

DENISE DOMINGUES MENDONÇA

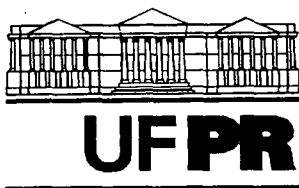
**METAIS PESADOS NO SOLO,
DO PARQUE BARIGUI, CURITIBA, PR**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Curso de Mestrado em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Carvalho

CURITIBA

2003

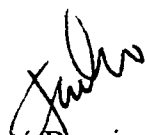


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-350-5648
E-mail: pgcisolo@ufpr.br

P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **DENISE DOMINGUES MENDONÇA**, sob o título "**Metais pesados no solo em quatro pontos pré-determinados do Parque Barigui, Curitiba-PR**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido a candidata, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, com o conceito "**B**", completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba aos 29 de agosto de 2003.


Prof. Dr. Francisco José Pereira de Campos Carvalho, Presidente.


Prof. Dr. Lineu Bley, Iº Examinador.


Prof.ª Dr.ª Celina Wisniewski, IIª Examinadora.

Dedico este trabalho

À minha mãe, pelo exemplo maior de responsabilidade, pelas palavras encorajadoras, pela determinação e profissionalismo acima de tudo.

A meu esposo Ivan, pela compreensão e exemplo de que o mais importante é vencer a si mesmo, a cada dia.

À minha filha Júlia, pela alegria a cada conquista minha.

*“Muito obrigado a você que enriqueceu a minha mente,
Que encheu de amor e ternura o meu coração,
Que me ensinou, que sorriu para mim,
Muito obrigado, a você não importa quantos nomes você tenha.”*

Ao Prof. Orientador Dr. Francisco Carvalho, pela oportunidade e orientação recebida.

À Kelly Geronazo, pela dedicação em compartilhar conhecimentos em estatística.

À Sra. Mônica, do laboratório de Toxicologia do Laboratório Frischmann & Aisengart, que, mesmo sem me conhecer, auxiliou-me quando se fez necessário.

Ao Sr. Raul Kuhnen, da REPAR, pelo incentivo e amizade.

À Sra. Edimara Inês Morschel Barbosa da REPAR, que carinhosamente recomendou-me para o ingresso no Mestrado.

As Sr. Robinson de Oliveira Bravos, da REPAR, que desde o início incentivou-me a enfrentar este desafio.

Ao Sr. Gerson Novick, funcionário da Pós-graduação, em nome de todos os outros pelo auxílio recebido.

Em especial, à minha colega e amiga, Rita Dosciatti pela dedicação, compreensão e amizade acima de tudo.

RESUMO

Investiga-se nesta dissertação a contribuição de poluentes trazidos ao solo do Parque Barigui, pelo rio do mesmo nome que banha o parque. Poluentes estes oriundos de detritos orgânicos, lançados ao longo das margens do rio por fossas e ligações clandestinas de esgotos despejados por dejetos industriais, levando a um possível incremento da presença de metais pesados. A questão investigada restringiu-se ao levantamento da presença ou não de metais pesados em quatro pontos pré-determinados do parque Barigui. Utilizou-se o gerenciamento Ambiental Avançado para uma melhor visualização e avaliação, com finalidade de diagnóstico do solo no que se refere à presença de metais pesados no solo. Compararam-se os resultados obtidos com as legislações que estabelecem parâmetros para estes elementos traço. Constatou-se que a presença de metais pesados encontrados nos pontos de amostragem, quando comparados com as legislações ambientais internacionais e valores orientadores da CETESB, encontram-se dentro dos limites preconizados pelos parâmetros utilizados. Verificou-se, portanto que, no momento, a presença de metais pesados não acarreta risco à saúde humana, segundo parâmetros e legislações utilizados. Entretanto, percebe-se que as vias de contribuição para a presença de metais pesados no parque Barigui, tais como antropização, presença de resíduos orgânicos no rio Barigui mostram a tendência de manutenção ou aumento da presença se não forem tomadas medidas preventivas.

ABSTRACT

THE PRESENCE OF HEAVY METALS IN THE SOIL OF BARIGUI PARK

The contribution of pollutants brought to the soil of Barigui Park, by the river of the same name which runs along the park, is investigated in this theses. These pollutants are resultant of organic debris, thrown along the banks of the river by clandestine cesspits and sewerage, and industrial dejections, leading to a possible increment of heavy metal presence. The investigated question was restricted to the survey of the possible presence, or not, of heavy metals in four predetermined points of Barigui Park. The advanced environmental management was used for a better visualization and evaluation, with the purpose of diagnosing the soil concerning the presence of heavy metals in it. The results were compared to the legislations that establish parameters for traces of these elements. It was perceived that the presence of heavy metals found in the sampling points, when compared to the international environmental legislations and the oriented values of CETESB, meet the limits determined by the used parameters. It was verified, therefore, that at the moment the presence of heavy metals does not cause risk to human health, according to the parameters and legislations in practice at Barigui Park. Factors such as, antropization and the presence of organic debris in the Barigui river indicate a tendency to this maintenance or even the increase of the metal presence unless some preventive steps are taken.

Keywords: soil, heavy metals, fauna, flora, water, antropization.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DA LITERATURA	
2.1. Histórico do parque Barigui.....	9
2.2. Metais pesados – Conceituação.....	9
2.3. Metais Pesados no Solo.....	10
2.3.1. Poluição da Solo por Metais Pesados.....	10
2.4 GERENCIAMENTO AMBIENTAL AVANÇADO.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1 Localização e Descrição do Parque Barigui.....	11
3.2 Clima.....	11
3.3 Descrição dos solos da Bacia do Rio Barigui.....	13
3.4 Gerenciamento Ambiental Avançado.....	13
3.5 Amostragem.....	13
3.6 Análises Físicas do Solo.....	14
3.7 Análises Químicas do Solo.....	14
3.8 Análises de Metais Solo.....	15
3.9 SANEPAR.....	15
4. Gráficos e Tabelas.....	16
5. RESULTADOS DISCUSSÃO.....	17
5.1 Sobre o experimento.....	17
5.2 Projeção da Carga Orgânica gerada pela população projetada para o período 2000-2020.....	17
5.3 Levantamento de Aspectos ambientais do Parque Barigui.....	17
5.4 Fertilidade do Solo.....	19
5.6 Análise Granulométrica.....	19
5.7 Metais Pesados.....	19
5.8 Comparação de Resultados de Metais Pesados com Legislações Ambientais.....	20
6. CONCLUSÃO.....	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
ANEXOS.....	29
Anexo A Descrição do Parque Barigui.....	30
Anexo B Localização do Parque Barigui.....	32
Anexo C Pontos de coleta de dados A e B.....	33
Anexo D Pontos de Coleta de dados C e D.....	34
Anexo E Tab.1 Valores orientadores para o solo do estado de São Paulo.....	35
Anexo F Tab.2 Valores de referência p/ solo considerando-se um teor de argila.....	36
Anexo G Tab. 3 Valores Genéricos de Soil Screaming Levels – USEPA.....	37
Anexo H Tab. 4 Valores de Investigação de Proteção do Solo.....	39
Anexo I Tab. 5 Levantamento dos Impactos Ambientais do Parque Barigui.....	40
Anexo J Tab. 6 Projeções de Carga Orgânica Gerada.....	41

Anexo K Tab. 7 Análise de Metais Pesados. Amostra A	42
Anexo L Tab. 8 Análise de Metais Pesados. Amostra B.....	43
Anexo M Tab. 9 Análise de Metais Pesados. Amostra C	44
Anexo N Tab. 10 análise de Metais Pesados. Amostra D	45
Anexo O Tab. 11 Concentrações Médias Mundiais do Conteúdo Total de Metais Pesados em Solo	46

1 INTRODUÇÃO

O uso da terra para centros urbanos, para as atividades industriais, tem tido como consequência elevados níveis de contaminação. O uso referido associa-se, geralmente, a descargas acidentais ou voluntárias de poluição do solo e água; deposição não controlada de produtos que podem ser resíduos perigosos; lixeiras e/ou aterros sanitários não controlados; deposições atmosféricas resultantes das várias atividades.

Cabe dizer que, ao longo dos últimos anos, têm sido detectados numerosos casos de contaminação, que vem se constituindo uma das preocupações ambientais, uma vez que, geralmente, há interferência no ambiente da área afetada (solo, águas superficiais e subterrâneas, ar, fauna e vegetação).

Para o presente estudo, tomou-se o Parque Barigui como objeto de investigação, com a finalidade de contribuir para a melhoria do meio ambiente. A função primordial deste parque é servir como um ponto de contenção de águas provenientes de cheias na cabeceira do rio Barigui e, também, como espaço de repovoamento de espécimes silvestres.

Tendo em vista a importância do Parque Barigui para diversas funções: lazer, atividades desportivas e de preservação de espécimes, é fundamental investigar a contribuição de poluentes trazidos ao solo deste parque, pelo rio Barigui, oriundos da poluição de detritos orgânicos, lançados ao longo de suas margens por fossas e ligações clandestinas de esgotos despejados por dejetos industriais, levando a um possível incremento na presença de metais pesados.

A questão investigada neste trabalho restringiu-se ao levantamento da presença ou não de metais pesados, em quatro pontos pré-determinados do parque Barigui.

Tiveram-se como objetivos de pesquisa: 1) levantar a presença de metais pesados poluidores em quatro pontos pré-determinados do Parque Barigui; 2) comparar os resultados encontrados com Legislações que estabeleçam parâmetros para estes elementos traço; 3) se confirmada a presença de metais pesados acima dos referidos parâmetros, correlacionar estes achados com o risco para a saúde humana; 4) diagnosticar se há vias de contribuição para que a presença de metais pesados continue constante ou aumente.

Para este trabalho utilizou-se o gerenciamento Ambiental Avançado para uma melhor visualização e avaliação, com finalidade de diagnóstico do solo no que se refere à presença de metais pesados nos solo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. HISTÓRICO DO PARQUE BARIGUI

Criado em 1972, o Barigui é o parque mais freqüentado de Curitiba. (Universidade Livre do Meio Ambiente, 1994). Além de refúgio e repouso para os habitantes humanos e animais, o parque Barigui é também a grande área de preservação natural daquela região da cidade e um importante regulador da qualidade do ar.

Existem no parque três bosques constituídos por capão de floresta primário nativa, como o Pinheiro do Paraná, e por florestas secundárias. (S.M.M.A, 2001). A fauna existente no parque é diversificada, onde se encontram mamíferos, aves e répteis, destes destaca-se o jacaré-do-papo-amarelo.

O Parque Barigui, assim como os demais parques da cidade, fazem parte de uma política Municipal de preservação de fundos de vale. O objetivo é evitar o assoreamento e a poluição dos rios através de monitoramento, proteger a mata ciliar, bem como impedir a ocupação irregular das suas margens, tornando estas áreas abertas à população na forma de parques (S.M.M.A, 2001).

2.2 METAIS PESADOS – CONCEITUAÇÃO

O termo metal pesado, que se encontra incorporado à bibliografia científica, é geralmente usado para os seguintes elementos: vanádio, cromo, níquel, zinco, arsênio, cobre, sódio, cobalto, selênio, mercúrio, cádmio. (JARDIM,1983).

De acordo com AMBERGER (1988, citado por MARTINS dos ANJOS, 1999), entende-se por metais pesados, aqueles elementos que possuem, como o próprio nome diz, um elevado peso específico, além de mais valências, bem como capacidade para trocá-las.

Possuem a capacidade de fundirem-se, freqüentemente, como componentes metálicos de enzimas para formar complexos – metálicos – quelatados.

2.3. METAIS PESADOS NO SOLO

2.3.1 Poluição do solo por metais pesados

No Brasil, apesar de serem raros os estudos envolvendo a contaminação do solo com metais pesados, possivelmente o problema não é de menor importância que no restante da comunidade mundial. Problemas de contaminação do solo com metais pesados são comuns, porém ainda pouco estudados, como o realizado em áreas de mineração de carvão a céu aberto no Rio Grande do Sul (KAMPF et al., 1996. GAIVIZZO, 1997) e em área de deposição de rejeitos de uma indústria de zinco em Minas Gerais (RIBEIRO FILHO et al., 1998 e DIAS JUNIOR et al., 1998). Na maioria dos casos, a contaminação do solo é ocasionada por mais de um elemento.

2.4 GERENCIAMENTO AMBIENTAL AVANÇADO

Os objetivos do gerenciamento ambiental avançado são: a) aumentar a sobrevivência do empreendimento; b) obter lucros com o gerenciamento do meio ambiente; c) utilizar ações ambientais planejadas, integradas e direcionadas; d) desenvolver o meio ambiente.

Sua metodologia divide-se em cinco etapas: 1) definição de valores e balanço ambiental - baseia-se na identificação de tudo que é importante para determinada situação; b) identificação de fatores limitantes - para identificar os efeitos ou riscos que estes fatores podem gerar; c) análise de compartimentos – considerando que compartimentos devem ser escolhidos dentro de características comuns, com a finalidade de serem agrupados; d) planejamento e implantação - após a definição dos compartimentos, definidas as normas,

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO PARQUE BARIGUI

O presente trabalho foi realizado no Parque Barigui, na cidade de Curitiba, localizado entre a Avenida Manoel Ribas e a BR – 277, acessos: BR – 277 e Avenida Cândido Hartmann Bairro Bigorriho, Mercês, Santo Inácio e Cascatinha, entre as coordenadas 25° 13' 24" e 25° 38' 23" Sul e 49° 22' 29" Oeste, percorrendo no sentido geral norte – sul os municípios de Almirante Tamandaré, Curitiba e Araucária, numa extensão aproximada de 60 Km entre suas nascentes e a foz no rio Iguaçu, possui uma área de 1.400.000 metros quadrados (Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2001). (v.Fig. 1 e fig. 2, nos anexos A e B).

3.2 CLIMA

Curitiba apresenta um clima subtropical úmido, com temperaturas médias de 19,7° C no verão e 13,4°C no inverno (IPPUC, 1996), sendo que a temperatura média anual para a cidade é de 16,5°C (SIMEPAR, 2001). Devido a posição da cidade em relação ao Trópico de Capricórnio e as suas características topográficas, o verão é ameno e o inverno moderado com alguns dias mais rigorosos. Há um período de estiagem, não fixo, entre o outono e o inverno (IPPUC,1996). De acordo com a divisão climática do Paraná e com a carta climática do Paraná, a região onde se situa a bacia do rio Barigui está sob a influência do tipo climático Cfb da classificação de Koppen, A precipitação média anual em Curitiba é de 1.451,8mm e a altitude é de 897m (MAACK,1968).

3.3 DESCRIÇÃO DOS SOLOS DA BACIA DO RIO BARIGUI

Os solos da bacia do rio Barigui foram classificados pela Embrapa (1984). Sendo considerado ao longo das várzeas do Rio Barigui a ocorrência de solos hidromórficos Gleyzados indiscriminados de textura argilosa, fase campo e floresta de várzea, sendo material originário Latossolo Vermelho Amarelo Álico, pouco profundo, A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical, relevo suave ondulado.

3.4 GERENCIAMENTO AMBIENTAL AVANÇADO

Para aplicação desta metodologia realizou-se a definição de valores e balanço patrimonial do parque, levantando-se como valores de maior relevância o solo, a água o lazer a flora e a fauna. Considerou-se tudo que é importante para determinada situação. Após, separaram-se os diversos valores levantados em compartimentos, sendo escolhidos e agrupados dentro de características comuns. Para cada valor levantado e agrupado, priorizou-se uma ou mais área de abordagem para aquele compartimento, considerando-se as atividades desenvolvidas, aspectos ambientais envolvido, assim como, possível impacto ambiental, gerado pela atividade determinada. (v. tabela 5, no anexo K)

Para o compartimento solo utilizaram-se duas áreas de abordagem: aspectos ambientais e antropismo. Foi observado que através de ações antrópicas, tais como, pisoteio, presença de bicicletas, animais domésticos, resíduo de lixo depositado no solo ocorre uma contribuição para alteração na qualidade do solo, podendo levar a um aumento no número de fungos e bactérias assim como a presença de metais pesados no solo. Uma das finalidades da construção do Parque Barigui foi a realização de uma contenção para águas das cheias naquele ponto do rio Barigui, com isto, o solo, às margens do rio, em diversas ocasiões, é encharcado, colaborando com um assoreamento.

Considerando que o objetivo deste estudo, foi evidenciar a presença de metais pesados poluidores no solo do parque Barigui, com a utilização da ferramenta de Gestão Ambiental Avançada, limitou-se ao compartimento de solo e suas correlações com o meio; mesmo assim, ficou evidenciada a multifuncionalidade dada a este parque e a imensa correlação do solo servindo como base, meio e acesso a seres humanos, animais plantas e resíduos lançados.

3.5 AMOSTRAGEM

A escolha dos pontos de amostragem se deu após a aplicação da ferramenta de Gerenciamento Ambiental Avançado e da análise granulométrica no compartimento solo, utilizando-se os critérios: a) escolha de pontos próximos ao rio Barigui; b) escolha de pontos que contemplem uma área de maior e outra de menor antropização; c) coleta de solo que possuam características granulométricas diferenciadas.

A área de amostragem foi delimitada em quatro pontos de coletas, sendo a área abrangida por pontos de aproximadamente 50 metros quadrados. As coletas foram realizadas nas proximidades das margens do rio Barigui com 1 metro e as mais distantes em 50 metros quadrados. Foi realizada uma única coleta de amostra composta. As amostras foram coletadas com trado Holandês, em ziguezague, com uma profundidade de 20 cm do solo. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e identificadas respectivamente.

Essas amostras foram coletadas nos quatro pontos, previamente definidos, do parque Barigui. Utilizando-se 10 amostras de cada ponto. Os solos foram homogeneizados e seco ao ar, e peneirados em peneira 0,2, para análises químicas e físicas.

Os pontos foram assim distribuídos: ponto A com as coordenadas 22J 0670155 e 7187812, situado próximo a Avenida Manoel Ribas, apresenta-se com uma vegetação

herbácea rasteira e arbustos esporádicos, com até 2 metros de altura. Esse ponto possui um tráfego bem pequeno de pessoas.

Ponto B, localizado a 10 metros da entrada do parque pela Avenida Cândido Hartmann, com as seguintes coordenadas: 22J 0670278 e 7187443, situado em área de várzea, com vegetação predominante da família *poaceae*, sofre influência direta das cheias do rio Barigui.

O ponto C situa-se à ponte de acesso ao parque Barigui, pela Avenida Cândido Hartmann, possuindo as coordenadas: 22J 0670307 e 7187102. Este ponto está localizado a 5 metros da margem do rio Barigui, em área altamente freqüentada por usuários do parque. Possui uma vegetação *poaceae*, também com espécies invasoras como o *Pinnus*.

O ponto D situa-se ao centro do Parque, local utilizado por diversas espécies animais que habitam o parque, possuindo as coordenadas; 22J 0670213 e 7186810. Localiza-se em região de várzea e é bastante freqüentado para atividades de lazer.

3.6 ANÁLISES FÍSICAS DO SOLO

As análises granulométricas foram determinadas no laboratório de análises físicas do Departamento de Solos da UFPR, através da metodologia Vettori Completa, de acordo com a EMBRAPA (1976). As dez sub-amostras de solo, coletadas de cada ponto, foram homogeneizadas compondo apenas uma amostra, a qual foi utilizada para realizar as análises físicas do solo.

3.7 ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO

As análises em questão foram realizadas no laboratório de análises químicas do Departamento de Solos da UFPR, segundo a metodologia proposta pelo IAPAR, utilizada conforme PAVAN et al. (1992).

3.8 ANÁLISES DE METAIS PESADOS

Essas análises foram realizadas no laboratório Frishmann Aisengardt, pelo método EPA 3050 SW 8462,1986, no qual é utilizado a extração parcial que visa retirar a fração de metais fracamente aderidas aos sedimentos, através de uma digestão ácida, sucedida por uma análise em Espectofotômetro de absorção atômica.

As amostras foram coletadas com trado Holandês, em ziguezague, com uma profundidade de 20 cm do solo. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e identificadas respectivamente. Essas amostras foram coletadas nos quatro pontos, previamente definidos, do parque Barigui. Utilizando-se 10 amostras de cada ponto. Os solos foram homogeneizados e seco ao ar, e peneirados em peneira 0,2, para análises químicas e físicas.

Utilizou-se o método USEPA de lixiviação ácida, o qual extrai o teor máximo de metais pesados potencialmente disponíveis, não o teor total. A matéria orgânica é oxidada pelo ácido sob alta pressão e partículas de argila, carbonatos e outros são dissolvidos pelo ácido concentrado, a fração silicatada não é solubilizada. (RAIJ et al, 1983. CAMPOS et al, 2003).

3.9 SANEPAR

A Companhia de saneamento do Paraná (SANEPAR), com a finalidade de conhecimento da projeção da carga orgânica lançada no rio Barigui, utilizou-se tabela de projeção. (ver Resultados e Discussão).

4. GRÁFICOS E TABELAS

As tabelas e gráficos foram desenvolvidos com o auxílio dos programas Microsoft Excel 2000 e Microsoft Word 2000.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 SOBRE O EXPERIMENTO

Utilizou-se a técnica de coleta composta, em quatro pontos de amostragem do Parque Barigui, situados em área de influência do rio Barigui . Sendo denominados de pontos A;B;C;D. Para o experimento, utilizou-se de escolha casual de amostragem

Para escolha dos pontos de amostragem, além da caracterização do solo, observou-se a antropização da área. Para uma melhor visualização dos aspectos ambientais aplicou-se a metodologia de Diagnóstico Ambiental Avançado.

As amostras coletadas foram analisadas quanto à física e à química do solo, granulometria; com a finalidade de conhecer a tendência projetada para área em questão. Utilizou-se de tabela indicativa da projeção da carga orgânica gerada pela população no rio Barigui em área de influência deste experimento. Após ter sido feita a caracterização química e física dos solos em questão, realizou-se análise de metais pesados nas amostras e compararam-se os resultados obtidos com parâmetros para presença de metais no solo. (v. tabela 5, no anexo K)

O compartimento solo serviu como apoio, juntamente com as análises granulométricas e de fertilidade do solo, para escolha dos pontos de amostragem, utilizando-se os critérios de escolha citados em material e métodos.

5.2 PROJEÇÃO DA CARGA ORGÂNICA GERADA PELA POPULAÇÃO PROJETADA PARA O PERÍODO 2000-2020. - Não atendida pelo sistema de esgotamento sanitário na bacia do Rio Barigui (kg DBO/dia)

Nesta projeção deve-se levar em conta a não certeza do crescimento populacional e sua distribuição espacial, com correlação direta com a carga orgânica lançada, tendo-se

então que encarar os resultado como tendência. Esta projeção não leva em conta ações dos órgãos competentes para atenuar ou prevenir o problema bem como a construção de sistemas domésticos de saneamento tais como; fossa séptica, poço morto.(Avaliação da Fragilidade ambiental da área prevista para o Parque Barigui Norte- Universidade Livre do Meio Ambiente -1994).

Interpretando esta projeção como tendência, temos que levar em conta que, mesmo que haja um declínio na quantidade lançada entre 2000 e 2005, a tendência, mostrada de 2005-2020, é uma manutenção ou leve aumento da quantidade de lançamento de carga orgânica sem tratamento, às margens do rio Barigui, em porção de interesse para captação antes do Parque Barigui. (v. tabela 6 no anexo L)

Considerando-se que o Rio Barigui seja um dos principais meio de transporte de metais pesados para as quatro áreas pesquisadas; visto que os quatro pontos coletados encontram-se às margens do rio em área inundável; considerando-se que a fonte de metais pesados do Rio Barigui advém de dejetos industriais e domésticos ao lançados ao longo de sua extensão, e que pela projeção da SANEPAR demonstrada mesmo relevando-se as possíveis atenuantes de aumento da presença lançamento de dejetos no Rio Barigui não se pode ter uma certeza no equilíbrio de rejeitos lançados nem se quer na diminuição dos mesmos.

O solo como elemento vivo dinâmico e as características específicas destes pontos coletados, de apresentarem alto teor de matéria orgânica, sendo que os metais complexam com compostos orgânicos (AMACHER et al, 1986,) o que facilitaria uma maior afinidade com a presença metais pesados, justificaria um monitoramento tanto na água do Rio Barigui, quanto no solo, devido a sua multifuncionalidade de uso, na área em questão do trabalho. Além dos possíveis riscos da exposição a metais pesados.

5.3 FERTILIDADE DO SOLO

Os resultados referentes à fertilidade do solo indicaram que a maioria dos solos dos pontos são eutróficos, pois sua saturação de bases (V%) foi maior a 50%. (v. tabela 11)

Para Al^{+3} trocável é superior a 0,3, já para $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ e K^{+} são encontrados em valores mais baixo no ponto D, perante aos outros pontos analisados.

No ponto D é encontrado o maior valor para acidez potencial (TOMÉ Jr, 1997).

Os teores de matéria orgânica nos quatro pontos são encontrados em alta quantidade, a ação antrópica também aumenta a quantidade de matéria orgânica, devido ao tráfego de pessoas que passam pelo parque todos os dias e que acabam deixando restos de alimentos e lixos jogados no chão.

Quando se observam os resultados da presença de metais pesados no solo, faz-se necessária a interpretação de resultado de química e granulometria do solo, devido alguns princípios. A concentração do metal na solução e sua disponibilidade é afetada pelo PH, condições de oxi-redução, matéria orgânica e presença de outros íons (MALAVOLTA et al, 1991, p.2).

5.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Esses solos são classificados como solos argilosos, possuem um teor de argila variado entre 42 e 22% com média de 27,8%. Areia total média de 34,44% e para silte média de 33,76%.

5.5 METAIS PESADOS

Através do método EPA 3050 SW8462, que utiliza a extração parcial de metais pesados, presentes na amostra, obtiveram-se os resultados apresentados nas tabelas (v. tabelas 7,8,9, e 10 nos anexos M,N, O, P).

A toxicidade de um elemento não se manifesta unicamente pelo seu teor total no solo, mas sim pelo que é disponível. (BAUMEISTER e ERNST, 1978). Os efeitos destes metais dependerão, entretanto, das características do solo, do tipo e da concentração do metal e do número de metais contaminantes e suas interações (CHANDER ; BROOKES, 1993. FLIEBACHT et al., 1994. BROOKES, 1995).

Sendo o interesse deste trabalho a presença de metais devido à ação antropomórfica, cabe referir que existem várias controvérsias sobre a concentração normal dos elementos no solo. (BROOKS,1972, citado por PORTO, 1986, p.179).

Comparando-se os resultados encontrados por este trabalho com as médias mundiais citadas por PORTO (1986, p179), observa-se que os resultados encontrados para os metais citados por estes dois autores no presente trabalho encontram-se abaixo ou na média mundial não sendo evidenciado nenhuma extrapolação de valores.

5.6 COMPARAÇÃO DE RESULTADOS DE METAIS PESADOS COM LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS

Devido a inexistência de parâmetros Estaduais e Legislação Nacional para presença de metais pesados em solo, os resultados obtidos foram comparados com os valores limites da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo- SP; Legislação Alemã, Legislação Holandesa e USEPA-United Stated Environmetal Protection Agency-USA. Verificando-se que os resultado encontrados no presente trabalho nos pontos de amostragem encontram-se abaixo do limite estabelecidos por todos valores orientadores acima citados.

Observa-se que a faixa de variação dos valores internacionais de intervenção é muito ampla, a diferença pode ser justificada pelo uso de diferentes fatores de segurança, na extrapolação de dados experimentais de animais para seres humanos (MOORE,1991), no uso ou não de critérios de avaliação de risco na derivação de listas orientadoras e também da política econômica-ambiental adotada.

Segundo CETESB (2001), de uma forma geral, os EUA são mais rígidos do que os Países Europeus. Apresentando a legislação Americana valores restritivos e a Holandesa mais permissivos quando levado em conta unicamente o risco à saúde humana (VAN DER BERG,1994). Na Alemanha, foram derivados valores com base no risco à saúde humana e

no critério do uso do solo/ocupação do solo. Sendo que a Alemanha e a Holanda levam em conta riscos de ecotoxicológicos, nos EUA a agência americana utiliza o cálculo SSL (Soil Screen Levels), de um contaminante baseando-se no nível máximo aceitável para risco de desenvolvimento de câncer de 10^{-6} (um caso adicional de câncer para um milhão de pessoas. (CETESB,2001).

Segundo VISSER (1994), as metodologias utilizadas, por agências ambientais de diferentes países, para tomada de decisão sobre áreas suspeitas de contaminação podem se diferenciar das que utilizam valores numéricos orientadores pré-estabelecidos, com ou sem diferenciação do uso do solo e nas que se baseiam na avaliação de risco caso a caso.

Quanto ao método analítico utilizado para extração de metais pesados na amostra de solo, observamos que a CETESB-SP, a USEPA-USA, assim como este trabalho, empregou como método analítico de extração o método EPA 3050 SW 8462,1986, que realiza a extração parcial de metais pesados da amostra através de uma lixiviação ácida com HNO_3 , somente separando os metais fracamente ligados, não solubilizando as fração de metal fortemente ligado a porção silicatada. Portanto, o resultado obtido por este método fornece valores parcial de metais presentes na amostra.

O que possibilitou uma correlação dos valores obtidos neste trabalho com os parâmetros citados pelo CETESB e USEPA.

O modelo aplicado pela CETESB foi criado aos moldes da legislação Holandesa que estabelece valores numéricos para Referência, Alerta e Intervenção. Sendo estes valores de intervenção designados para diferentes usos do solo, agricultura, residencial e industrial.

O método analítico de extração de metais da amostra de solo utilizado, para obtenção de valores orientadores da Lei Federal da Alemanha, foi o DIN 38414 S7 (água

régia), de acordo com KELLER e VÉDY (1994), a água régia extrai todos os metais presentes na fração residual do solo, exceto aqueles que ocorrem nos silicatos, deste modo a percentagem de extração varia de 60-100%, dependendo do metal. Segundo ABREU et al (1996), comparando os métodos de extração para avaliar os metais pesados em resíduos orgânicos, a extração com água régia removeu maiores quantidades de metais do material certificado de referencia do que o método USEPA-3050 (ácido nítrico), que utiliza a extração de metais pesados da amostra. O que dificulta a comparação de resultados obtidos por este experimento que utiliza metodologia analítica de extração parcial de metais do solo em solos de região de clima sub-tropical com a legislação Alemã que preconiza valores de extração com metodologia que realiza uma extração maior de metais da amostra de solo em região de clima temperado.

Cabe referir que a utilização dos valores obtidos em solos de região temperada podem ser inadequados já que existem diferenças climáticas e pedológicas entre as regiões tropicais e temperadas.

Esta Legislação de proteção do solo leva em conta o uso fim dado ao solo, que é classificado como área de parque e lazer. Sendo os valores desta legislação derivados com base em cálculos de exposição de risco estimada, por meio do contato direto com o solo, para crianças em parques infantis, áreas residenciais, parques públicos e para adultos. No cenário industrial e comercial estes valores foram calculados para via diretas e indiretas de exposição (BACHMANN,2000).

Percebe-se que a legislação Holandesa utiliza o conceito de multifuncionalidade do solo. A característica principal desta proposta é a criação de três valores distintos (STI) de qualidade para os compartimentos ambientais sendo valores de Referência (S), Intervenção (I), Alerta (T). Devido ao método analítico utilizado e modelagem realizada os valores de Referência (S), são dependentes das concentrações de *backgrounds* encontradas nos solos

da Holanda. Dessa forma, a sua utilização em contextos geológicos diferentes não é recomendada, (Soil Protection Act,1994). Sendo que este modelo não serve para comparação com os resultados obtidos no presente experimento .

Diferenças inerentes de cada situação ambiental derivada de clima, características do solo, tipo de ocupação do solo faz necessário que se realize observação caso a caso em áreas ambientais suspeitas de contaminação por metais pesados. Na Holanda, a avaliação de risco caso a caso está sendo empregada apenas em áreas extensas. Porém, observa-se que as metodologias utilizadas por agências ambientais de diferentes Países, para tomadas de decisão sobre áreas suspeitas de contaminação, podem ser diferenciadas das que utilizam valores numéricos orientadores pré-estabelecidos, com ou sem diferenciação do uso do solo e nas que se baseiam na avaliação de risco caso a caso (VISSER,1994).

Segundo a CETESB (2001), o uso de padrões internacionais pode levar à avaliações inadequadas, já que existem diferenças nas condições climáticas, tecnológicas, metodológicas e pedológicas de cada País, justificando o desenvolvimento de listas orientadoras próprias, compatíveis com as características de cada um. Além das variáveis ambientais e tecnológica, aqui citadas, existem variáveis na população onde o risco será aplicado, para cálculo de exposição, ou seja, a quantidade absorvida pelo ser humano, em cada cenário considera-se o peso corpóreo, quantidade possível de solo ingerida, área descoberta da pele, deposição dérmica, taxa de absorção dérmica, capacidade pulmonar para absorção. O cálculo de tempo de permanência na área levando-se em conta semanas por ano, dias por semana, horas por dia.(CETESB,2001).

Analisando-se os parâmetros citados podemos perceber que na realização da modelagem a ser aplicada encontraremos diferenças associadas a aspectos étnicos da população, tais como peso médio e altura da população, já que temos uma alteração a

considerar na superfície dérmica em exposição. O tipo de clima presente leva a uma alteração no cálculo das semanas, dias e horas de exposição em uma área de risco a céu aberto, carga horária média de trabalho da população em área de lazer a céu aberto.

Mesmo com todas diferenças citadas a respeito da utilização de legislações ambientais internacionais e parâmetros para presença de metais em solo, observa-se a praticidade da utilização destes modelos com valores pré-determinados, tais como rapidez, facilidade de utilização e servem com o referencial teórico legítimo para investigação da presença de metais pesados no solo.

Entretanto, observando-se as características deste experimento e especificações do solo utilizado para amostragem, que se situa em região sub-tropical com teor de matéria orgânica e argila específicos, utilizou-se o método analítico de extração de metais da amostra de solo o EPA 3050 SW.8462,1986, que realiza a extração parcial de metais presentes. Por consequência, elegeram-se os parâmetros propostos pela CETESB e USEPA/EUA como modelo que mais se adapta à realidade e da técnica proposta por este trabalho.

Apesar dos resultados terem demonstrado que até o momento da realização da amostragem do solo, nos quatro pontos pré-determinados do parque Barigui, não havia presença de metais pesados acima dos parâmetros citados pelas listas orientadoras utilizadas. Entretanto, como o solo é dinâmico e a presença de agentes poluidores que carregam metais pesados em centro urbanos apresentam tendência de manutenção ou acréscimo da média, fica evidenciada a necessidade de haver um monitoramento da presença de metais pesados neste espaço e da utilização de parâmetros que atendam o mais próximo possível a realidade ambiental local.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objeto de pesquisa o levantamento ou não da presença de metais pesados poluidores em 4 (quatro) pontos do parque Barigui. Pontos de amostragem estes que se localizam em área de influência do rio Barigui.

Os resultados encontrados foram comparados com 3 (três) legislações ambientais internacionais e com a Lista de Valores Orientadores para presença de substâncias em águas subterrâneas e solo da CETESB USEPA_ United States Environmental- Estados Unidos; Lei Federal de Proteção do solo da Alemanha e Legislação Holandesa. Deste modo, ficou evidenciado que os resultados encontrados nos quatro pontos de amostragem realizados por este trabalho encontram-se dentro dos limites estabelecido pelas legislações dos três países acima mencionados.

Com os resultados apresentados conclui-se que:

1. A presença de metais pesados encontrados nos pontos amostrados comparados aos resultados com legislações ambientais internacionais e valores orientadores da CETESB permitiu constatar que a presença de metais pesados nos pontos de amostragem deste trabalho encontram-se dentro dos limites preconizados pelos parâmetros utilizados.
2. Não foi constatada presença de metais em limite que poderia no momento acarretar risco à saúde humana, segundo os parâmetros e legislações utilizadas.
3. Conclui-se que as vias de contribuição para presença de metais pesados no parque Barigui, tais como antropização, presença de resíduos orgânicos no rio Barigui

possuem a tendência de manutenção ou aumento da presença se não forem tomadas medidas preventivas.

Assim, como fica evidenciada a necessidade da elaboração de uma lista de valores orientadores que preconize limites de tolerância da presença de metais pesados em solo, preferencialmente levando em conta a utilização dada ao solo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

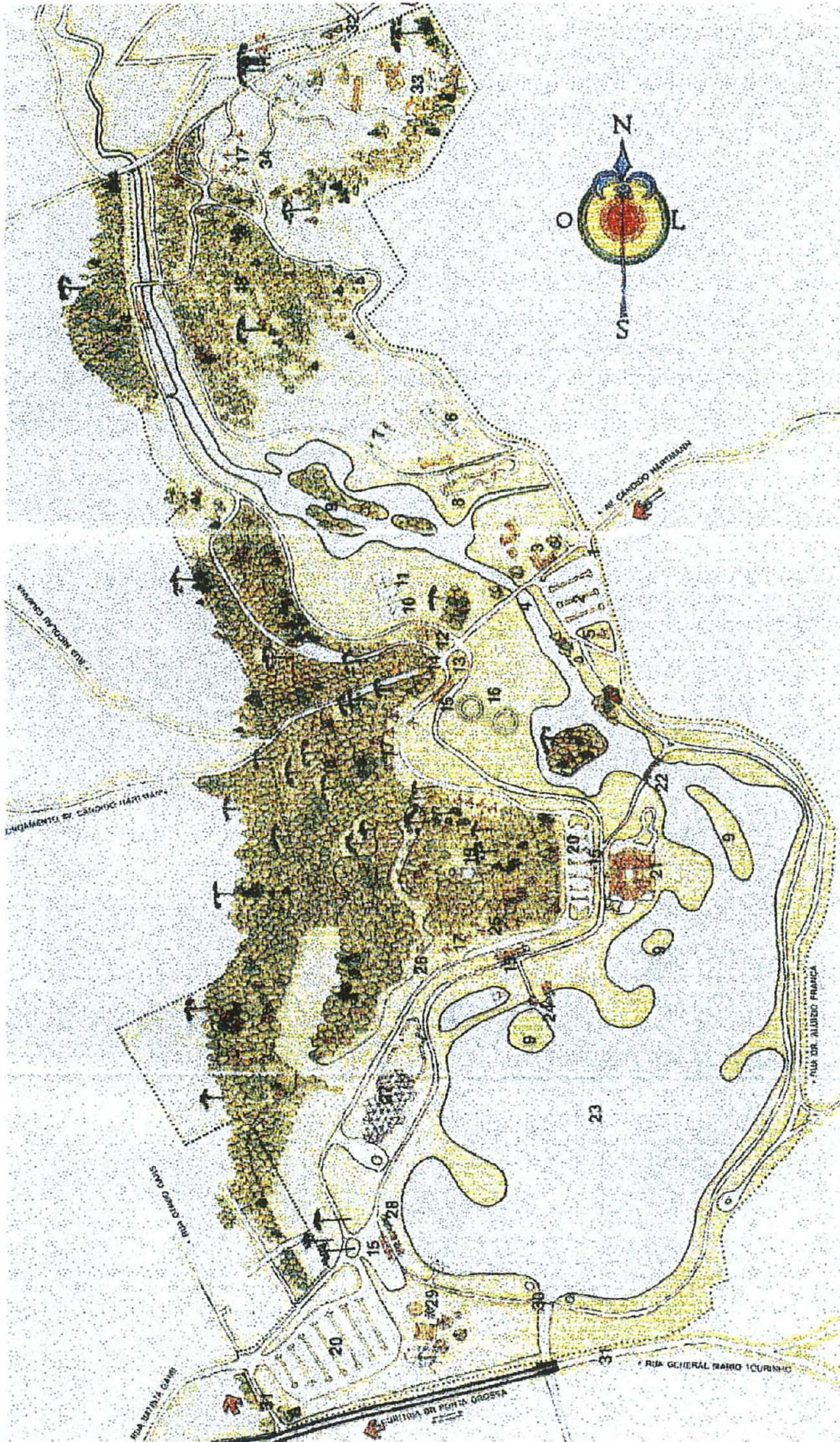
1. ABREU, M. F. De Berton, RS; ANDRADE:J.U.C. de **Comparison of methods to evolution heavy metal in organic wastes.** *Comunicartions in soil science and plant analysis*, v.27, pag.5 a 8, 1125 a 1135, 1956.
- 2 AMBERGER, A. **Pflanzernahrung: Ö kologische und physiologische Grungagen Dynamik und stoffwechesel der Nährdemont.** .Dufl. Stuttgar: Ulmer, 1988, 246p.
- 3 AMACHER , M.C.; Kotuby-Amacher et al. **Retention and release of metals by soils evalution of several models.** *Geoderma*, Amsterdam, v.38 p. 131-154, sep.1986.
- 4 BACHMANN, g. **Soil protection Policy in Germany** , II Seminário Internacional sobre qualidade de solos e águas subterrâneas-SP- Março-2000-Anais.
- 5 BAUMEISTER,W;ERNST,W. **Mineralstoffe uynd pflanzewachstum.** New York, 416p., 1978.
- 6 BROOKES,P.C. **The use of microbial parameters in soil pollution by heavy metals**, *Biol. Fertil. Soils*,1995.
- 7 CETESB-**Estabelecimento de padrões de referência de qualidade e valores de intervenção para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo-Relatório parcial 1997.**
8. CETESB-**Relatório de Estabelecimento de Valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo**, Casarini et al, São Paulo, CETESB, 2001.
9. CHANDER K. & BROOKES,P.C. **Residual effects of Zinc, Copper and Nickel sewege sludge on microbial biomass in sandy loam** *Soil Biol. Biochem*,1993.
10. DIAS,C.L.; CASARINI,^aC.P., **Gerenciamento de qualidade de solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo-CETESB**,2001.
- 11 EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ministério da Agricultura, serviço nacional de Levantamento e Conservação de Solo, 1979.
- 12 FLIEBACH A .Martens, R & REBER, H.H. **Soil microbial biomass and microbial activity in soilsw treated with heavy metal contaminated sewage sludge.**, 1994.
- 13 KELLER,C.:Védy,J.C. **Distribution of copper and cadmium factions in two forest soils.** *Journal of Environmetal Quality*, v.23, p.987-999, 1994.

14. MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba: Papelaria Mas Roesner
15. MALAVOLTA, E., **Micronutrientes e Metais pesados: Mitos Mistificação e fatos**. São Paulo Produquímica, 1994, p.140.
16. PAVAN, M.A et al. **Manual de Análise Química de Solo e Controle de Qualidade**. Londrina: IAPAR – circular nº 76, 1992, p.40.
17. RAIJ, B. Van; QUAGIO, J.A. **Métodos de Análises do solo para fins de fertilidade**. Campinas. IAC, 1983, 31p. (Boletim Técnico 81).
18. TOMÉ JR, J. B. **Manual para Interpretação de Análises de Solo**. Guaíba : Livraria e Editora Agropecuária, 1997, 247p.
19. IPPUC – **INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA**. Zoneamento urbano de Curitiba. **Curitiba, 1982**
20. SMMA – **SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DA PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA**, 2001..
21. **UNIVERSIDADE LIVRE DO MEIO AMBIENTE: In Avaliação da fragilidade Ambiental da área prevista para o parque Barigui Norte**, 1994.
22. TORTATTO, T.D. (Dissertação de Mestrado). **Gerenciamento Ambiental Avançado**. Curitiba, 2000.
23. VERONA, J. D; FORESTI, C. Índices de vegetação em estudos ecológicos urbanos, com utilização de sensoriamento remoto. 7º Congresso Nordestino de Ecologia. **Anais**. Ilhéus: Editus, 1997, p. 142-143.
24. VISSER, W.J.F., **Contaminated policies in some industrialized countries**, 2 ed: Technical soil protection committee, 1994, p.

ANEXOS

ANEXO A

Fig. 1. DESCRIÇÃO DO PARQUE BARIGUI



Parque Barigüi Barigui Park

- 1 ACESSO AV. CÂNDIDO HARTMANN / ACCESS TO CÂNDIDO HARTMANN AVENUE
- 2 ESTACIONAMENTO / PARKING
- 3 MUSEU DO AUTOMÓVEL / MOTOR CAR MUSEUM
- 4 PONTE SOBRE O RIO BARIGÜI / BRIDGE OVER BARIGÜI RIVER
- 5 SEDE ADMINISTRATIVA / BIBLIOTECA / ADMINISTRATION OFFICES / LIBRARY
- 6 CAMPOS DE PELADA / FOOTBALL PITCHES
- 7 CANCHA POLIVALENTE / POLYVALENT SPORTS COURTS
- 8 PISTA DE BICYCROSS / CYCLING TRACK
- 9 ILHA / ISLES
- 10 CANCHA DE FUTEBOL DE AREIA / SANDY FOOTBALL PITCHES
- 11 CANCHA DE VOLEI DE AREIA / SANDY VOLLEYBALL COURTS
- 12 QUARTEL DA GUÁRDIA FLORESTAL / RANGERS HEADQUARTERS
- 13 PARADA DE ÔNIBUS / BUS STOP
- 14 ACESSO AV. CÂNDIDO HARTMANN / ACCESS TO CÂNDIDO HARTMANN AVENUE
- 15 ESTAÇÃO DOS SANITÁRIOS / REST ROOMS
- 16 PISTA DE AEROMODELISMO / MODEL AERONAUTIC
- 17 CHURRASQUEIRAS / BARBECUE KIOSKS
- 18 BOSQUE NATIVO / NATIVE WOODLAND
- 19 MIRANTE DA CAIXA D'ÁGUA / WATER TOWER S TURRET
- 20 ESTACIONAMENTO INTERNO / INWARD PARKING
- 21 CENTRO GASTRONÔMICO / GASTRONOMIC CENTRE
- 22 PONTE PARA PEDESTRE / PEDESTRIAN BRIDGE
- 23 LAGO ARTIFICIAL / ARTIFICIAL LAKE
- 24 BARRA PETISCARIA / SNACK BAR
- 25 EQUIPAMENTOS PARA GINÁSTICA / GYMNASTICS' EQUIPMENT
- 26 PERCURSO DA VIDA / CYCLING ROUTE CALLED "LIFE WALKING TRACK"
- 27 CENTRO DE EXPOSIÇÕES DE CURITIBA / CURITIBA'S EXHIBITION CENTRE
- 28 TRENZINHO MARIA FUMAÇA / MARIA FUMAÇA TRAIN STATION
- 29 PARQUE DE DIVERSÕES / AMUSEMENT PARK
- 30 REPRESA / DAM
- 31 ACESSO BR-277 / ACCESS TO BR-277
- 32 ACESSO AV. MANOEL RIBAS / ACCESS TO MANOEL RIBAS AVENUE
- 33 SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE / MUNICIPAL ENVIRONMENT HEADQUARTERS
- 34 ESTAÇÃO COM LANCHONETE / SANITÁRIOS / SNACK BARS AND PUBLIC TOILETS

Fig. 2. LOCALIZAÇÃO DO PARQUE BARIGUI

ANEXO B

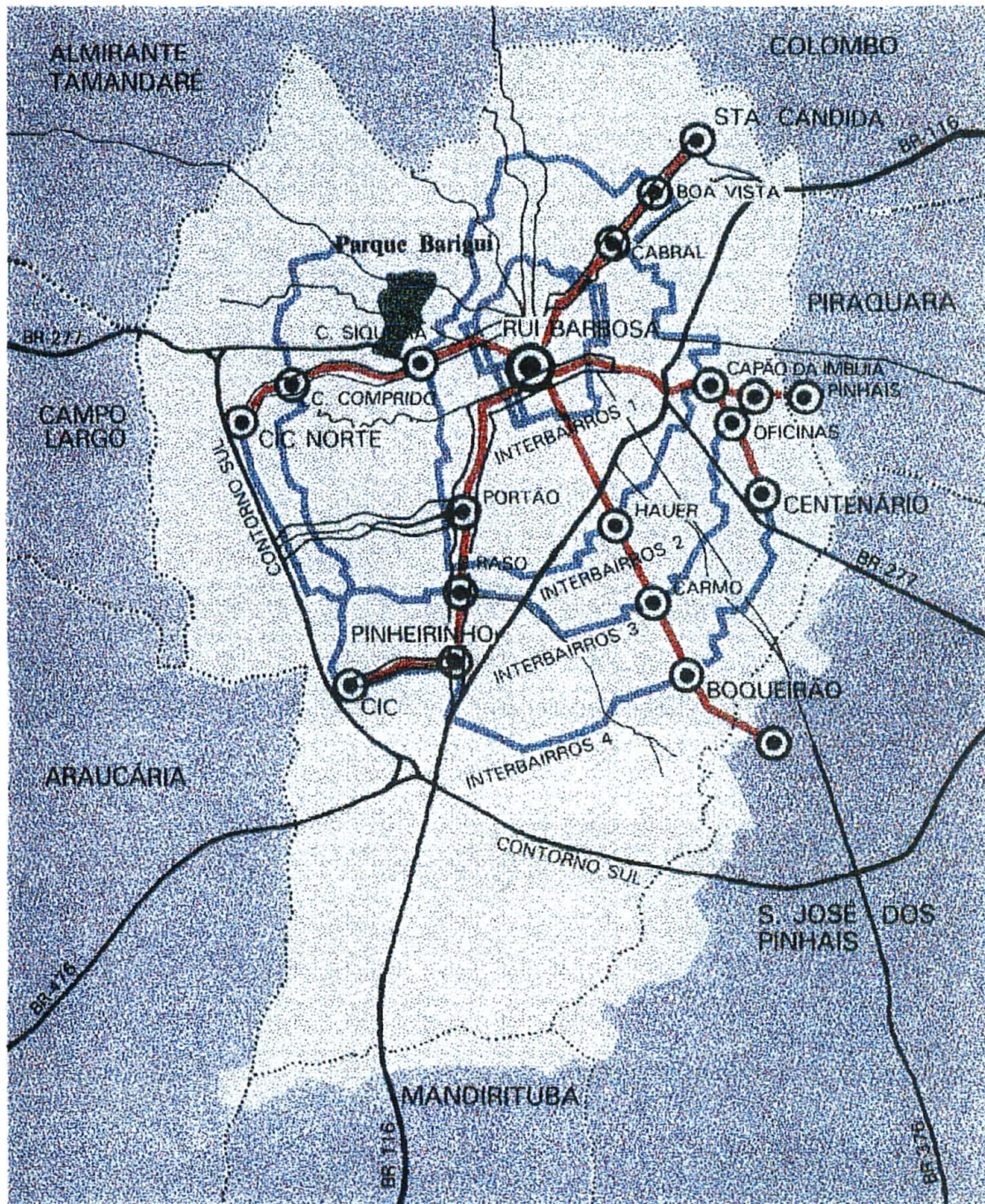


Foto 1. Área experimental, ponto A.



Foto 2. Área experimental, ponto B



Foto 3. Área experimental, ponto C



Foto 4. área experimental, ponto D



ANEXO E

TABELA 1. Valores orientadores para solo do estado de São Paulo

SUBSTÂNCIA	REFERÊNCIA	INTERVENÇÃO			
		ALERTA	AGRÍCOLA	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL
ARSÊNIO	<0,5	2,0	5,0	10,0	25
CÁDMIO	<0,5	3	10	15	40
COBRE	35	60	100	500	700
CROMO	40	75	300	700	1000
NÍQUEL	13	30	50	200	300
SELÊNIO	0,25	5	-	-	-
VANÁDIO	275	-0	-	-	-

Tabela extraída de valores orientadores para solos do Estado de São Paulo-

CETESB, 2001

- Valores ainda não estabelecidos

ANEXO F

TABELA 2. Valores de Referência Para Solo - considerando-se um teor de argila médio de 25% e de matéria orgânica médio de 10%

Parâmetros para presença de metais em solo – Soil protection act

Parâmetros	Concentração em peso seco(mg.kg-1)		
INORGÂNICOS	S	T	I
Arsênio	29,0	42,0	55,0
Bário	200,0	413,0	625,0
Cádmio	0,8	6,4	12,0 continua continuação
Cromo	100	240	380
Cobalto	20	130	240
Cobre	36	113	190
Mercúrio	0,3	5,2	10,0
Chumbo	85	308	530
Molibdênio	10	105	200
Níquel	35	123	210
Zinco	140	430	720

ANEXO G

TABELA 3. Valores Genéricos de Soil Screening Levels-USEPA

Vias De Exposição

Substâncias	Ingestão	In. Voláteis	Mig. Agua Subterrânea
	DAF-20	DAF-20	DAF-1
	mg/Kg		
ANTIMONIO	31 B	-C	5
ARSENIO	0,4 e	750 e	29 i
BARIO	5.500 b	6,9+0,5b	1.600 i
BERILIO	0,1 e	1.300 e	63i
CADMIO	78 b,m	1.800 e	8i
CROMO	390 b	270 e	38 i
CHUMBO	400k	-k	-k
			Continua continuação
NIQUEL	1.600 b	13.000e	130 i
SELENIO	390 b	-c	5 i
VANADIO	550 b	-c	6.000 b
ZINCO	23.000b	-c	12.000 b,i

Fonte:USEPA (1996)

DAF- Fator de diluição e atenuação:

a- Screening Levels baseados somente em critérios de proteção à saúde humana.

b - Valores calculados referentes a um coeficiente de perigo=1 para efeitos não cancerígenos.

- c - Critérios de toxicidade não disponíveis para a via de exposição avaliada.
- e - Concentração de saturação do solo (C_{sat}).
- e - Valores calculados são correspondentes a um nível de risco de câncer de 1 em 10⁶.
- f - Valor abaixo do limite de detecção.
- g - Via de exposição não considerada devido às propriedades químicas da substância.
- h - Meta de remediação estabelecida em 1mg/kg foi estabelecida para o PCB baseada no documento “Guidance on Remedial Actions for Superfund Sites with PCB contamination (USEPA, 1990) e no gerenciamento promovido pela EPA para áreas contaminadas por PCB.
- I - SSL para um pH de 6,8.
- J - SSL para via de exposição por ingestão ajustado por um fator de 0,5 para considerar a exposição dermal.
- K - Um valor de SSL de 400mg/kg foi estipulado para o chumbo baseado no “Revised Interim Lead Guidance for CERCLA Sites and RCRA Corrective Action Facilities (USEPA, 1994).
- l - SSL baseado na Dose Referencial (RfD) para cloreto de mercúrio.
- m - SSL baseado em uma dose Referencial na dieta.

ANEXO H

TABELA 4 Valores De Investigação De Proteção Do Solo

SUBSTÂNCIA **VALORES DE INVESTIGAÇÃO (mg/kg BASE SECA)**
PLAYGROUND **ÁREA RESID.** **PARQUE/LAZER** **ÁREA**
IND./COM.

ARSÊNIO	25	50	125	140
CHUMBO	200	400	1.000	2.000
CÁDMIO	10(1)	20(2)	50	60
CIANETOS	50	50	50	100
CROMO	200	400	1.000	1.000
NÍQUEL	70	140	350	900
MERCÚRIO	10	20	50	80

(1) E (2) Em jardins e quintais usados como área utilizada por crianças ou no cultivo de plantas, seria aplicado o valor de 2,0mg/kg como valor de investigação para cádmio.

(2) (3) Em casos de análise de valores totais de PCB, os valores obtidos seriam divididos pelo fator 5.

ANEXO I

TABELA 5 Levantamento dos Impactos Ambientais do Parque Barigui

Compartimento	Área de abordagem	Atividades	Aspecto ambiental	Impacto Ambiental
Solo	Recursos naturais Antropismo	Sustento para vegetação Utilização para caminhadas	Elementos orgânicos e metais Pisoteio	Alteração da qualidade do solo; Proliferação de fungos e bactérias; Contaminação por metais; assoreamento das margens do rio Barigui; alteração da flora e vegetação local e prejuízo aos animais; saúde humana.

ANEXO J

TABELA 6. Projeção da Carga Orgânica Gerada (kg DBO/dia)

ETE	2000	2005	2010	2020
Tranqueira	249,05	78,25	100,01	147,91
Almirante Tamandaré	708,32	350,84	368,23	548,01
São Jorge	13.117	815,89	811,13	954,51
Taboão	194,72	107,84	103,9	122,15
Pilarzinho	2.016,25	650,81	763,78	1.050,19
Santa Quitéria	37.338	1.766,45	1.601,64	1.931,85

Fonte: adaptado de SANEPAR, 1993 a,b

ETE - estação de tratamento de esgoto

ANEXO K

TABELA 7 Resultados da Presença de Metais Pesados Amostra A Coordenadas de GPS: 22j 0670155

7187812

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	UNIDADE
Mercurio	<0,001	Mg/Kg
Arsênio	<0,005	mg/Kg
Cádmio	0,03	mg/Kg
Cobalto	0,19	mg/Kg
Cobre	0,31	mg/Kg
Cromo	0,22	mg/Kg
Níquel	0,27	mg/Kg
Sódio	0,65	mg/Kg
Vanádio	<0,20	mg/Kg
Selênio	0,01	mg/Kg
Zinco	0,66	mg/Kg

ANEXO L

TABELA 8. Análise de Metais Pesados Amostra B Coordenadas GPS: 22j 0670278

7187443

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	UNIDADE
Mercúrio	<0,001	mg/Kg
Arsênio	<0,005	mg/Kg
Cádmio	0,03	mg/Kg
Cobalto	0,17	mg/Kg
Cobre	0,31	mg/Kg
Cromo	0,18	mg/Kg
Níquel	0,25	mg/Kg
Sódio	0,95	mg/Kg
Vanádio	<0,20	mg/Kg (continua)
		Continuação
Selênio	0,01	mg/Kg
Zinco	0,67	mg/Kg

ANEXO M

TABELA 9. Análise metais pesados amostra C coordenadas GPS- 22j 0670307

7187102

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	UNIDADE
Merúrio	<0,001	mg/Kg
Arsênio	<0,005	mg/Kg
Cádmio	0,03	mg/Kg
Cobalto	0,23	mg/Kg
Cobre	0,42	mg/Kg
Cromo	0,29	mg/Kg
Níquel	0,34	mg/Kg
Sódio	0,82	mg/Kg
Vanádio	1,09	mg/Kg
Selênio	0,02	mg/Kg
Zinco	0,90	mg/Kg

ANEXO N

TABELA 10 Análise metais pesados amostra D coordenadas GPS-22j 0670213

716810

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	UNIDADE
Merúrio	<0,001	mg/Kg
Arsênio	<0,005	mg/Kg
Cádmio	0,03	mg/Kg
Cobalto	0,25	mg/Kg
Cobre	0,51	mg/Kg
Cromo	0,22	mg/Kg
Níquel	0,28	mg/Kg
Sódio	0,82	mg/Kg
Vanádio	1,19	mg/Kg
		continuação
Selênio	0,02	mg/Kg
Zinco	0,75	mg/Kg

Fonte: laboratório Frischmann Aisengardt

ANEXO O

TABELA 11. Concentrações Médias mundiais do conteúdo total de Metais pesado em Solo

(Porto, 1986, p.179)

Allen et all

Metais pesados	Concentração ppm	Concentração ppm
Cádmio	05	0,03-0,3
Cobre	20	2-20
Chumbo	10	2-20
Molibdênio	25	0,3-3
Níquel	40	5-500