

XXIII Encontro Técnico AESABESP

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA POLUIÇÃO DIFUSA EM CORPOS D'ÁGUA LIVRES DE CARGAS PONTUAIS. ESTUDO DE CASO: CÓRREGOS DE INTERESSE PERTENCENTES AO PROGRAMA “CÓRREGO LIMPO”

Juliana Caroline de Alencar da Silva ⁽¹⁾

Monica Ferreira do Amaral Porto

Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária.

e-mail: juliana.caroline.silva@usp.br

Resumo

1 INTRODUÇÃO

2 ÁREA DE ESTUDO

3 MATERIAIS E MÉTODOS

4 RESULTADOS

5 CONCLUSÃO

1 INTRODUÇÃO

Nossa sociedade enfrenta um grande desafio: Melhor gerir sua relação com o meio ambiente

- ✓ Crescimento populacional e mudança no estilo de vida do homem;
- ✓ Pressão sobre os recursos naturais;
- ✓ Alterações na qualidade da água provocadas principalmente por:
 - Lançamento de poluentes;
 - Alterações na geometria natural; e
 - Compactação e impermeabilização do solo da bacia contribuinte.

1 INTRODUÇÃO

Poluição dos corpos hídricos:

- ✓ Degradação da qualidade ambiental; e
- ✓ Risco à saúde humana:
 - Doenças de veiculação hídrica.

Cresce então a demanda por ações que visem:

- ✓ Recuperação de corpos d'água em áreas urbanas; e
- ✓ Reintegração à paisagem.

1 INTRODUÇÃO

A poluição que chega a um corpo d'água pode ser caracterizada como:

- ✓ Pontuais (esgotos domésticos e efluentes industriais); e
- ✓ Difusas (geradas de forma distribuída ao longo da bacia).

Popularização do controle das cargas pontuais:

- ✓ Ausência do controle efetivo das cargas pontuais; e
- ✓ Dificuldade na sua caracterização, identificação e controle.

1 INTRODUÇÃO

O início da preocupação com a poluição difusa...

No Mundo:

✓ Primeiras pesquisas:

- Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - USEPA, década de 1970.

No Brasil:

✓ Década de 1990 (Municípios onde há o controle de grande parcela da carga pontual)

1 INTRODUÇÃO: OBJETIVOS

É objetivo deste estudo:

✓ Avaliar a influencia da carga difusa em corpos d'água livres de cargas pontuais.

Viável através:

✓ Da utilização no estudo de corpos d'água do programa “Córrego Limpo”.

2 ESTUDO DE CASO: PROGRAMA “CÓRREGO LIMPO”

Diferencial:

✓ Atua na otimização dos sistemas de esgotamento sanitário:

- Resultado: vazões coletadas sejam em sua totalidade destinadas ao tratamento.

O programa:

✓ 1ª ETAPA (2007-2009): Recuperação de 28 córregos e de trechos de outros 14;

✓ 2ª ETAPA (2009-2010): Recuperação de mais 58 córregos; e

✓ 3ª ETAPA: em andamento, com previsão de recuperação outros 52 até o final de 2012.

2 ESTUDO DE CASO

Seleção de bacias com características semelhantes:

- ✓ Nascente do córrego do Sapé; e
- ✓ Córrego Ibiraporã.

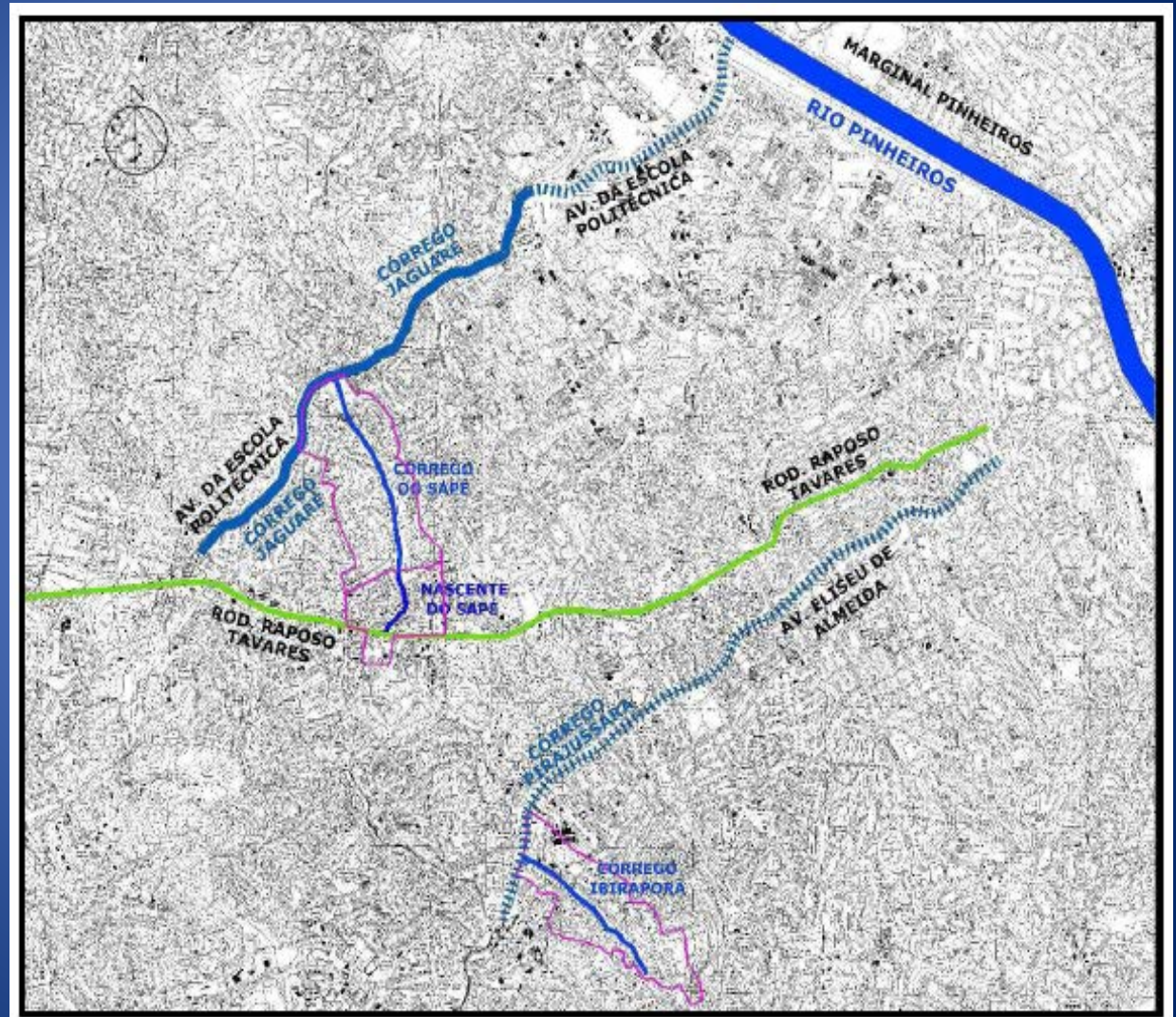


Figura 1 - Córrego do Sapé e córrego Ibiraporã– Localização e acesso.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO DO SAPÉ

lei 13.430 em 2002, instituiu Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, houve a criação da proposta de parques lineares:

- ✓ Parque linear 28, no córrego do Sapé.
- ✓ Urbanização da Favela e a despoluição dos dois trechos pelo programa resultarão na implantação completa deste Parque Linear. (AKINAGA/ MORINAGA/ PELLEGRINO, 2007).

1ª ETAPA : Ações do programa : Nascente do Sapé (Trecho I)

- ✓ realização de 132m de redes coletoras e 119 metros de travessia da Rodovia Raposo Tavares.
- ✓ Investimento de 250 mil reais em ações na bacia.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO DO SAPÉ

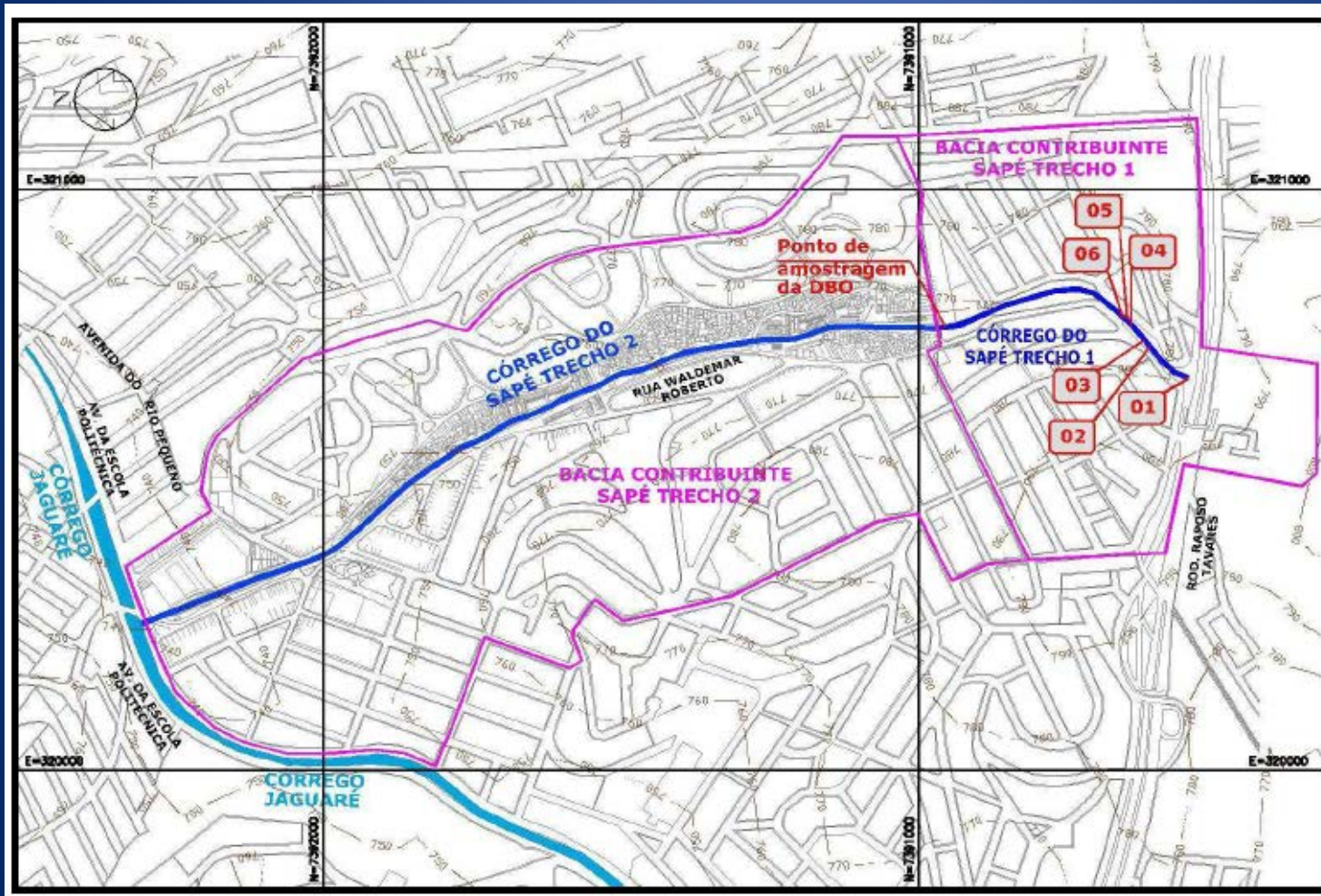


Figura 2 - Córrego do Sapé: Bacia contribuinte.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO DO SAPÉ

Fotos obtidas em 13/08/2008

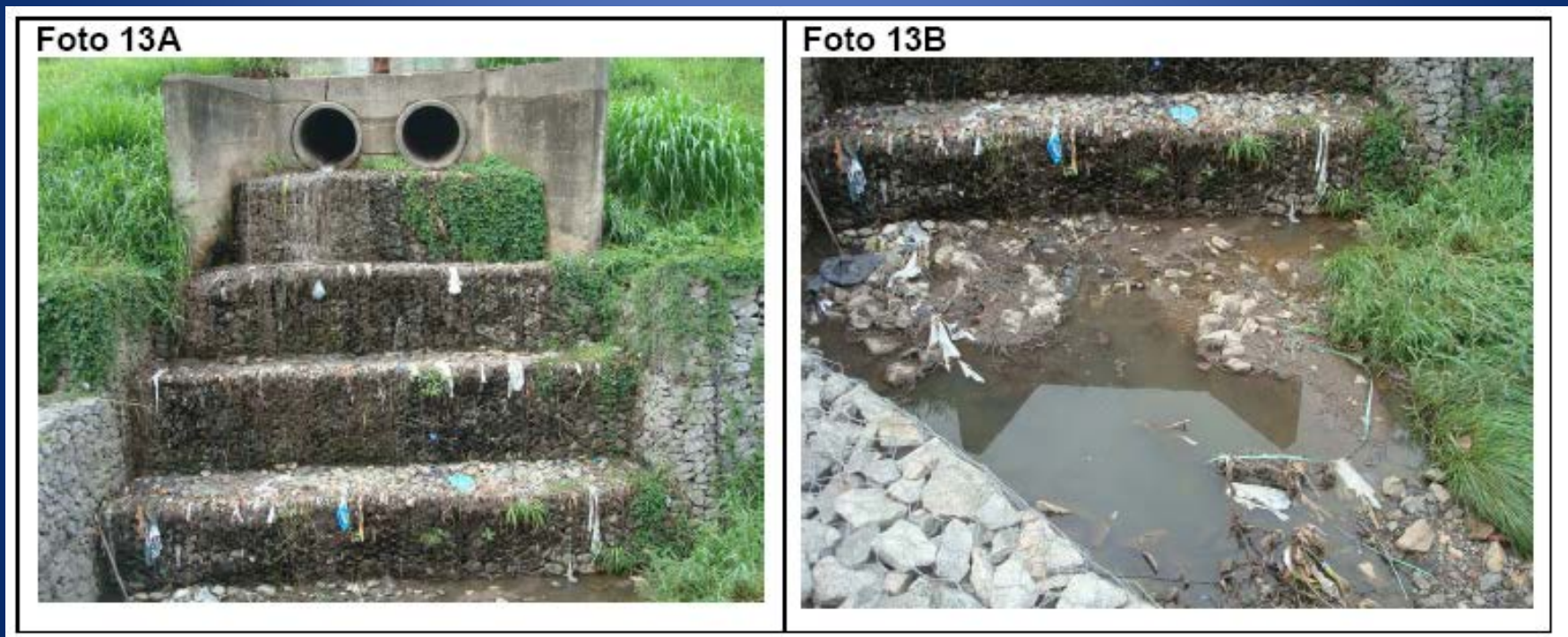


Figura 3 - Córrego do Sapé: Área 01 – Nascente. Fonte: Cortesia de Andréia Sandrini – Coordenadora das ações do Programa “Córrego Limpo” na Zona Oeste.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO DO SAPÉ

Fotos obtidas em 08/02/2012



Figura 4 - Córrego do Sapé: Área 01 – Nascente.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO DO SAPÉ

Fotos obtidas em 08/02/2012

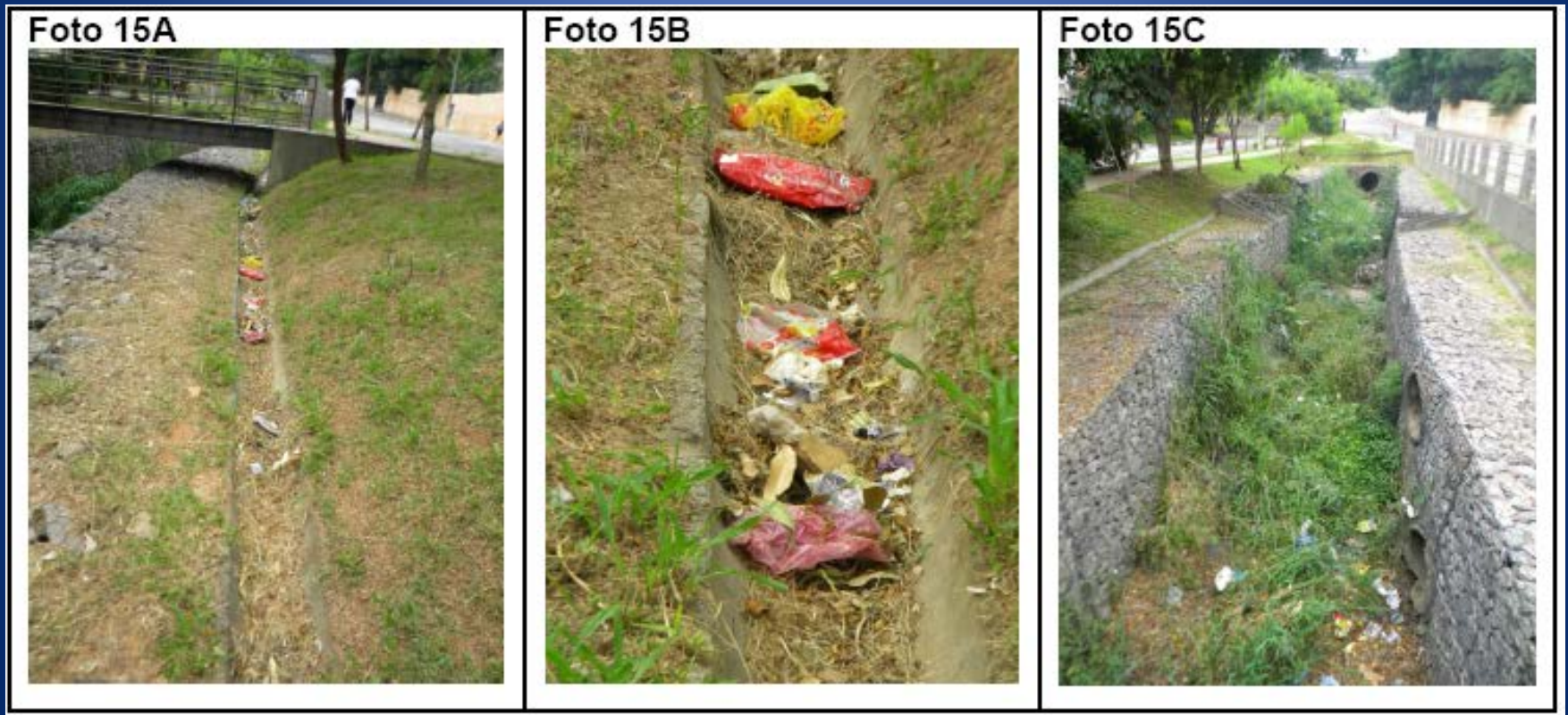


Figura 5 - Córrego do Sapé: Ponto 3 - Detalhe da canaleta marginal ao canal e Ponto 4 - Detalhe do Fundo do Canal.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO DO SAPÉ

Fotos obtidas em 08/02/2012 e 14/03/2012

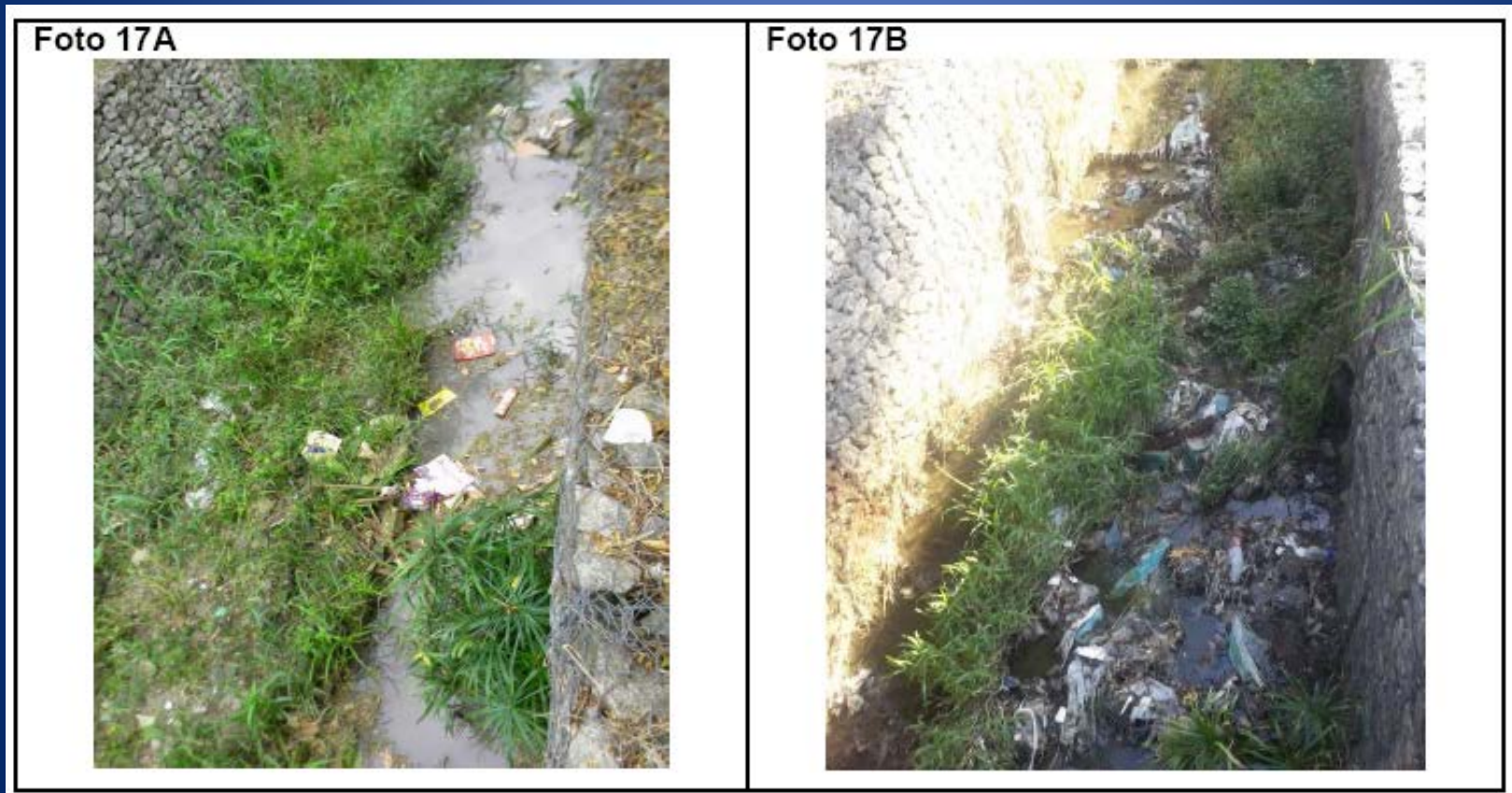


Figura 7 - Córrego do Sapé: Ponto 6 – Acumulo de resíduos sólidos no Canal.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO IBIRAPORÃ

Diferencial:

✓ Programa de governança colaborativa:

- Através do envolvimento da população residente na bacia, no processo de recuperação do córrego, tem apresentado resultados mais efetivos na sua despoluição.

2ª ETAPA : Ações do programa :

✓ Investimento de 1,5 milhões de reais em ações na bacia;

✓ Remanejamento de 6 lançamentos, resultando em 6,07L/s de esgotos retirados do córrego.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO IBIRAPORÃ

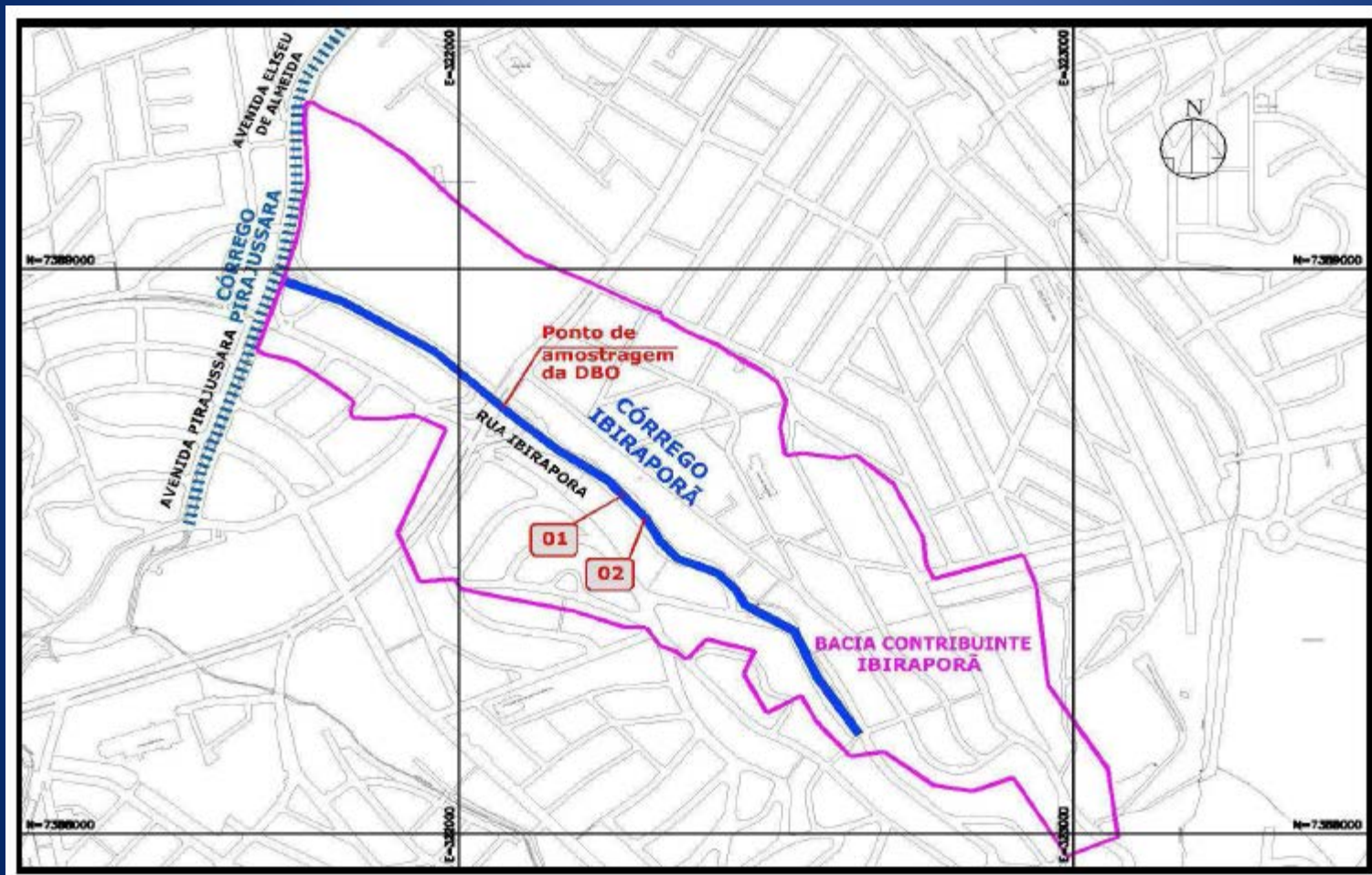


Figura 8 - Córrego Ibiraporã: Bacias Contribuintes.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO IBIRAPORÃ

Fotos obtidas em 12/02/2009 e 17/02/2011

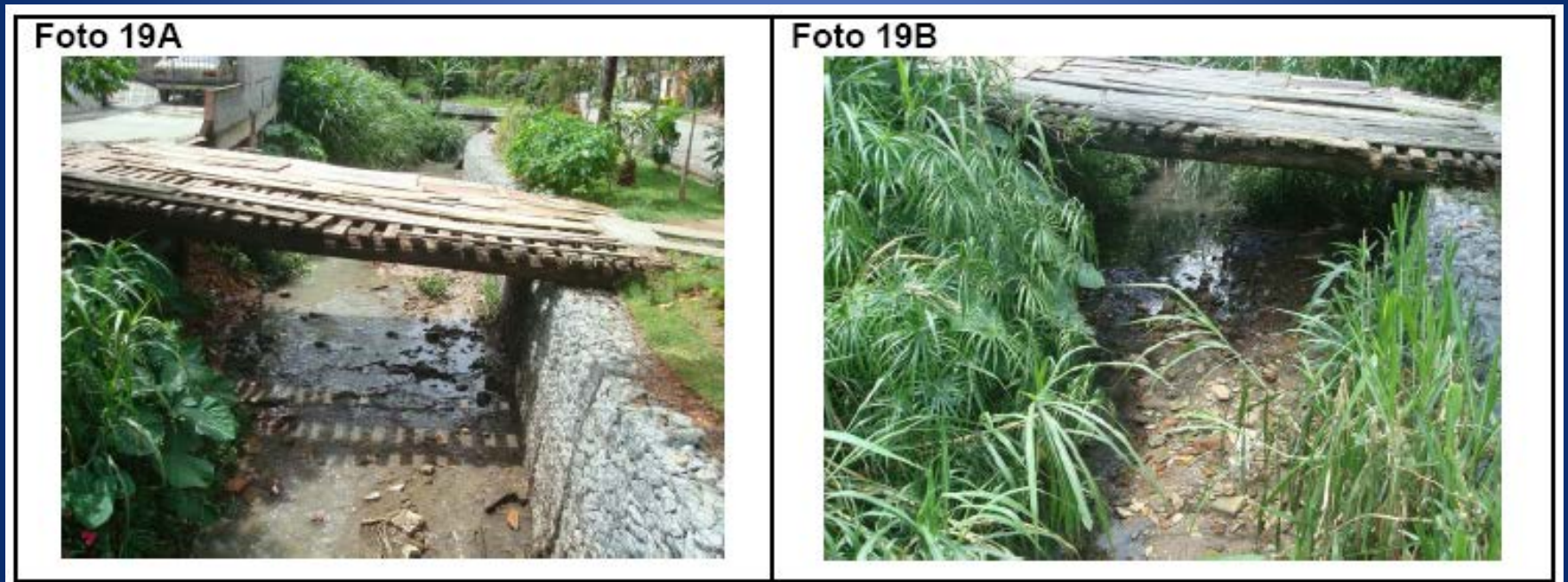


Figura 9 - Córrego Ibiraporã: Ponto 1 – Antes e depois das intervenções do programa. Fonte: Cortesia de Andréia Sandrini – Coordenadora das ações do Programa “Córrego Limpo” na Zona Oeste.

2 ESTUDO DE CASO: CÓRREGO IBIRAPORÃ

Fotos obtidas em 02/04/2008 e 17/02/2011

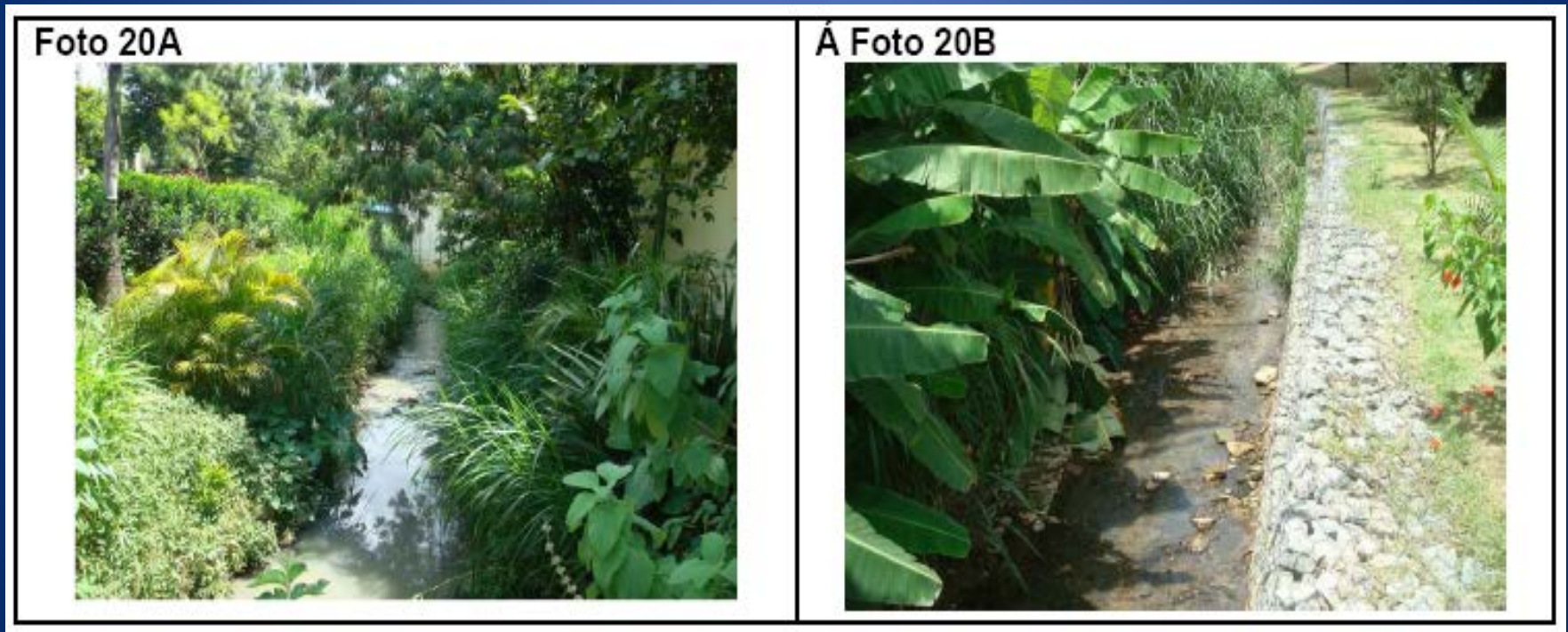


Figura 10 - Córrego Ibiraporã: Ponto 2 – Antes e depois das intervenções do programa. Fonte: Cortesia de Andréia Sandrini – Coordenadora das ações do Programa “Córrego Limpo” na Zona Oeste.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo é composto por duas frentes investigativas:

- ✓ Análise do histórico de monitoramento da DBO dos córregos do programa; e
- ✓ Análise da produção de carga difusa pelo método da Unidade de Carga (UC).

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

O indicador de despoluição do programa “Córrego Limpo” é a queda no nível da DBO₅₋₂₀, para tanto a SABESP realiza o monitoramento da DBO dos córregos do programa mensalmente.

Tabela 1 - Caracterização dos Córregos em função da DBO. Fonte: Adaptado de Córrego Limpo (s/d).

Caracterização dos Córregos em função da DBO Demanda Bioquímica de Oxigênio	
0 a 5 mg/litro	Condições naturais, permite o contato primário das pessoas e a rega de hortaliças
5 a 10 mg/litro	Condições boas, já não se recomenda o contato primário nem a rega de hortaliças, mas possibilita a existência de peixes, o uso da água para animais e o tratamento convencional da água.
10 a 30 mg/litro	Condições boas, aspecto estético bom, permite a existência de peixes, não exala odores e possibilita o tratamento convencional da água.
30 a 70 mg/litro	Condição estética ainda boa, porém com restrições a existência de peixes e exalação de odores em determinadas épocas do ano (verão seco, principalmente); tratamento de água com consumo alto de produtos químicos.
Acima de 70 mg/litro	Poluído.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

UNIDADE DE CARGA (UC)

O método da Unidade de Carga consiste em aplicar índices de geração de carga difusa para diferentes tipos de uso de solo existentes na bacia em estudo.

Desvantagens:

✓ Método não faz correlação com a hidrologia e a morfologia da bacia

Vantagens:

✓ Fácil aplicação e apresentar resultados eficientes, podendo ser aplicado em bacias com diferentes tipos de uso do solo. (Novotny, 2003)

Tabela 2 - Produção de Poluição Difusa para classes de uso do solo do *Corine Land Cover* (CLC). Fonte: Adaptado de Cecchi et. al. (2007).

Classes de Uso de Solo do CLC		Média (0-10)
1. Tecidos Artificializados		
1.1. Tecido Urbano	1.1.1. Tecido Urbano Contínuo	8,22
	1.1.2. Tecido Urbano Descontínuo	6,89
1.2. Indústria, Comércio e Transporte	1.2.1. Indústria, Comércio e Equipamentos Gerais	7,78
	1.2.2. Redes Viárias, Ferroviárias e espaços associados	5,67
1.3. Zonas Verdes Orientadas	1.3.1. Espaços Verdes Urbanos	2,33
	1.3.2. Equipamentos desportivos e de lazer	3,00

3 MATERIAIS E MÉTODOS

UNIDADE DE CARGA (UC)

Tabela 3 - Produção de Poluição Difusa para Tecido Urbano. Fonte: Ateinke (2007).

Produção de Carga Difusa (Kg/Km ² /dia)				
Tipo de cobertura	N total	P total	Ss Total	TOTAL
Tecido Urbano Contínuo	1,274	0,034	50,000	51,308

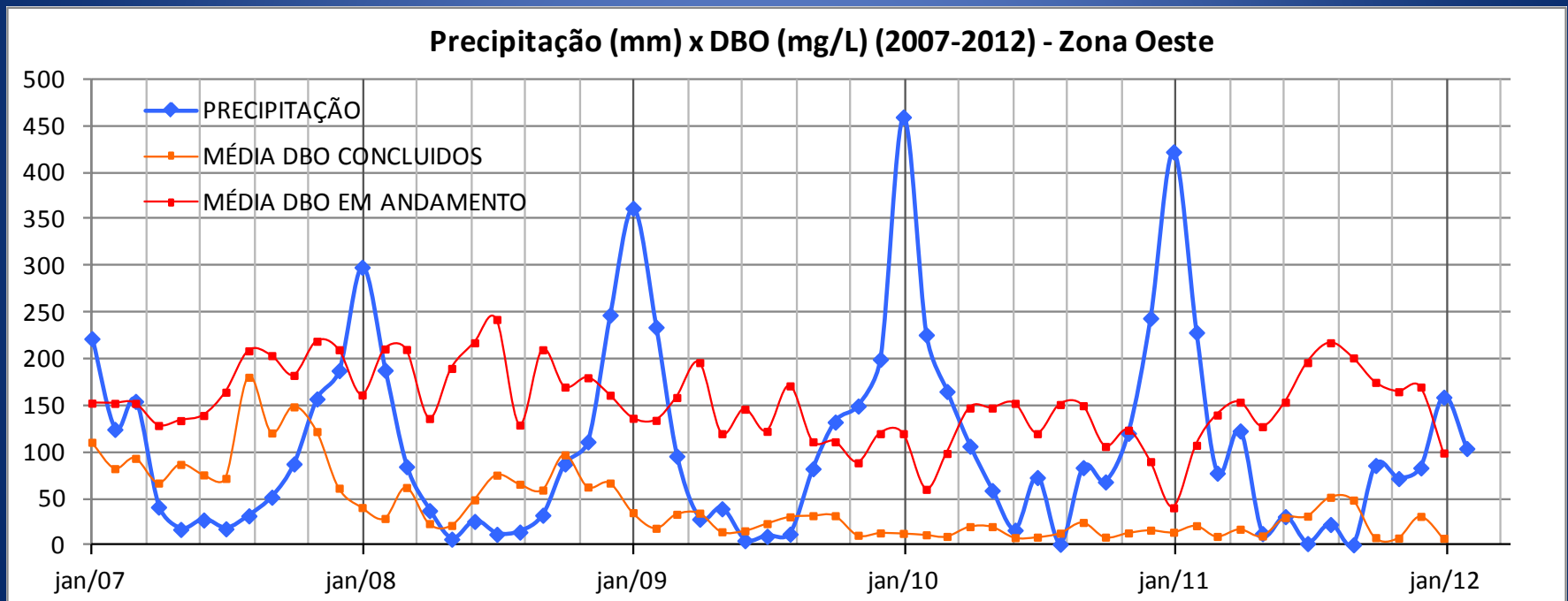
Tabela 4 - Produção de Poluição Difusa para classes de uso do solo.

Produção de Carga Difusa por Tipo de Uso do Solo (Kg/Km ² /dia)					
1. Tecidos Artificializados		N total	P total	Ss Total	TOTAL
1.1. Tecido Urbano	1.1.1. Tecido Urbano Contínuo	1,274	0,034	50,000	51,308
	1.1.2. Tecido Urbano Descontínuo	1,068	0,028	41,910	43,006
1.2. Industria, Comercio e	1.2.1. Industria, Comercio e Equipamentos Gerais	1,206	0,032	47,324	48,562
	1.2.2. Redes Viárias, Ferroviárias e espaços associados	0,879	0,023	34,489	35,391
1.3. Zonas Verdes	1.3.1. Espaços Verdes Urbanos	0,361	0,010	14,173	14,544
	1.3.2. Equipamentos desportivos e de lazer	0,465	0,012	18,248	18,726

4 RESULTADOS

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

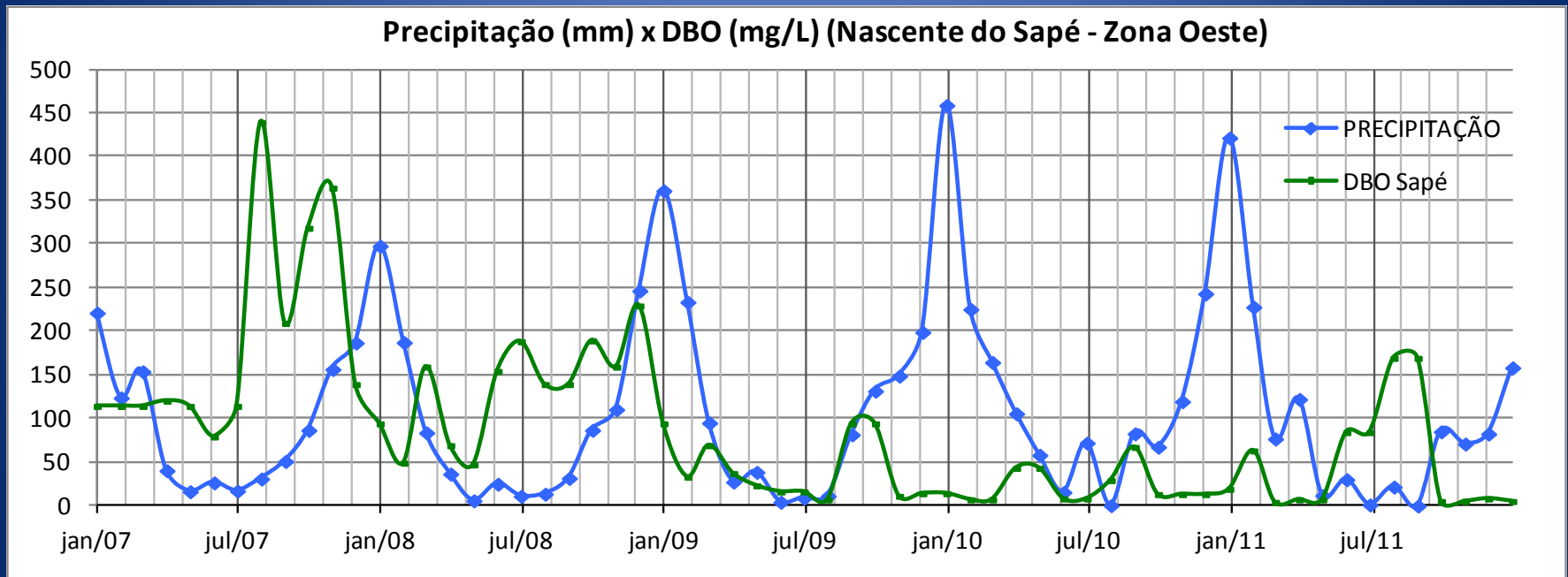
Gráfico 2 - Relação entre a Precipitação (mm) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no período de 01/01/2007 a 01/01/2012 nos córregos da Zona Oeste pertencentes ao Programa “Córrego Limpo”. Fonte: Córrego Limpo (s/d) e SAISP (2012).



4 RESULTADOS

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Gráfico 3 - Relação entre a Precipitação (mm) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na Nascente do Sapé no período 01/01/2007 a 01/01/2012. Fonte: Córrego Limpo (s/d) e SAISP (2012).



4 RESULTADOS

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

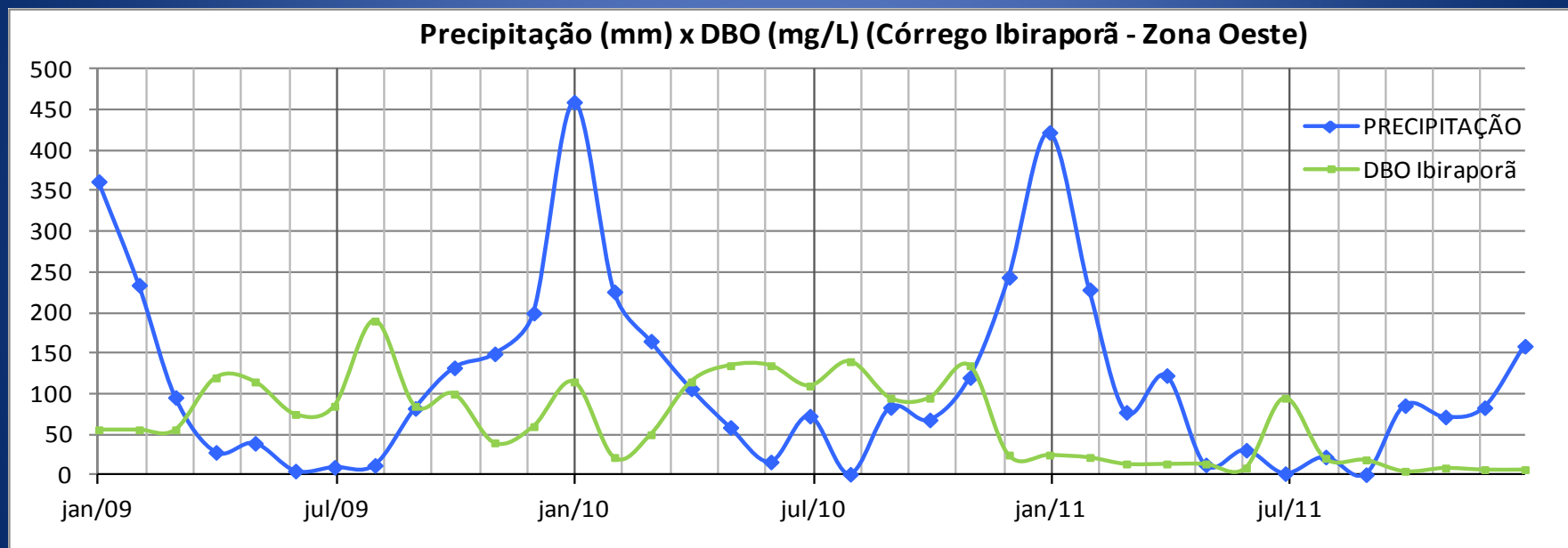
Tabela 5 - Concentração média estimada de poluentes por tipologia (Adaptado de Lima, 1998 e Larentis, 2004).

Concentração Média de poluentes (mg/L) por tipologia				
Tipo	DBO ₅	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Coliformes Fecais
Couros	210	3,3	2	1
Bebidas	350	10	1	0,2
Têxtil	22	27,5	1,2	8
Alimentos	260	30	5	7
Química	146	27,5	1,1	0,001
Metal	10	2,6	0,6	0,001
Papel	250	10	1,2	0,001
Esgoto doméstico	350	25	9	
Utilidade Pública	300	30	10	7

4 RESULTADOS

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Gráfico 4- Relação entre a Precipitação (mm) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no Córrego Ibiraporã no período 01/01/2007 a 01/01/2012. Fonte: Córrego Limpo (s/d) e SAISP (2012).



4 RESULTADOS

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Correlação linear entre a DBO e a precipitação

O coeficiente de relação de Pearson (ρ) é calculado pela equação abaixo (ZAR, 1996):

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}}$$

Tabela 8 - Coeficientes de relação de Pearson obtidos.

Coeficiente de relação de Pearson (ρ)	
P x DBO Média dos Concluidos	-0,21
P x DBO Média dos em andamento	-0,42
P x DBO Sapé	-0,34
P x DBO Ibiraporã	-0,11

4 RESULTADOS

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Recuperação dos corpos d'água em estudo.

Tabela 6 - Concentração média estimada para poluição difusa (Adaptado de Larentis, 2004).

Concentração Média estimada para poluição difusa (mg/L)			
Tipo	DBO ₅	Nitrogênio Total	Fósforo Total
Urbano	12	2,2	0,7
Agrícola	6	0,8	0,15
Pastagem	3	0,8	0,1
Floresta	1	0,8	0,1
Água	0	0	0

Tabela 7 - DBO para diferentes classes de corpos d'água de água doce (Adaptado da CONAMA 357, 2005).

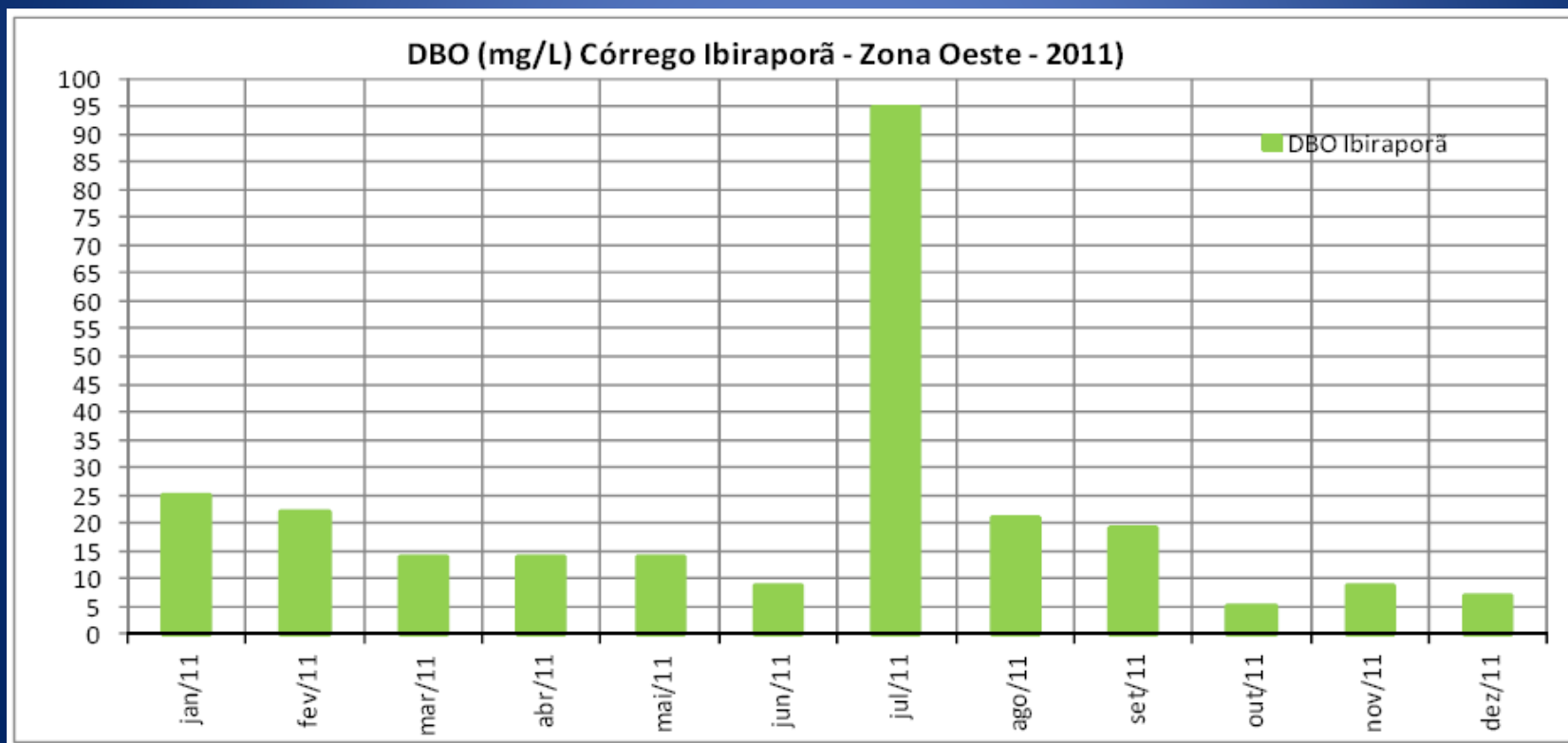
DBO para diferentes classes (mg/L)	
Classe Especial	Condições Naturais
Classe I	3,00
Classe II	5,00
Classe III	10,00

4 RESULTADOS

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Recuperação dos corpos d'água em estudo.

Gráfico 6 - DBO do Córrego Ibiraporã em 2011.



4 RESULTADOS

UNIDADE DE CARGA (UC)

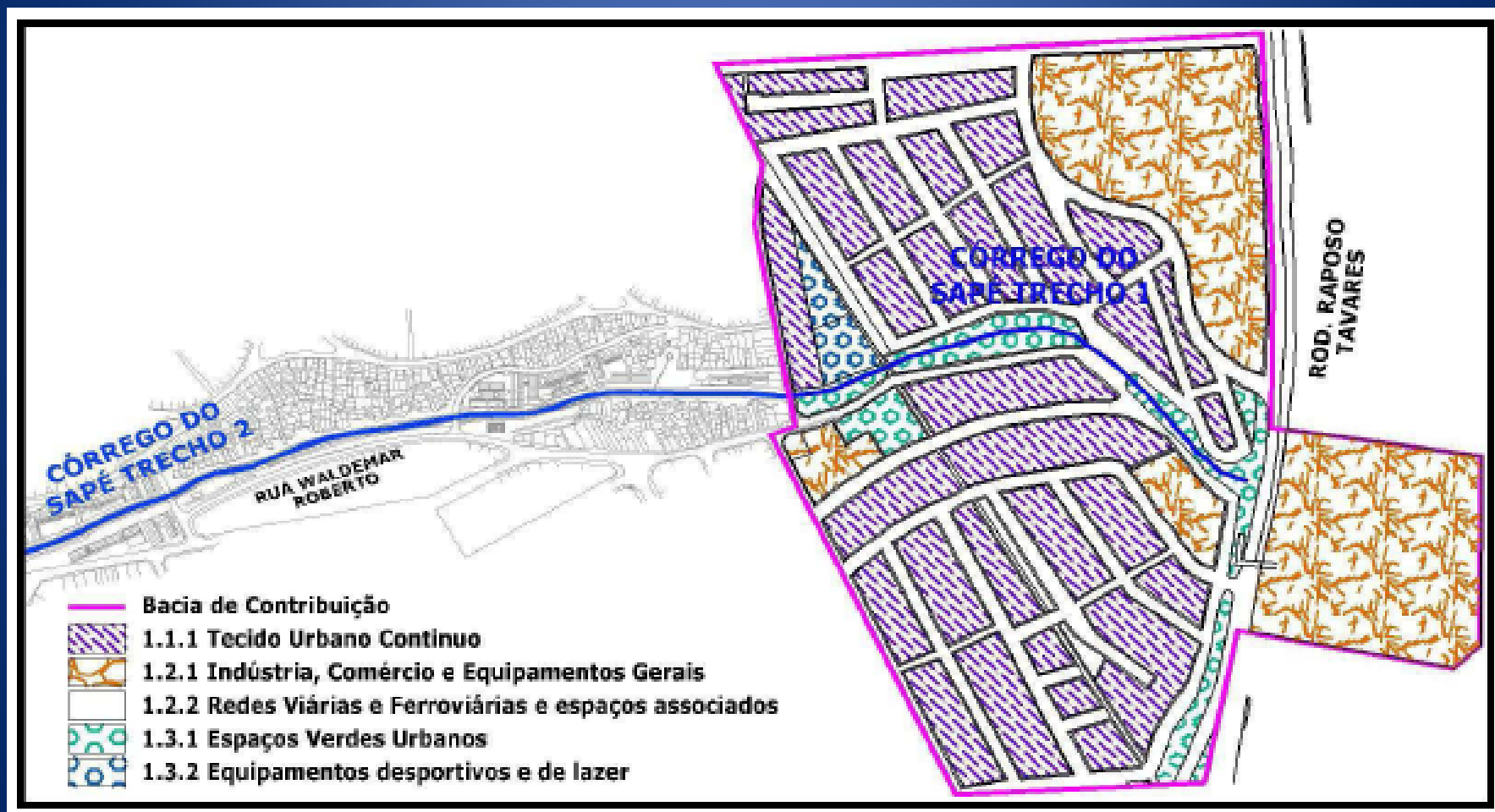


Figura 11 - Distribuição na bacia da Nascente do Sapé das classes de uso do solo do *Corine Land Cover* (CLC).

4 RESULTADOS

UNIDADE DE CARGA (UC)

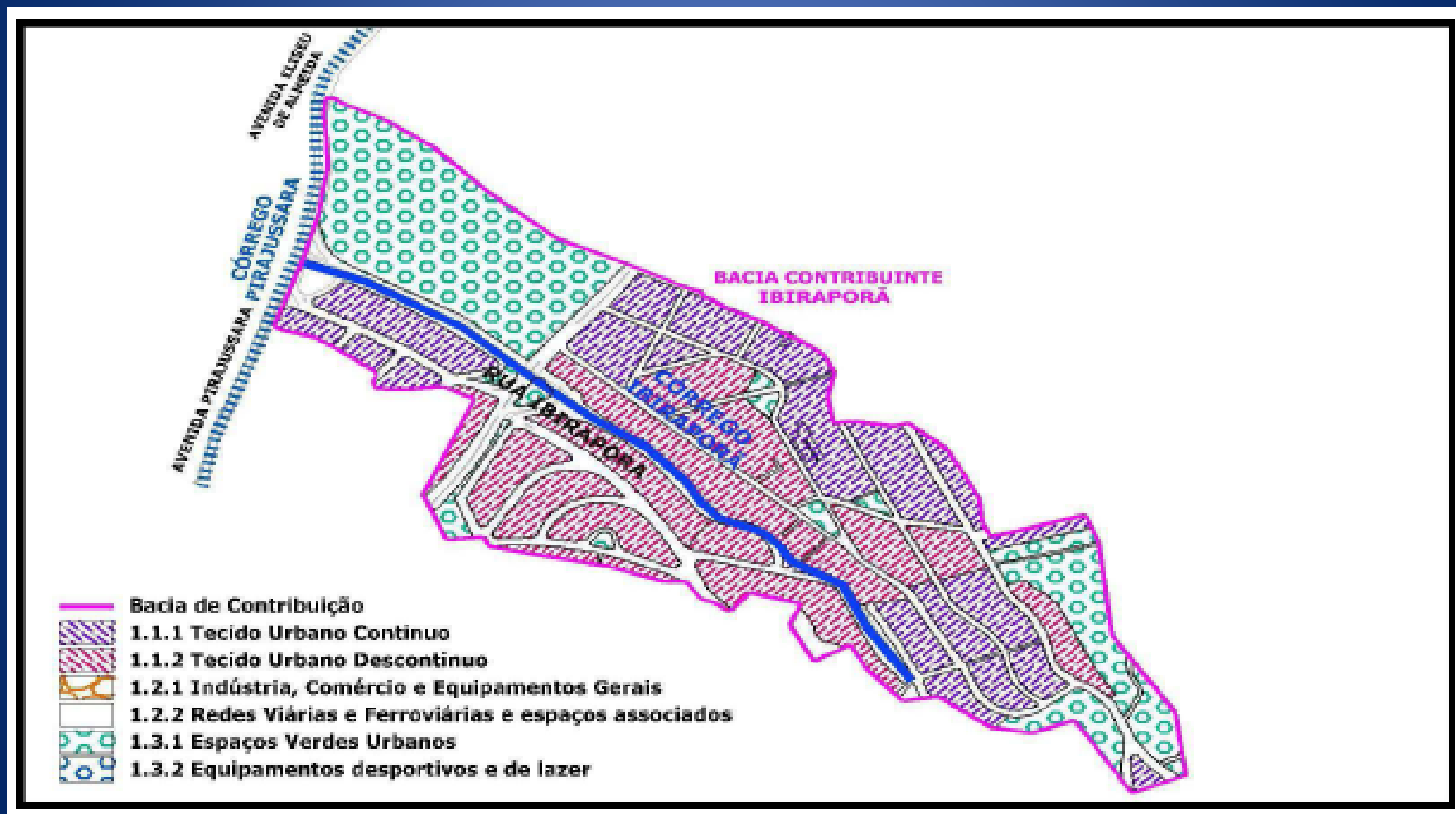


Figura 12 - Distribuição na bacia do Córrego Ibiraporã das classes de uso do solo do *Corine Land Cover* (CLC).

4 RESULTADOS

UNIDADE DE CARGA (UC)

Tabela 9 - Produção de carga difusa para as diferentes parcelas de classe de uso do solo na bacia da Nascente do Sapé, calculada pelo método da Unidade de Carga.

Produção das Classes de Uso do Solo para Bacia da Nascente do Sapé					
Classe	Área (Km ²)	N total (Kg/Km ² /dia)	P total (Kg/Km ² /dia)	Ss Total (Kg/Km ² /dia)	Carga Total Gerada (Kg)
Tecido Urbano Contínuo	0,1269	0,1616	0,0043	6,3433	6,5092
Industria, Comercio e Equipamentos Gerais	0,0904	0,1090	0,0029	4,2795	4,3915
Redes Viárias e Ferroviárias e espaços associados	0,3471	0,3050	0,0081	11,9718	12,2850
Espaços Verdes Urbanos	0,0251	0,0091	0,0002	0,3554	0,3647
Equipamentos desportivos e de lazer	0,0047	0,0022	0,0001	0,0859	0,0881
Total	0,5942	0,5870	0,0157	23,0359	23,6386

Tabela 10 - Produção de carga difusa para as diferentes parcelas de classe de uso do solo na bacia do Córrego Ibiraporã, calculada pelo método da Unidade de Carga.

Produção das Classes de Uso do Solo para Bacia do Córrego Ibiraporã					
Classe	Área (Km ²)	N total (Kg/Km ² /dia)	P total (Kg/Km ² /dia)	Ss Total (Kg/Km ² /dia)	Carga Total Gerada (Kg)
Tecido Urbano Contínuo	0,1505	0,1917	0,0051	7,5254	7,7222
Tecido Urbano Descontínuo	0,1812	0,1935	0,0052	7,5945	7,7932
Redes Viárias e Ferroviárias e espaços associados	0,6656	0,5849	0,0156	22,9567	23,5572
Espaços Verdes Urbanos	0,0586	0,0212	0,0006	0,8309	0,8526
Equipamentos desportivos e de lazer	0,1115	0,0518	0,0014	2,0349	2,0882
Total	1,1675	1,0432	0,0278	40,9423	42,0134

4 RESULTADOS

UNIDADE DE CARGA (UC)

As produções de carga difusa das bacias são próximas:

✓ 39,782 Kg/km²/dia na Nascente do Sapé; e

✓ 35,986 Kg/km²/dia no Córrego Ibiraporã.

Portanto o grande diferencial na consolidação da despoluição dos seus córregos pode ser atribuída como resultado do programa de governança colaborativa implantado no Córrego Ibiraporã.

Outro agravante é a presença de tráfego de caminhões com material de construção civil (urbanização da favela do Sapé) na região da nascente do córrego do Sapé, que possivelmente também contribua para a sua degradação.

5 CONCLUSÃO

- ✓ Monitoramento através da DBO;
- ✓ Importância dos córregos do programa córrego limpo para estudos relativos à carga difusa;
- ✓ Complexidade no processo de recuperação de corpos d'água em áreas urbanas; e
- ✓ Governança colaborativa;
- ✓ O problema do controle de carga difusa.

OBRIGADA!

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária, São Paulo, 3 ed., CETESB/ASCETESB, 1986 - 616p.

BRAGA, Benedito et al. Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Pince Hall, 2002. 73p.

CHECCI, G.; MUNAFÒ, M.; BAIOTTO, F.; ANDREANI, P.; MANCINI, L. Estimating river pollution from diffuse sources in the Viterbo province using the potential non-point pollution index. *Annali dell' Istituto Superiore di Sanità*, Roma, v. 43, n. 3, p. 295 a 301 – 2007.

CONAMA 357 de 17 de Março de 2005 – Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE ASSENTAMENTOS HUMANOS - HABITAT II, 2, 1996, Istambul. Relatório nacional brasileiro. Brasília, 1996.

CORTES, R.; PINTO, P.; FERREIRA, M. T.; MOREIRA, I.– Qualidade biológica dos ecossistemas fluviais. MOREIRA, I., FERREIRA, M.T. CORTES, R. M. V., PINTO, P. & ALMEIDA, P.R. (EDITORES) - Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos. Instituto da Água, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa, 2002.

Histórico de precipitação para Zona Oeste no período de janeiro de 2007 a março de 2012 – SAISP – Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo - FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica.

LARENTIS, D. G. Modelagem Matemática da Qualidade da Água em Grandes Bacias: Sistema Taquari – Antas– RS. Dissertação de Mestrado. UFRGS. Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH, 2004.

LIMA, L.C.T.M. Simulação da Qualidade da Água em uma Bacia Hidrográfica: Aplicação a Bacia do rio Curu (CE). Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

Manual de procedimentos e técnicas laboratoriais, voltado para análise de águas e esgotos sanitários e industriais. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária Laboratório de Saneamento “Profº Lucas Nogueira Garcez” – 2004.

MORENO, P.; FRANÇA, J.S.; FERREIRA, W.R.; PAZ, A.D.; MONTEIRO, I. & CALLISTO, M. *Use of the beast model for biomonitoring water quality in a Neotropical basin. Hydrobiologia* – 2009 - 225 a 250p.

MUNAFÒ, M et al., River pollution from non-point sources : a new simplified method of assessment. *Journal of Environmental Management*, 2005 Volume 77 – 90-99p.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NOVOTNY, Vladimir; OLEM, Harvey - Water quality: Prevention, identification and management of diffuse pollution – New York: Van Nostrand Reinhold, 1994.

NOVOTNY, Vladimir, Water quality: Diffuse pollution and watershed management – 2ª Edição – New York: J. Wiley, 2003.

PORTO, Mônica F. Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas. TUCCI, C. E. M; PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mário T. de Barros (Org.). Drenagem Urbana. In.: Porto Alegre: ABRH e Editora da UFRGS, 1995 - 387-414p.

PORTO, Mônica F. Sistema de gestão da qualidade das águas: Uma proposta para o caso brasileiro – Escola politécnica da Universidade de São Paulo, 2002 – 130-135p.

Programa Córrego Limpo – Disponível em: <<http://www.corregolimpo.com.br>> Acesso em 18/02/2011.

SABESP, 2010 - “Prestação de Serviços Técnicos Especializados para Capacitação dos Técnicos para Implementação das Estratégias de Governança Colaborativa” - Diretoria Metropolitana da SABESP - São Paulo, maio de 2010.

STEINKE, V.A. - Identificação de áreas úmidas prioritárias para conservação da biodiversidade na Bacia da Lagoa Mirim (Brasil - Uruguai) : subsídio para gestão transfronteiriça – 2007 - Dissertação de mestrado - Disponível em: http://vsites.unb.br/ib/ecl/docentes/saito/Tese_Dout_Valdir_A_Steinke.pdf.

TOMAZ, Plínio. Livro: Poluição Difusa - Editora Navegar - São Paulo - 1ª Edição – Publicação: 2006. Cap. 3.

Zar, J. H. – *Biostatistical Analysis* (3 rd Ed). New Jersey: Prentice Hall, 1996 - 662p.