	163	245
D14	15	180	21,4	149	222
39	15	188	23,1	155	238

TABELA V - Arroio Dilúvio - DBO (mgO₂/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	15	7,6	3,33	3,4	17,0
D6a	15	17,7	8,00	6,0	38,0
D9b	15	29,2	16,37	10,0	72,0
D9a	15	27,8	13,03	9,0	52,0
D11	16	21,5	5,42	13,0	33,0
D12	14	31,8	39,79	8,4	155,0
D14	16	31,3	39,76	10,0	168,0
39	15	34,3	42,26	6,0	170,0

TABELA VII - Arroio Dilúvio - OD (mgO₂/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	17	5,1	1,30	3,2	7,6
D6a	16	6,0	1,43	2,7	8,1
D9b	17	4,7	1,71	1,1	7,0
D9a	17	4,5	1,77	1,4	7,0
D11	17	3,4	1,64	ND	6,5
D12	16	3,3	1,84	ND	6,7
D14	17	3,3	2,25	ND	8,6
39	17	3,0	2,15	ND	7,5

TABELA IX - Arroio Dilúvio - Nitrito (mgNO₂/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	16	0,690	0,3148	0,200	1,276
D6a	15	0,543	0,2256	0,248	0,971
D9b	16	0,650	0,3684	0,132	1,400
D9a	16	0,541	0,2898	0,106	1,220
D11	16	0,556	0,3127	0,130	1,108
D12	15	0,505	0,3244	0,0029	1,133
D14	16	0,466	0,3263	0,0029	1,073
39	16	0,512	0,4487	0,0029	1,698

TABELA XI - Arroio Dilúvio - Fosfato total (mgPO₄/L)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
D1	17	1,60	0,791	0,54	3,16
D6a	16	3,59	1,544	1,17	6,77
D9b	17	6,20	4,905	1,44	22,93
D9a	17	5,65	2,726	1,33	11,94
D11	17	4,36	1,513	1,28	6,47
D12	16	5,27	3,345	1,55	13,14
D14	17	3,96	2,243	1,53	10,35
39	17	4,56	3,130	1,30	14,15

TABELA XIII - Arroio Dilúvio - Coliformes fecais (NMP/100mL)

Estação	Nº dados	Média	Desvio	Mínimo	<= 80%
D1	16	72.458	1.042.303	10.000	130.000
D6a	15	525.525	1.233.646	50.000	956.000
D9b	16	1.116.831	1.890.845	140.000	4.200.000
D9a	16	1.179.277	1.759.045	50.000	3.000.000
D11	16	1.071.503	2.704.826	220.000	2.720.000
D12	15	911.625	6.224.598	130.000	2.100.000
D14	16	595.485	7.695.454	90.000	1.820.000
39	16	888.119	13.276.326	40.000	7.020.000

O valor máximo de DQO, que na estação D1 foi de 63,4mgO₂/L, chegou a 337,0mgO₂/L e 310,0 mgO₂/L, nas estações D14 e 39, o que junto com os dados de DBO₅ vem comprovar o maior comprometimento das águas do Dilúvio junto à foz. Conforme estabelecido para a DQO na legislação proposta, as águas da estação D1 apresentaram condição de classe 4, enquanto que nas estações D6a e D11 os valores máximos foram considerados “fora de classe”. As águas das demais estações monitoradas ao longo do arroio apresentaram valores de DQO semelhantes aos encontrados nos esgotos da cidade.



Os teores médios de oxigênio dissolvido das águas das estações D1, D6a, D9b e D9a variaram de 6,0mgO₂/L a 4,5mgO₂/L. A partir da estação D11 até a foz, a concentração média de OD diminuiu, mantendo-se em torno de 3,0mgO₂/L. Ao longo do curso do arroio foi observada tendência de redução dos teores de OD, fazendo com que as águas do Dilúvio, da estação D11 até a foz, apresentassem, ocasionalmente, condições de anaerobiose, como as observadas nas amostragens de janeiro de 1996 e abril de 1997. A ausência de oxigênio nas águas pode ser atribuída à menor declividade do trecho final do arroio, que provoca a estagnação do fluxo, dificultando a oxigenação do meio, e à concentração das cargas lançadas ente as estações D11 e D12, devido à implantação de redes coletoras de esgoto cloacal na sub-bacia do arroio Cascatinha. De acordo com o estabelecido na legislação proposta para o oxigênio dissolvido, as águas das estações D1 e D6a apresentaram nível de qualidade compatível com a condição de classe 4, enquanto que a partir da estação D9b o maior aporte de cargas fez com que as águas do Dilúvio fossem caracterizadas como “fora de classe”, em percentuais crescentes em direção a foz.

O valor médio de nitrogênio amoniacal das águas do arroio Dilúvio manteve-se em torno de 10mgN/L, à exceção da estação D1, que por ser o local que recebe menor contribuição de águas servidas, apresentou média ligeiramente inferior, de 6,49mgN/L. A mesma tendência foi observada em relação aos valores máximos de nitrogênio amoniacal, que variando de 12,22mgN/L na estação D1 a 24,36mgN/L na estação 39, deram às águas do Dilúvio, conforme legislação proposta, condições semelhantes as do esgoto doméstico da cidade.

O nitrito, com poucas variações em seus valores médios, apresentou comportamento constante ao longo do curso do arroio Dilúvio, oscilando entre 0,466mgNO₂/L a 0,690mgNO₂/L, o que demonstra o permanente processo de degradação da matéria orgânica afluyente a esse curso d'água. Os valores máximos de nitrito, compreendidos entre 0,971mgNO₂/L e 1,698mgNO₂/L, conferiram às águas do Dilúvio a condição de classe 1 da Resolução CONAMA n° 20/86.

O nitrato, produto final da degradação da matéria orgânica nitrogenada, apareceu em concentrações médias que oscilaram entre 0,58mgNO₃/L e 1,21mgNO₃/L. O valor máximo de nitrato de 6,22mgNO₃/L, determinado na estação D9a, demonstra que o arroio ainda mantém parte de sua capacidade de autodepuração, apesar das contribuições que recebe ao longo de seu curso, conferindo às águas das estações monitoradas condição de classe 1 da Resolução CONAMA n° 20/86.

O fosfato total apareceu em menores concentrações nas águas da estação D1, onde foi determinada a média de 1,60mgPO₄/L. A partir daí, os teores médios começaram a aumentar até atingir o pico de 6,20mgPO₄/L, na estação D9b. Entretanto, essa média mais elevada se deve à influência do valor máximo de fosfato total das águas do arroio Dilúvio, de 22,93mgPO₄/L, que caracteriza uma carga de choque lançada neste ponto de amostragem, já que o valor subsequente, de 10,54mgPO₄/L, foi semelhante aos máximos encontrados nas estações de jusante. Dessa forma, pode-se dizer que nos pontos localizados à jusante da estação D9b, as concentrações médias de fosfato total das águas do Dilúvio oscilaram entre 3,96mgPO₄/L e 5,65mgPO₄/L e que o ponto D11 foi o que apresentou a melhor distribuição normal de dados para essa característica. De acordo com o estabelecido na legislação proposta para fosfato total, as águas dos pontos D1, D6a e D11 apresentaram condição de classe 4, enquanto nas demais estações de amostragem do Dilúvio as concentrações máximas de fosfato foram compatíveis com as normalmente encontradas no esgoto doméstico da cidade.

O sulfeto analisado nas águas das estações de amostragem do arroio Dilúvio não foi detectado ou apareceu em concentrações menores que 0,1mgS/L, durante todo o período de monitoramento. Mesmo assim, essas águas foram consideradas como classe 3 porque o limite de detecção do método analítico empregado, de 0,1mgS/L, é superior ao valor de 0,002mgS/L estabelecido para as classes 1 e 2 da Resolução CONAMA n° 20/86.

Em relação ao percentil 80 calculado para coliformes fecais, a estação D1 foi a que apresentou o menor índice, de 1,3.10⁵NMP/100mL, seguindo-se a estação D6a com 9,6.10⁵NMP/100mL. Nos demais pontos monitorados, o percentil 80, um pouco mais elevado, manteve-se entre 1,8.10⁶NMP/100mL e 7,0.10⁶NMP/100mL. A acentuada variação na densidade de organismos de origem fecal, verificada em cada estação de amostragem, levou à obtenção de desvios padrão crescentes da estação D1 em direção à foz. Essa



variação pode estar associada à concentração de cargas geradas pela população contribuinte, no trecho final do arroio, à influência de lançamentos localizados, à ocorrência de períodos de precipitação pluviométrica e de estiagem ou ao processo natural de decaimento bacteriano. De acordo com a legislação proposta, durante todo o período de monitoramento, as densidades de coliformes fecais observadas nas estações de amostragem do arroio Dilúvio, mantiveram-se dentro da faixa normalmente encontrada nos esgotos da cidade.

Comparação com o período anterior 1993/1994

O progressivo comprometimento da qualidade das águas do arroio Dilúvio, verificado nos últimos anos, pode ser comprovado através da comparação dos percentuais de ocorrência nas diferentes classes da legislação proposta referentes no período 1996/1997 com os índices obtidos no período 1993/1994, apresentados na publicação nº 54 do DMAE, Avaliação da Evolução de Alguns Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos no Arroio Dilúvio (1994), nos pontos de amostragem coincidentes, estações D1, D6a, D11, D12 e 39.

A análise dos dados percentuais apresentados nas tabelas numeradas de XIV a XVIII mostra que as águas do arroio Dilúvio vêm sofrendo um gradual comprometimento sanitário ao longo do tempo. Isto pode ser constatado pelo fato das características DBO₅, DQO, OD, nitrogênio amoniacal e coliformes fecais, representativas de contribuições de natureza orgânica, apresentarem percentuais de ocorrência cada vez maiores nas classes de águas de pior qualidade.

Os percentuais de ocorrência de fosfato não puderam ser comparados, tendo em vista que os limites adotados para essa característica não foram os mesmos para os dois períodos de estudo.

Mesmo a estação D1, considerada como o local de águas de melhor qualidade e que em 93/94 apresentava condição “fora de classe” apenas para coliformes fecais, no período de estudo mais recente mostrou índices de ocorrência de 24% dos valores de nitrogênio amoniacal e de 44% dos dados de organismos de origem fecal dentro da faixa normalmente encontrada no esgoto de Porto Alegre. No período anterior, o OD que apresentavam condição de classe 2 e as características DBO₅ e DQO, com condição de classe 3, passaram a classe 4 em 96/99.

A estação D6a, que em 93/94 já apresentava características de esgoto em relação aos coliformes fecais, teve triplicado o percentual de ocorrência nesta condição no período de estudo mais recente. O nitrogênio amoniacal, que anteriormente apresentava condição “fora de classe”, no período atual mostrou índice de ocorrência de 63% dentro da faixa normalmente encontrada no esgoto da cidade. As características DBO₅ e DQO, que em 93/94 apresentavam condição de classe 4, passaram à condição “fora de classe” em 96/99. Em relação ao OD, como os casos críticos de anaerobiose não se repetiram no período atual, as águas desse local de amostragem, que antes apresentavam condição “fora de classe”, passaram para a classe 4.

As águas da estação D11, que no período anterior, já apresentavam características de esgoto em relação aos coliformes fecais, apresentou a totalidade de seus dados nessa condição no período de estudo mais recente. O nitrogênio amoniacal, que anteriormente apresentava condição “fora de classe”, teve 58% de seus dados dentro da faixa normalmente encontrada no esgoto de Porto Alegre. E manteve-se em condição “fora de classe” quanto às características DBO₅, DQO e OD, porém com percentuais menores do que os observados no período anterior, sugerindo uma leve recuperação da qualidade dessas águas.

A estação D12, que anteriormente já apresentava 50% dos valores de coliformes fecais semelhantes aos encontrados nos esgotos, teve seus índices de ocorrência aumentados para 100% no período atual. A DQO dessas águas também manteve-se com características de esgoto. Confirmando o maior comprometimento desse local de amostragem, as características DBO₅ e nitrogênio amoniacal tiveram seus níveis aumentados, fazendo com que essas águas passassem da condição “fora de classe” para a condição de esgoto, enquanto o OD manteve-se na condição “fora de classe” em percentuais semelhantes nos dois períodos estudados.

Nas águas da foz do arroio Dilúvio, os índices de coliformes fecais, característicos de esgoto, passaram de 40% no período anterior para 94% no período atual. As características DBO₅, DQO e nitrogênio amoniacal também tiveram suas concentrações aumentadas, fazendo com que essas águas passassem da condição “fora de classe” para a condição de esgoto. Quanto ao OD, as águas da estação D12 permaneceram na “condição fora de classe” em percentuais semelhantes nos dois períodos de estudo.

**TABELA XIV - Estação D1 - Percentuais de ocorrência conforme legislação proposta.**

Estação	Característica	Período	Nº Dados	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	"F.C."	Esgoto POA
D1	DBO	93/94	10	20	30	50	-	-	-
		96/99	15	-	13	74	13	-	-
	DQO	93/94	10	-	70	30	-	-	-
		96/99	17	-	29	47	24	-	-
	OD	93/94	10	60	40	-	-	-	-
		96/99	17	28	24	24	24	-	-
	NH ₃	93/94	9	-	-	11	89	-	-
		96/99	17	-	-	6	41	29	24
Coli fecal	93/94	10	-	-	10	60	30	-	
	96/99	16	-	-	-	12	44	44	

TABELA XV - Estação D6a - Percentuais de ocorrência conforme legislação proposta.

Estação	Característica	Período	Nº Dados	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	"F.C."	Esgoto POA
D6a	DBO	93/94	10	-	-	40	60	-	-
		96/99	15	-	-	20	67	13	-
	DQO	93/94	10	-	-	30	70	-	-
		96/99	16	-	-	12	50	38	-
	OD	93/94	10	60	10	20	-	10	-
		96/99	16	56	19	19	6	-	-
	NH ₃	93/94	9	-	-	-	56	44	-
		96/99	16	-	-	-	25	12	63
Coli fecal	93/94	10	-	-	-	-	70	30	
	96/99	15	-	-	-	-	7	93	

TABELA XVI - Estação D11 - Percentuais de ocorrência conforme legislação proposta.

Estação	Característica	Período	Nº Dados	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	"F.C."	Esgoto POA
D11	DBO	93/94	10	-	-	-	40	60	-
		96/99	16	-	-	-	81	19	-
	DQO	93/94	10	-	-	-	40	60	70*
		96/99	17	-	-	-	71	29	-
	OD	93/94	10	-	10	10	30	50	-
		96/99	17	18	-	18	46	18	-
	NH ₃	93/94	8	-	-	12	-	88	-
		96/99	17	-	-	-	24	18	58
Coli fecal	93/94	10	-	-	-	-	40	60	
	96/99	16	-	-	-	-	-	100	

TABELA XVII - Estação D12 - Percentuais de ocorrência conforme legislação proposta.

Estação	Característica	Período	Nº Dados	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	"F.C."	Esgoto POA
D12	DBO	93/94	10	-	-	10	70	20	-
		96/99	14	-	-	7	72	7	14
	DQO	93/94	10	-	10	10	60	20	60*
		96/99	15	-	-	33	27	33	7
	OD	93/94	10	10	20	-	30	40	-
		96/99	16	25	-	19	25	31	-
	NH ₃	93/94	9	-	-	11	11	78	-
		96/99	16	-	-	-	25	19	56
Coli fecal	93/94	10	-	-	-	-	50	50	
	96/99	15	-	-	-	-	-	100	

TABELA XVIII - Estação 39 - Percentuais de ocorrência conforme legislação proposta.

Estação	Característica	Período	Nº Dados	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	"F.C."	Esgoto POA
39	DBO	93/94	10	-	-	30	70	-	-
		96/99	15	-	-	20	47	20	13
	DQO	93/94	10	-	-	30	70	-	28*
		96/99	17	-	-	12	53	23	12
	OD	93/94	10	10	10	40	10	30	-
		96/99	17	18	6	6	23	47	-
	NH ₃	93/94	9	-	-	-	-	100	-
		96/99	17	-	-	-	24	18	58
Coli fecal	93/94	10	-	-	-	-	60	40	
	96/99	16	-	-	-	-	6	94	

Observação: (*) O percentual de DQO indicado na faixa característica do esgoto de Porto Alegre incluiu valores já considerados no cálculo dos percentuais das classes 4 e "fora de classe".



CONCLUSÕES

Apesar dos esforços do poder público em promover a melhoria da qualidade de vida da população que habita a bacia do arroio Dilúvio, a ampliação do sistema de esgotamento sanitário nesta região não conseguiu reverter o quadro de poluição em que se encontram as águas do arroio. Confirmando o que historicamente tem sido constatado, o comprometimento do arroio Dilúvio vem aumentando progressivamente de montante para jusante, refletindo o descompasso existente entre as demandas decorrentes do rápido crescimento populacional que tem se verificado nessa área ao longo dos últimos anos e os recursos financeiros disponíveis para o saneamento global da região.

A estação D1, apesar de ser o local de melhor qualidade de água dentre os locais de amostragem estudados, vem reproduzindo o quadro evolutivo apresentado pelos demais pontos de jusante. Nesta região, a implantação do sistema de esgotamento na sub-bacia do arroio Vitorino desviou as cargas anteriormente afluentes à barragem Lomba do Sabão, lançando o efluente concentrado diretamente no arroio Dilúvio, à montante da estação D1, o que tem contribuindo para a degradação da qualidade das águas deste local de amostragem.

A situação mais crítica de poluição, observada junto à estação D9b, pode ser atribuída à existência, neste local, de um extravasor de esgotos que lança o efluente diretamente nas águas do Dilúvio e que por condições técnicas não pode ser ligado ao interceptor de esgotos implantado ao longo da Av. Ipiranga.

Dentre os cinco pontos de amostragem que puderam ter seus percentuais de ocorrência comparados com os do período anterior, apenas a estação D11 mostrou uma leve recuperação de qualidade de suas águas no que diz respeito às características DBO₅, DQO e OD, o que pode ser relacionado à implantação de interceptores e grandes extensões de redes de esgoto cloacal na sub-bacia do arroio Cascatinha, que encaminham para a EBE Baronesa do Gravataí os esgotos anteriormente lançados diretamente no Dilúvio.

Assim, o completo saneamento da bacia do arroio Dilúvio, com o resgate da qualidade natural de suas águas, só será alcançado quando for atingido o equilíbrio entre as demandas da população e a oferta de serviços de infra-estrutura urbana na região, através de ações que conciliem a preservação e proteção ambiental.

RECOMENDAÇÃO

Que seja retomado o Programa de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas do Município de Porto Alegre, iniciado em 1992, conciliando o trabalho integrado do poder público com a participação das comunidades envolvidas e definido, dentro de um planejamento global, as prioridades e metas a serem alcançadas a médio e longo prazos visando a preservação e proteção deste importante recurso hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 12th ed. New York, 1995.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19th ed. Washington, DC, 1995.
3. CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1987. 150p.
4. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n° 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece classificação para águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. **DOU**, Brasília – DF, de 30 de julho de 1986.
5. FARIA, C.M. et al. **Avaliação da evolução de alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos no arroio Dilúvio**. Porto Alegre: DMAE, 1994. (Publicações Técnicas do DMAE, n° 54)
6. MENEGAT, R. et al. **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. UFRGS, PMPA e INPE. Porto Alegre: Ed. Universidade /UFRGS, 1998.
7. MORANDI, I.C. et al. **Avaliação do desempenho de tanques sépticos na cidade de Porto Alegre: caracterização dos efluentes líquidos e sólidos**. DMAE. Porto Alegre, 1998. 54p.
8. PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS. **Projeto Dilúvio**.
9. PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Gerenciamento de Bacias Hidrográficas do Município de Porto Alegre**. 1993.
10. PROJETO RIO DOCE. Water Quality Study. V3, Brasil (1990).