

RITA DE CASSIA DOSCIATTI

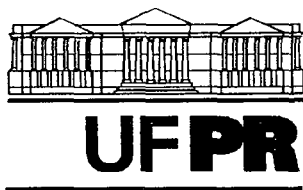
## **POPULAÇÃO MICROBIANA DO SOLO NO PARQUE BARIGUI**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Francisco José Pereira de Campos Carvalho

CURITIBA

2003

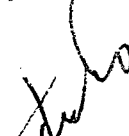


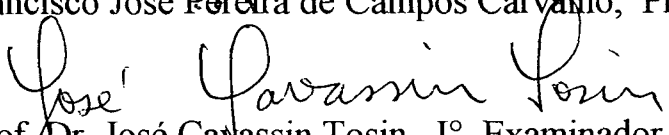
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)  
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-350-5648  
E-mail: [pgcisolo@agrarias.ufpr.br](mailto:pgcisolo@agrarias.ufpr.br)

## 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 **RITA DE CASSIA DOSCIATTI**, sob o título "**População Microbiana do Solo no Parque Barigui**", 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 o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, com o conceito "A", 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. José Cavassin Tosin, I<sup>o</sup> Examinador.

  
Prof. Dr.ª Nadir Domingues Mendonça, II<sup>a</sup> Examinadora.



*Dedico ao meu marido Marcelo por seu amor, compreensão e apoio enquanto  
eu perseguia meu ideal.*

*À minha mãe Deulinda que sempre me encorajou a lutar por meu ideal.*

*Em memória de meu pai Protásio que me mostrou como viver por um ideal.*

*Aos meus irmãos Eden Ricardo e Carlos Henrique.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter conseguido chegar até aqui.

Ao meu irmão Eden Ricardo pelo apoio, incentivo e principalmente pela ajuda quando precisei.

Ao meu irmão Carlos Henrique pelo apoio.

A minha cunhada Mariza Miola pelo apoio e pela ajuda que sempre me deu.

A minha colega Kelly Geronazzo pela ajuda, companheirismo e amizade.

Ao meu colega Edmilson Paglia pela amizade e incentivo.

As laboratoristas Ana Kudla, Elda Lubazinski e Nara pela amizade, apoio e pela ajuda que sempre me deram no decorrer do curso.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

Ao professor Francisco pela orientação, apoio e compreensão para que eu pudesse desenvolver a dissertação do mestrado.

Em especial a minha colega Denize Domingues Mendonça pelo apoio, coleguismo e pela sua grande amizade que proporcionou ao longo do mestrado.

E a todos os que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para que eu acreditasse nessa idéia e a realizasse.

*Não importa o tamanho dos grandes desafios  
que você já conquistou em sua vida,  
não importa o poder e o respeito que já atingiu,  
haverá sempre um novo desafio em sua frente.  
E para vencê-lo haverá necessidade de vigor, coragem,  
força e perseverança.  
O sucesso não vem da ausência de desafios,  
mas da ampla capacidade  
de vencê-los e beneficiar-se deles.*

*(Autor Desconhecido)*

## RESUMO

O presente trabalho foi executado com o objetivo de avaliação do efeito do sistema sob vegetação permanente sobre a população microbiana do solo representada pelos grupos das bactérias e dos fungos. Coletaram-se parcelas de amostras de solo em um experimento no Parque Barigui na cidade de Curitiba, no estado do Paraná, na profundidade de 0-20 cm em todo o experimento que foi delimitado por cinco pontos estudados. Foram feitas análises microbiológicas, físicas e químicas nos laboratórios da UFPR, setor de Ciência do Solo. As contagens de bactérias e fungos na/ da suspensão do solo foram feitas em diluições seriadas, através do NMP (número mais provável). O maior número de contagem de bactérias encontradas foi de  $6,61 \times 10^7$  por grama de solo, e o maior número de contagem de fungos foi de  $3,22 \times 10^4$  por grama de solo. As análises estatísticas basearam-se em análises de correlações entre os diversos parâmetros estudados pelo método Stat Graphics, obtendo-se resultados em todas as análises positivas e negativas. As contagens das populações bacterianas foram maiores do que as contagens das populações fungicas, devido ao excesso de umidade e água no solo, acúmulo de matéria orgânica, e ao solo estar antropizado devido a influência do meio social. Já para os fungos esses fatores não foram tão significativos.

**Palavras Chaves:** Solo, fungos, bactérias, antropismo, flora, fauna.

## ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of evaluating the effect of the system under permanent vegetation upon the microbial population of the soil represented by the groups of bacteria and fungi. Portions of soil samples were collected in this experiment at Barigui Park in Curitiba city, in the state of Paraná, with a depth of 0-20 cm all over the experiment which was delimited by five studied points. Microbiological, physical and chemical analyses were made in the laboratories of UFPR, Science of the Soil sector. The countings of bacteria and fungi present in the soil suspension were made in serial dilutions, through the NMP (most likely number). The biggest number of bacterium counting was of  $6,61 \times 10^7$  for each gram of soil, and the biggest number of fungus counting was of  $3,22 \times 10^4$  for each gram of soil. The statistical analyses were based on correlation analyses among the diverse parameters studied by the Stat Graphics method, making it possible to obtain results in all the positive and negative analyses. The countings of the bacterial populations were bigger than the fungous countings due to the excess of humidity and water in the soil, the accumulation of organic substance, and the antropizado soil as a result of the social environment influence. As for the fungi these factors were not so significant.

**Keywords:** Soil, fungi, bacteria, antropismo, flora, fauna.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1	HISTÓRICO DO PARQUE BARIGUI .....	4
2.2	O SOLO COMO AMBIENTE DOS MICRORGANISMOS.....	5
2.3	MICRORGANISMOS .....	6
2.3.1	Fungos.....	6
2.3.2	Bactérias.....	7
2.3.3	Avaliações das Populações Microbianas do Solo .....	9
2.3.4	Densidades Popacionais.....	11
2.3.5	Equilíbrio Microbiológico .....	12
2.3.5.1	Influência de fatores abióticos.....	12
2.3.5.2	Influência de fatores bióticos.....	14
2.3.5.3	Caracterização da comunidade microbiana do solo .....	14
2.4	GERENCIAMENTO AMBIENTAL AVANÇADO .....	15
2.5	ANTROPISMO.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.1	LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO PARQUE BARIGUI.....	18
3.2	CLIMA .....	19
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA .....	19
3.4	AMOSTRAGEM.....	19
3.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	21
3.6	ANÁLISES FÍSICAS DO SOLO .....	22
3.7	ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO.....	22
3.8	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO SOLO .....	22
3.8.1	Preparo das Diluições.....	22
3.8.2	Meios de Cultura.....	23
3.8.3	Inoculações .....	24
3.8.4	Leitura.....	24
3.8.5	Umidade do Solo das Amostras.....	24
3.8.6	Cálculos Para Obtenção dos Valores Finais da Leitura .....	25
3.9	LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO PARQUE BARIGUI .....	26
3.10	UTILIZAÇÃO DO PARQUE BARIGUI.....	26
3.11	CÁLCULOS .....	27
3.12	GRÁFICOS E TABELAS.....	27

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	34
4.2 LEVANTAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DO PARQUE BARIGUI .....	34
4.3 ANÁLISE DE COMPARTIMENTOS E ESCOLHA DE FERRAMENTAS .....	35
4.4 AVALIAÇÃO DO SOLO .....	38
4.4.1 Granulometria.....	38
4.4.1.1 Fertilidade do solo.....	39
4.4.1.2 Análises biológicas .....	41
4.4.1.3 Teste de Múltipla Variedade para Tratamento de Fungos.....	46
4.4.1.4 Teste de Múltipla Variedade para Tratamento de Bactérias.....	47
4.4.1.5 Regressão linear e correlação entre as análises químicas do solo com as populações bacterianas.....	47
4.4.1.6 Correlações entre as análises químicas do solo com as populações bacterianas... 47	
4.4.1.7 Regressão Linear e correlação entre as análises químicas do solo com a população fungica.....	50
4.4.1.8 Médias e Desvios Padrões das Populações Microbianas Fungos e Bactérias .....	54
5 CONCLUSÃO.....	55
6 TRABALHOS FUTUROS.....	56
7 SUGESTÕES .....	57
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ÁREA EXPERIMENTAL .....	21
FIGURA 2 – FOTO E DESCRIÇÃO DO PARQUE BARIGUI.....	28
FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO DO PARQUE BARIGUI.....	30
FIGURA 4 – ÁREA EXPERIMENTAL DO PARQUE BARIGUI TESTEMUNHA.....	31
FIGURA 5 – ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 1.....	31
FIGURA 6 - ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 2 .....	32
FIGURA 7 - ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 3 .....	32
FIGURA 8 – ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 4.....	33
FIGURA 9 – ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 4.....	33
FIGURA 10 - LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO PARQUE BARIGUI.....	35
FIGURA 11 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE POTÁSSIO E POPULAÇÃO BACTERIANA .....	48
FIGURA 12 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CARBONO ORGÂNICO POPULAÇÃO BACTERIANA .....	48
FIGURA 13 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CÁLCIO E POPULAÇÃO BACTERIANA.....	49
FIGURA 14 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE FÓSFORO E POPULAÇÃO BACTERIANA.....	49
FIGURA 15 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE PH E POPULAÇÃO BACTERIANA .....	50
FIGURA 16 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE V% E POPULAÇÃO BACTERIANA .....	50
FIGURA 17 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE POTÁSSIO E POPULAÇÃO FUNGICA .....	51
FIGURA 18 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CARBONO ORGÂNICO E POPULAÇÃO FUNGICA .....	51
FIGURA 19 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CÁLCIO E POPULAÇÃO FUNGICA.....	52
FIGURA 20 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE A POPULAÇÃO FUNGICA E FÓSFORO.....	52
FIGURA 21 - REGRESSÃO LINEAR ENTRE PH E POPULAÇÃO FUNGICA .....	53
FIGURA 22 - REGRESSÃO LINEAR ENTRE V% E POPULAÇÃO FUNGICA.....	53

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MEIO DE CULTURA PARA FUNGOS .....	23
TABELA 2 – MEIO DE CULTURA PARA BACTÉRIAS .....	23
TABELA 3 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA .....	39
TABELA 4 – ANÁLISE DE FERTILIDADE DO SOLO .....	39
TABELA 5 - DENSIDADE POPULACIONAL DE BACTÉRIAS E FUNGOS NO SOLO (PRIMEIRA REPETIÇÃO). .....	41
TABELA 6 - DENSIDADE POPULACIONAL DE BACTÉRIAS E FUNGOS NO SOLO: (SEGUNDA REPETIÇÃO). .....	42
TABELA 7 - DENSIDADE POPULACIONAL DE BACTÉRIAS E FUNGOS NO SOLO (TERCEIRA REPETIÇÃO). .....	42
TABELA 8 - COMPARAÇÕES DE TRABALHOS ANALISADOS COM O EXPERIMENTO DO ESTUDO .....	44

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – GRANULOMETRIA DOS SOLOS DOS PONTOS PRÉ-DETERMINADOS.....	39
GRÁFICO 2 - COMPARAÇÕES DE TRABALHOS ANALISADOS COM O EXPERIMENTO DO ESTUDO .....	45
GRÁFICO 3 – MÉDIAS E DESVIOS PADRÕES DA POPULAÇÃO DE FUNGOS EM DIFERENTES PONTOS DO PARQUE BARIGUI .....	54
GRÁFICO 4 – MÉDIAS E DESVIOS PADRÕES DA POPULAÇÃO DE BACTÉRIAS EM DIFERENTES PONTOS DO PARQUE BARIGUI.....	54

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve uma grande convergência de interesses nas questões ambientais, e muito se tem debatido sobre elas. A poluição ambiente está estreitamente relacionada com a atividade humana. O homem é o poluidor básico e original, pois durante o longo período de existência do planeta e dos animais, sempre houve um desenvolvimento ecológico harmonioso, perturbado no curto período de existência do homem. Esse distúrbio era inevitável, pois de difícil controle a produção e o acúmulo de resíduos resultantes do desenvolvimento da atividade humana, visando a adequação do meio ambiente às suas necessidades de maior conforto e à produção de alimentos para uma população com taxa de crescimento muito elevada. Os complexos sistemas microbiológicos que reciclam esses resíduos desenvolveram-se ao longo de milhões de anos, principalmente no solo. No entanto, a taxa de degradação dos resíduos é extremamente inferior à sua geração, e, além disso, muitos dos resíduos não são compostos naturais, e sim sintetizados pelo homem (LAMBAIS, 1992).

A expansão populacional, com o conseqüente aumento na demanda de alimentos e matérias – primas, tem causado a exploração extrativista descontrolada dos recursos naturais do planeta com sérios prejuízos ambientais, atualmente bastante conhecidos por todos os segmentos da sociedade. O solo, a água e a biota (vida animal e vegetal de uma região) terrestre são recursos naturais essenciais para as várias formas de vida, e vêm sendo muito afetados pela exploração agrícola, atividade industrial e urbanização (HUNGRIA., et. al. 1994).

Os diversos impactos antrópicos sobre ecossistemas aquáticos tem sido responsáveis pela deterioração da qualidade ambiental do solo e de bacias hidrográficas, despertando com isto cada vez mais atenção quanto ao diagnóstico desta poluição, monitoramento do ecossistema e preservação ambiental (LAMBAIS, 1992).

A comunidade microbiana do solo é constituída por populações variadas de diferentes tipos de microrganismos. As relações ecológicas das diferentes populações não são fáceis de serem caracterizadas, uma vez que o solo e a comunidade microbiana são heterogêneos e difíceis de serem amostrados uniformemente. Além disso, as pequenas dimensões dos microrganismos e a

distribuição descontínua dos mesmos no solo exigem que sejam utilizados métodos específicos nas avaliações quantitativas da comunidade microbiana.

O Parque Barigui atualmente representa um ponto de encontro de pessoas para atividades físicas que ali são desenvolvidas, repovoamento de espécimes silvestres e de preservação ambiental, uma monitoração média de pessoas/dias da semana, que aumenta em finais de semana. Tendo em vista a importância do Parque como referencial para lazer, atividades e preservação, isso causa um impacto do meio social, no solo, o que influencia muito a atividade dos microrganismos terrestres.

Objetivos do experimento:

Analisar a população microbiana de fungos e bactérias quantitativamente do solo do Parque Barigui;

Analisar a população de fungos;

Analisar a população de bactérias;

Analisar a população de fungos e bactérias nos solos correlacionando-as com as análises químicas e biológicas;

Correlacionar as populações de fungos e bactérias em relação ao antropismo do parque;

Avaliar estatisticamente as populações de fungos e bactérias do solo.

Adotaram-se as ferramentas do Gerenciamento Ambiental Avançado, para melhor identificar os principais impactos ambientais causados pelo antropismo com relação aos microrganismos.

A contribuição de poluentes trazidos ao solo deste parque pelo Rio Barigui, através de detritos orgânicos lançados ao longo de suas margens por fossas e ligações clandestinas de esgotos, industriais, levando a uma possível contaminação desses solos marginais.

Escolheu-se o solo existente nas margens do Rio Barigui, devido esse rio pertencer à bacia hidrográfica da região metropolitana, por ser um exemplo típico da degradação, devido sua bacia ser caracterizada por ocupação densamente urbanizada, abrangendo parte do principal pólo industrial de Curitiba, CIC (Cidade Industrial de Curitiba) e por regiões tipicamente agrícola.

Tendo os seguintes itens como foco de investigação:

Existência de um desequilíbrio entre as populações de fungos e bactérias;

Existência de uma correlação de influência nos resultados encontrados com ações antrópicas;

Existência de uma alteração da população microbiana em relação a parte química e biológica no solo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 HISTÓRICO DO PARQUE BARIGUI

Rio do Fruto Espinhoso. Seguramente um nome nada comum para um parque. Mas no idioma dos índios que habitavam a região Norte/Nordeste do planalto, antes mesmo da Fundação de Curitiba. “Rio do Fruto Espinhoso” queria dizer simplesmente “Barigui”. O rio a que os índios se referiam é hoje o responsável pela formação do grande lago de 230.000 metros quadrados. As frutas espinhosas são as pinhas, produzidas pelas centenas de Pinheiros nativos que formam ainda hoje os grandes bosques do parque (Secretaria Municipal do Meio Ambiente Curitiba, 2001).

Com seus 1.400.000 metros quadrados de área, a antiga “sesmarias” pertencente ao desbravador Mateus Martins Leme foi transformada num dos maiores, o melhor equipamento dos parques de Curitiba.

Criado em 1972, quando pela primeira vez administrava a cidade o urbanista Jaime Lerner. O Barigui é o parque mais freqüentado de Curitiba. (Universidade Livre do Meio Ambiente, 1994).

Mas não são apenas os habitantes da cidade que procuram no parque um refúgio seguro. Preás, socó, garças brancas, tico-ticos, e dezenas de outros animais nativos ou migratórios ainda acham no Barigui o verde e a natureza que o concreto da cidade vem lhes roubando a cada dia. 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. Nos três bosques constituídos por capão de floresta primário nativo como o Pinheiro do Paraná e por florestas secundárias (S.M.M.A, 2001). A floresta secundária é constituída pôr uma grande variedade de espécies, como a guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* Bag), o leiteiro (*Sapium glandulatum* (Vellozo Pax), a pitanga (*Eugenia uniflora* L.), a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), o carvalho brasileiro (*Roupalla brasiliensis* Klotzch), o ipê (*Tabebuia* sp), cedro (*Cedrela fissilis* Vell), distribuídas em três estratos arbóreos e sempre associadas à araucária, que ocupa o primeiro estado (Universidade Livre do Meio Ambiente, 1994).

A fauna existente no parque é diversificada, onde se encontram mamíferos, aves e répteis, e aves em geral.

O Parque Barigui, assim como os demais parques da cidade, faz 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 O SOLO COMO AMBIENTE DOS MICRORGANISMOS

O solo é constituído por cinco componentes principais: água, ar, materiais inorgânicos e orgânicos, e organismos vivos. As proporções de cada componente são variáveis, dependendo da origem do solo, das condições ambientais, do tipo de vegetação e do uso e manejo do solo (ALEXANDER, 1980).

Os componentes líquido e gasoso representam em média, cada um, 25% do volume total do solo. Os materiais inorgânicos contribuem com pouco menos do que a metade desse volume. A representatividade dos materiais orgânicos varia de 3 a 6% do volume total do solo, enquanto que os organismos vivos representados por pequenos animais (mesofauna) e pelos microrganismos (microbiota), contribuem com menos de 1% desse volume (DROZDOWICZ, 1991, SIQUEIRA et. al., 1994).

Os microrganismos são os componentes mais numerosos da fração biológica do solo, participando dos ciclos do carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre, e contribuindo com os processos ligados à cadeia trófica, de grande importância para a fertilidade do solo e para a produtividade das culturas. Além disso, os microrganismos são essenciais para a decomposição de xenobiontes no ambiente (LANGENBACH, 1994; ACHEUNERT, 1994).

Observações microscópicas têm evidenciado que os microrganismos não estão distribuídos no solo de maneira contínua e nem ocorrem livres na solução do solo, mas interagindo com partículas coloidais inorgânicas (argilas) e orgânicas (substâncias húmicas). As populações microbianas concentram-se nas proximidades de fontes alimentares, principalmente junto a fragmentos e detritos vegetais, nos peletes fecais da pedofauna, na parede celular das raízes e nos agregados argilo-húmicos (DROZDOWICZ, 1991).

Nos microagregados, as bactérias esporulantes e actinomicetos predominam na superfície, enquanto as bactérias Gram negativas, no interior (HUNGRIA et al., 1994). Por outro lado, as populações fúngicas predominam na rizosfera e nos microsporos do solo próximos às raízes (SIQUEIRA et. al., 1994). Dessa forma, o solo deve ser caracterizado como um ambiente microbiano heterogêneo, descontínuo e estruturado, onde ficam pequenas e inúmeras comunidades discretas, circunscritas em seu próprio ambiente (SIQUEIRA et. al., 1994).

## 2.3 MICRORGANISMOS

### 2.3.1 Fungos

Por possuírem células eucarióticas os fungos são considerados protistas superiores. Todos os fungos são heterotróficos, aclorofilados e, portanto, não realizam fotossíntese. Para obtenção de seu alimento eles agem como sapróbios (vivem sobre a matéria orgânica proveniente de organismos mortos), como parasitas ou participando de associações mutualísticas (liquens e micorrizas). A maioria dos fungos é multicelular, com estruturas de crescimento filamentosas denominadas hifas. Entretanto, existem também fungos unicelulares, que são chamados popularmente de leveduras. Como exemplo de fungos unicelulares, podem ser citados os gêneros *Sacharomyces*, *Candida*, e *Torula*, e entre os pluricelulares, os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Chatomium*, *Fusarium* e *Trichoderma* (PELCZAR, 1980).

Segundo THORN (1997), a dominância da maioria dos solos pelos fungos é impressionante, seja pelo número de espécies, comprimento das hifas (100 – 1000 mg<sup>-1</sup> de solo seco), ou por sua biomassa (37 – 184 g de micélio por m<sup>2</sup>).

Já BRANDÃO (1992) cita que os fungos no solo apresentam-se em densidades populacionais inferiores a das bactérias, podendo variar entre 10<sup>4</sup> a 10<sup>6</sup> / g de solo, mas, devido ao elevado comprimento e diâmetro das hifas, podem contribuir com uma biomassa de até 5 ton ha<sup>-1</sup>.

ANDERSON & DOMSCH (1978), também destacam a dominância da biomassa dos fungos nos solos, e citam que esta pode superar a de todos os outros microrganismos, plantas e animais juntos.

Por outro lado, YANG (1991) ,através de estudos em solos tropicais, estimou a biomassa fúngica em um terço da biomassa bacteriana.

Assim sendo, estes microrganismos, embora em menor número que as bactérias, geralmente contribuem com a maior parcela da biomassa microbiana do solo. Esta biomassa pode representar uma significativa porção dos nutrientes do solo, e sua atividade pode ser a chave da disponibilidade ou não destes nutrientes para as plantas (THOR, 1997). Segundo PELCZAR et. al. (1980), as populações fúngicas são predominantes em solos ácidos, onde sofrem menor competição, já que as bactérias são favorecidas por valores de pH na faixa neutra a alcalina. Podem ser encontrados em solos com pH de 2,0 a 9,0, e o valor ótimo para o desenvolvimento depende da espécie.

Após a calagem e elevação do pH as densidades populacionais fúngicas decrescem, em conseqüência da competição com populações de bactérias (SIQUEIRA et. al., 1994).

A umidade ideal para as populações fúngicas está localizada entre 60 a 70% da capacidade de campo. São geralmente aeróbios e apresentam resistência a altas pressões de CO<sub>2</sub>, podem se desenvolver nas regiões mais profundas do solo e podem ser encontrados em uma ampla faixa de temperatura (BRANDÃO, 1992).

Os fungos também apresentam habilidade de crescimento sob condições amplas, sendo que alguns, como algumas linhagens de *Cladosporium herbarum*, podem crescer a temperaturas tão baixas quanto – 6°C. Em contraste, outras espécies, como algumas pertencentes ao gênero *Chaetominum*, crescem numa temperatura ótima de 50° C e sobrevivem mesmo até 60° C (RAVEN et all, 1996).

### 2.3.2 Bactérias

São organismos procarióticos de estrutura simples e, dentre microrganismos do solo, são menores fisicamente e os mais abundantes em termos de número de indivíduos. Suas células são bastante pequenas geralmente medindo 1 a 10 micrômetros de diâmetro, bem menor do que a maioria das células eucarióticas, que medem 10 a 100 micrômetros, o que, comparativamente, reflete uma enorme diferença no volume. As bactérias, em sua maioria, são heterotróficas – organismos que necessitam de nutrientes orgânicos pré – formados como fonte de energia e de

carbono. Porém, existem também bactérias autotróficas – sintetizam compostos orgânicos a partir de inorgânicos precursores, seja por fotossíntese ou por quimiossíntese. A principal forma de reprodução é a fissão binária (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996).

Para ARAÚJO & HUNGRIA (1994), a maior densidade populacional entre os microrganismos dos solos é promovida pelas bactérias, que é superior à densidade de todos os outros microrganismos juntos. Ainda segundo os mesmos autores a comunidade bacteriana é estimada em cerca de  $10^8$  a  $10^9$  por grama de solo, podendo variar com a técnica de contagem e o tipo de solo analisado. Embora apareçam em altas densidades populacionais nos solos, as bactérias, devido ao reduzido tamanho celular, contribuem com menos da metade da biomassa microbiana total.

ANDERSON & DOMSCH (1980), em estudo realizado em 17 solos diferentes, observaram que a contribuição das bactérias para a biomassa microbiana foi estimada entre 10 a 40% sendo a média 25%, entretanto, a participação dos fungos foi bem maior e variou de 60 a 90% sendo a média de 75%.

Segundo SIQUEIRA et. al. (1994), as bactérias podem ser classificadas de acordo com as exigências de oxigênio em:

- Aeróbias: necessitam de oxigênio;
- microaerófilas: exigem pequenas quantidades de oxigênio livre;
- anaeróbias propriamente ditas: crescem na ausência do oxigênio; e
- anaeróbias facultativas: crescem tanto na presença quanto na ausência de oxigênio livre.

Segundo BRANDÃO (1992), os gêneros de maior ocorrência no solo são: *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Bacillus* e *Xanthomonas*. Também foram detectados outros gêneros menos representativos que possuem grande importância agrícola e ecológica que são: *Ferrobacillus*, *Thiobacillus*, *Hydrogenomonas*, *Dessulfovibrio*, *Methanobacillus*, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, que atuam no processo de nitrificação; *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* que participam da fixação biológica do nitrogênio através de mutualismo com leguminosas, *Parosponia*, *Azospirillum* que fixam nitrogênio com gramíneas, e *Beijerinckia*, *Azotomonas*, *Derxia* e outros gêneros que são fixadores de vida livre no solo.

ALEXANDER (1980), através de estudos com contagens em placas de Petri, cita que alguns gêneros podem ser encontrados no solo nas seguintes proporções: *Arthrobacter*: 5 a 60%, *Bacillus*: 7 a 67%, *Pseudomonas*: 3 a 15%, *Agrobacterium*: acima de 20% e *Flavobacterium*: 2 a 10%.

GRAY & WILLIAMS (1975); RAVEN, EVERT e EICHHORN, (1996) citam que certos grupos de bactérias do solo, dentre os quais estão os gêneros *Bacillus* e *Clostridium*, são capazes de sobreviver em condições adversas do ambiente, como: dessecação prolongada, altas temperaturas, irradiação e substâncias tóxicas, pela formação do endosporo, que é uma estrutura mais resistente do que a célula vegetativa.

### 2.3.3 Avaliações das Populações Microbianas do Solo

As avaliações das populações microbianas de um solo podem ser efetuadas em meios de cultura, através de contagens das UFC (Unidades Formadoras de Colônias), ou por técnicas de estimação do número mais provável com base na diluição à extinção, ou ainda por técnicas de contagem direta com o uso de microscópio (ALEXANDER, 1980). Estas técnicas são de grande valia para o conhecimento das relações entre os diferentes grupos microbianos.

As contagens realizadas em meios de cultura têm como princípio a diluição decimal da amostra de solo em solução salina isotônica ou em água destilada, que posteriormente é agitada mecanicamente para promover a separação das estruturas microbianas. Considerando as condições do solo, seleciona-se as diluições com maior possibilidade de ocorrência das populações e inocula-se em meio de cultura específico para cada grupo microbiano. Esta técnica parte do princípio que cada colônia origina-se de uma única célula, esporo, hifa ou segmento da hifa (GRAY & WILLIAM, 1975). Segundo estes autores a grande desvantagem desta técnica é a subestimação da população, resultante da utilização dos meios de cultura e das condições de incubação que são seletivas. Além disso, deve-se considerar que, muitos esporos não germinam durante a diluição da amostra de solo, muitas células permanecem agregadas e aderidas às paredes das pipetas. A quantificação da população geralmente é expressa por grama de solo seco, sendo obtida em função da diluição, do número de UFC por placa e a umidade natural do solo.

A estimaco da populao realizada pela técnica do número mais provável é utilizada para microrganismos que no formam colnias em meio de cultura, sendo assim impossível quantific-los em placas de Petri. Dessa forma, realiza-se a diluico da amostra de solo e inocula-se em meio líquido ou semi-sólido e analisa-se a formao ou o desaparecimento de um determinado produto. Esta técnica tem sido utilizada para quantificar as bactérias nitrificantes (*Nitrosomonas* e *Nitribacter*), através da presena de nitrito e nitrato, respectivamente. A grande desvantagem desta técnica  citada pelo mesmo autor como sendo a estimativa da populao em intervalos de diluices (ANDRADE et. al., 1994).

Através de técnicas microscpicas, a estimativa das populaes microbianas do solo  obtida a partir de um volume conhecido de suspenso do solo, adicionando-se um corante específico para cada grupamento microbiano e realiza-se a contagem no microscpio tico (PARKINSON et. al., 1971). Para expresso do resultado final das populaes  necessário o conhecimento do volume da suspenso e da reas em observao. Como limitaes desta técnica, JENKINSON, et. al., (1976), citam o baixo poder de resoluo do microscpio tico, que foi avaliado através de observaes das suspenses por microscopia eletrnica. De forma similar, ANANEVA & NIKITIN (1979) observaram que esta limitao induziu a erros de até 40% na estimativa das populaes de bactérias em dois solos onde foram realizadas coletas de amostras na cidade de Moscou. Apesar disto, esta técnica tem tendência de superestimaco das populaes, visto que apresenta dificuldades em distinguir células viáveis de morta, diferenciar células microbianas de partículas orgnicas coradas e em distinguir células bacterianas de esporos de actinomicetos (GRAY & WILLIAMS, 1975).

Conhecendo-se todas as limitaes das contagens em placas de Petri e tomando-se os cuidados necessários para minimizar os seus efeitos, esta técnica tem grande aplicabilidade, pois permite a distino de grupos de microrganismos específicos, tais como: solubilizadores de fosfato, celulticos, esporos de actinomicetos e células bacterianas, etc., (CATTELAN & VIDOR, 1990), o que seria difícil ou mesmo impossível quantific-los através de microscopia direta.

### 2.3.4 Densidades Populacionais

Nos sistemas de gramíneas as densidades das populações microbianas do solo são da ordem de milhares de microrganismos por grama de solo, sendo que estas densidades geralmente são inferiores às encontradas nos sistemas agrícolas.

As populações de microrganismos do solo e suas funções são afetadas pelas condições ambientais de pH, umidade, aeração, temperatura e disponibilidade de nutrientes orgânicos e inorgânicos (ALEXANDER, 1980). As modificações ambientais provocadas pelo manejo do solo e pela flutuação estacional das condições climáticas também afetam as populações, como resultado do efeito isolado ou conjunto de dois ou mais fatores (SIQUEIRA et. al., 1994).

Segundo SIQUEIRA et. al., (1994), a fração inorgânica tem influência na disponibilidade de nutrientes, aeração e retenção de água, determinando decisivamente a qualidade e quantidade das populações microbianas.

A cobertura vegetal interfere nas populações microbianas, através das excreções radiculares, da qualidade e quantidade de matéria orgânica e das modificações ambientais (ALEXANDER, 1980).

DAS et. al., (1991) demonstraram que a taxa de decomposição da serapilheira de quatro espécies de coníferas (*Cryptonia japonica*, *Tsuga brunoniana*, *Pinus patula* e *Cupressus cashemeriana*) e a essência *Bucklandia populnea*, diferiam em termos de velocidade, sendo a maior encontrada na *B. populnea*, seguida da *C. japônica*. Porém, a decomposição do serapilheira de *C. japônica* aumentou significativamente a densidade populacional de bactérias aos 60 dias, seguido por *C. cashemeriana*, *T. brunoniana*, e *P. patula*, enquanto a densidade populacional fúngica atingiu o máximo no mesmo período, porém sob a serapilheira de *B. populnea*.

EDITH & MARQUES (1984), através da técnica de contagem em placas de Petri, avaliaram as populações microbianas em solos do cerrado (Latossolo Vermelho – Amarelo), com pH variando de 4,5 a 4,8, visando verificar as prováveis alterações causadas pela monocultura do eucalipto. Os grupos microbianos presentes no solo de eucalipto foram comparados com os grupos sob angico (*Piptadenia* sp) e sob vegetação nativa do cerrado. A maior população microbiana encontrada na monocultura do eucalipto foi a de actinomicetos, atingindo valores de

67,9 X 10<sup>4</sup> UFC/g solo seco, sendo os fungos o grupo menos freqüente (0,3 X 10<sup>4</sup> UFC/g solo seco). Além disso, verificaram que, no solo como um todo, o sistema de monocultura do eucalipto apresentou a maior microflora (87,3 X 10<sup>4</sup> UFC/g solo seco) como também as maiores populações dos grupos microbianos.

### 2.3.5 Equilíbrio Microbiológico

As relações ecológicas das diferentes populações de microrganismos no solo são difíceis de ser caracterizadas. Nos ecossistemas naturais, a diversidade e o número de microrganismos apresentam pequenas oscilações na comunidade, como resultado das alterações ambientais. Por causa destas oscilações, o equilíbrio microbiológico no solo tem sido considerado como equilíbrio dinâmico (CARDOSO, 1978; 1992).

Nos agroecossistemas, as mudanças significativas e perceptíveis na comunidade microbiana também estão relacionadas com as condições ambientais e são conseqüências principalmente do uso e das práticas de manejo do solo.

Tanto a preservação do equilíbrio como os casos de desequilíbrio são controlados por vários fatores abióticos e bióticos.

#### 2.3.5.1 Influência de fatores abióticos

A comunidade microbiana dos solos é acentuadamente influenciada pelo ambiente, podendo as populações ou os seus processos serem inibidos por diversos fatores estressantes (DOMSCH et. al., 1983). Os fatores abióticos que influenciam o equilíbrio das populações na comunidade microbiana do solo são facilmente identificados, mas sua importância relativa é difícil de ser caracterizada, pois pode resultar da ação de uma ou mais variáveis isoladas e de numerosas interações.

Um dos fatores fundamentais no equilíbrio biológico é a presença de nutrientes na forma assimilável, que servem como fonte de energia e carbono. A diversidade de compostos orgânicos presentes no solo reflete-se diretamente na comunidade microbiana, já que o estabelecimento das diversas populações está associado com a capacidade dos microrganismos de degradar isoladamente ou em associações com outros, um determinado substrato (SIQUEIRA et. al., 1994). Assim,

o teor e a diversidade de substâncias nutritivas no solo influenciam a dinâmica, a densidade e o metabolismo das populações microbianas (DROZDOWICZ, 1991).

O teor de água no solo é determinante da composição relativa da comunidade microbiana. A água regula a atividade microbiana de várias maneiras: como componente do protoplasma celular, modificando as trocas gasosas; e dissolvendo e transportando diferentes nutrientes. A água também influencia os processos de decomposição da matéria orgânica e a mineralização e degradação de agrotóxicos (PARR et. al. 1981).

A aeração do solo está inversamente relacionada com a umidade, em função do movimento e substituição do ar e da água. A redução da aeração diminui a atividade das populações microbianas aeróbias e favorece a das microaerólicas e anaeróbias facultativas e obrigatórias, modificando o metabolismo global do solo, que passa de oxidativo para redutivo ou fermentativo, acumulando metais reduzidos,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e produtos da fermentação, como  $\text{CH}_4$  e ácidos orgânicos (STOTZKY, 1997).

A temperatura do solo governa os processos bioquímicos e a taxa de crescimento dos microrganismos, com influências qualitativas e quantitativas na comunidade (SIQUEIRA et. al., 1994).

Os microrganismos também são influenciados pelo pH do solo. Na comunidade microbiana, existem grupos com vários graus de sensibilidade em relação à concentração de íons de hidrogênio, devido aos diferentes mecanismos de ação do pH. Seus efeitos podem ser diretos sobre o metabolismo, a adsorção e a permeabilidade das membranas ou indiretos sobre a fisiologia, a interação com outros organismos, a disponibilidade de nutrientes, a solubilização de elementos tóxicos e a absorção de substratos (SIQUEIRA et. al., 1994).

A profundidade do solo é outro fator ecológico significativo no equilíbrio microbiano, porém a sua influência na composição e na atividade da comunidade microbiana deriva da combinação de outros fatores. Em geral, tem-se observado que as populações de fungos e de bactérias são mais afetadas pela profundidade. (DIONÍSIO et. al., 1994).

### 2.3.5.2 Influência de fatores bióticos

O equilíbrio dinâmico das populações na comunidade microbiana do solo sofre modificações influenciadas pela presença das plantas. Estas estão continuamente absorvendo nutrientes, promovendo modificações nos gradientes iônicos e liberando compostos orgânicos solúveis e insolúveis, especialmente açúcares e aminoácidos (CAMPBELL & GREAVES, 1990). Estes fatores são seletivos, já que podem resultar em efeitos benéficos ou deletérios para as populações presentes na rizosfera (ROVIRA, 1978; BAZIN et. al., 1990).

A elevação do número e da atividade dos microrganismos na rizosfera geralmente é devida aos exudatos e aos tecidos radiculares mortos. Como consequência, a decomposição da matéria orgânica, a desnitrificação, a nitrificação, a fixação biológica de  $N_2$  e as interações microbianas são estimuladas (SIQUEIRA et. al., 1994).

Por outro lado, o crescimento dos vegetais também é influenciado pelo metabolismo microbiano através da produção de reguladores de crescimento, fitotoxinas, sideróforos, antibióticos, lecitinas e de agentes agregantes do solo, que são excretados na rizosfera (LYNCH, 1990). Assim, a rizosfera representa um sistema biológico de inter-relações complexas.

O equilíbrio microbiano pode ser estabelecido ou mesmo restabelecido a partir das interações dos indivíduos encontrados na comunidade (ALEXANDER, 1980).

### 2.3.5.3 Caracterização da comunidade microbiana do solo

As avaliações qualitativas e quantitativas da comunidade microbiana são importantes para a ecologia microbiana que estuda as atividades e as interações dos microrganismos entre si e com outros seres vivos, dentro de um habitat específico. A caracterização das comunidades microbianas através de observações e de quantificações das populações de bactérias, actinomicetos, fungos, algas e microfauna é difícil de ser definida, já que as pequenas dimensões dos microrganismos exigem a utilização de métodos específicos (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

As variações qualitativas e quantitativas das populações microbianas do solo têm sido observadas (SILVA FILHO, 1984; CATTELAN, 1989), podendo ser atribuídas, em parte, às diferentes metodologias utilizadas nas avaliações. A escolha do método adequado vai depender dos objetivos a serem alcançados, já que cada um apresenta vantagens e desvantagens na sua utilização.

## 2.4 GERENCIAMENTO AMBIENTAL AVANÇADO

O Gerenciamento Ambiental Avançado (GAA) foi criado em 13 de fevereiro de 1997, através das idéias de uma equipe formada por duas biólogas, Cláudia Martins Gonçalves e Michele Cristina Krenczynski, um engenheiro agrônomo, Prof. Dr. Francisco José Pereira de Campos Carvalho, e uma engenheira química, Vivian Maria Tumson de Campos Carvalho (Souza, 1999). O GAA busca modificar os conceitos tradicionais dos sistemas de gestão ambiental usados atualmente nas empresas, tanto é que seus fundamentos teóricos deram origem à disciplina de Tópicos especiais de Gerenciamento Ambiental Avançado ofertada atualmente pelo Curso de Pós-graduação em Ciências do Solo, do Departamento de Solos, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - UFPR, para o nível de mestrado.

Segundo os idealizadores, o GAA é um sistema de gerenciamento que enfoca o meio ambiente de forma arrojada e agressiva, atual, através da exploração dos mecanismos que este pode proporcionar para a obtenção da exploração dos mecanismos que este pode proporcionar para a obtenção de lucro, sobrevivência do empreendimento e qualidade de vida. Aspectos como o tratamento de resíduos, normalizações, desenvolvimento de tecnologias, sensibilização, através de programas ambientais educativos, são abordados de forma direcionada e integrada, buscando estimular a mudança de atitude e as melhores tecnologias, para maximização da produtividade, minimização de custos, e desenvolvimento do meio ambiente.

Os objetivos do gerenciamento ambiental avançado são:

- aumentar a sobrevivência do empreendimento;
- obter lucros com o gerenciamento do meio ambiente;
- utilizar ações ambientais planejadas, integradas e direcionadas;

- desenvolver o meio ambiente.

A metodologia é dividida em cinco etapas:

- Definição de valores e balanço ambiental: baseia-se na identificação de tudo que é importante para determinada situação.

- Identificação de fatores limitantes: Refere-se a determinação dos fatores considerados necessários para que se possam realizar as análises desejadas. O importante nessa etapa é identificar os efeitos e/ou os riscos que esses fatores podem gerar e não as proporções do problema.

- Análise de compartimentos e escolha de ferramentas: Os compartimentos devem ser escolhidos dentro de características comuns, com a finalidade de serem agrupados.

- Planejamento/implantação: Após a definição dos compartimentos e definidas as normas, levanta-se prioridade de cada compartimento.

- Monitoramento e otimização: a partir de implantação é necessário um monitoramento das atividades realizadas, para avaliar sua eficácia ou permitir uma constante reorientação, caso os objetivos não estejam sendo completamente atingidos. A otimização encontra-se no fator qualidade, ou seja, é necessário manter os controles das atividades, para que esses atinjam seu potencial máximo de produtividade.(TORTATTO, 2000).

## 2.5 ANTROPISMO

Como é evidente, o homem já modificou quase todos os aspectos do seu habitat. O grau da modificação é em parte determinado pela percebida necessidade de mudar e, em parte, pela sensibilidade ou grau de resiliência da faceta particular do ambiente. Até o surto industrial e tecnológico do século XIX, a mutação do habitat era largamente produto ou subproduto das atividades agrícolas, de forma que a água, o solo e a vegetação eram mais afetados (DAVID, 1989). Hoje em dia, a ação dos sistemas atmosférico e econômico também está sendo afetada pelo homem, ao mesmo tempo em que se intensificaram muito a extensão e a profundidade das mudanças impostas ao meio ambiente hidrológico e ao biológico (DAVID, 1989).

Na atualidade, o homem é uma espécie “imprevisível”, no sentido de que o seu comportamento não constitui necessariamente uma reação ou uma adaptação ao meio que o cerca, tal qual outros organismos (DAVID, 1989).

As áreas urbano-industriais representam a mais profunda modificação humana da superfície da terra, da atmosfera e do ecossistema terrestre.

Ao contrário dos efeitos da atividade agrícola, os efeitos urbanos são altamente intensivos e localizados (DAVID, 1989). Nas zonas urbanas os fluxos de energia e de massa estão concentrados, sendo a maior parte da energia importada. Com o emprego da energia e da massa há uma reversão para um estado difuso e não concentrado, cuja expressão é calor e dejetos.

Virtualmente, todos os aspectos do ambiente são alterados pela urbanização e a industrialização, inclusive o relevo, o uso da terra, a vegetação, a fauna, a hidrologia e o clima. Regra geral, a intensidade da mudança está ligada à densidade da área edificada e a extensão da industrialização, principalmente da indústria extrativa. O gradiente da severidade da mudança vai do interior rural, através dos subúrbios e ao centro comercial ou ao núcleo industrial. As áreas urbanas horizontais, com muitos espaços verdes costumam alterar menos o ambiente que os centros industrializados compactos e verticais (DAVID, 1989).

Segundo HONJO (1997), o solo, a cobertura vegetal, a água, e o meio ambiente são organismos da cidade que sofrem o efeito direto de todas as transformações causadas pela urbanização, perturbando suas estruturas, populações e o fluxo dos recursos de energia. O meio urbano é um sistema que está condicionado a processos de retroalimentação e mergulhado numa crise de múltiplas características quantitativas e qualitativas. O solo também sofre ação dos resíduos sólidos gerados nas cidades, como esgotos clandestinos oriundos das indústrias e residências particulares.

Observou-se que este processo contínuo vem causando danos à população, pois o ser humano gosta de conviver com a natureza e apreciar suas plantas, mesmo porque depende delas. Esta relação estrita com a vegetação exerce um efeito tranquilizador sobre o homem, principalmente no que vive em áreas urbanas. Portanto, a relação homem X vegetal desempenha um papel positivo em relação ao bem estar coletivo da população das cidades (VERONA & FORESTI, 1997).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO PARQUE BARIGUI

O presente trabalho foi realizado no Parque Barigui, na cidade de Curitiba, 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 as nascentes e a foz no rio Iguaçu, possui uma área de 1.400.000 metros quadrados (Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba, 2001) (Figuras 1 e 2).

No parque é possível encontrar vários equipamentos os quais são descritos no Quadro 1.

QUADRO 1 - EQUIPAMENTOS ENCONTRADOS NO PARQUE

Lago	Pavilhão de exposição
Parque de Diversões	Museu do automóvel
Restaurantes	Salão de Atos
Sede da Secretaria Municipal do Meio Ambiente	Bistrô
Academia de ginástica	Pista de Bicicross
Canchas esportivas	Pista de cooper
Ciclovias	Trilhas
Sanitários Públicos	Pista de Patinação
Heliponto	Churrasqueiras
Lanchonetes	Equipamentos de ginástica
Portal	Sede grupo escoteiros
Pontes	Estacionamentos

### 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). Porém, já foram registradas temperaturas máximas de 35,2°C, em novembro de 1985 e temperaturas mínimas de -5,2°C, em agosto de 1970, segundo dados históricos do SIMEPAR. Devido à 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). Segundo GODOY (1985), a região 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, clima subtropical. A precipitação média anual em Curitiba é de 1.451,8mm e a altitude é de 897m (MAACK, 1968).

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

No experimento foi utilizado um solo Latossolo Vermelho Amarelo Álico Câmbico com A proeminente textura argilosa, fase campestre, subtropical, relevo suave e ondulado. O uso do solo possui três principais ocupações: áreas urbanas, áreas agrícolas e áreas industriais.

### 3.4 AMOSTRAGEM

Para objetivos didáticos de coletas delimitou-se a área de amostragem em cinco (5) pontos, sendo a área abrangida por pontos de aproximadamente 50m<sup>2</sup>, as coletas realizadas mais próximas das margens do Rio Barigui foram de 1m<sup>2</sup>, e as mais distantes em 50 m<sup>2</sup>. Essas amostras foram coletadas no outono.

A testemunha possui as mesmas coordenadas do ponto 1, por estar distante apenas 50m do mesmo, sendo que o GPS obteve um erro de 50 metros, por isso a mesmas coordenadas do ponto 1. Esta área de amostragem apresenta-se mais próxima da mata do que da área de influência do Rio Barigui. Na área de

testemunha o solo foi coletado somente na borda da floresta, sendo que a vegetação presente no chão é predominante de gramíneas, influenciando as raízes de alguns indivíduos da família das *lauraceaea*, *mitaceaea* nos quais há presença de epífitas, com indivíduos de até 10 metros de altura. Algumas espécies que predominam esse trecho de pesquisa do experimento, *Acacia podalyriaefollis*, *Eriobotrya japonica*, *Grevillea regia*, *Tabebuia avellanadae*, *Pinus elliotii*, *Araucária agustifolia* (Figura 4).

A distribuição dos pontos de amostragem foi: ponto 1, situado à Rua do Lápiz, próximo à Avenida Manoel Ribas tendo as seguintes coordenadas 22J 0670155 e 7187812, este ponto apresenta-se com a maior área verde, e menor tráfego de pessoas para lazer, possuindo uma vegetação herbácea rasteira com a presença de arbustos esporádicos com até 2 metros de altura. A vegetação foi alternada, com presença de espécies exóticas (Figura 5).

O ponto 2, localizado à 10m da entrada do Parque pela Avenida Cândido Hartmann, possuindo as seguintes coordenadas 22J 0670278 e 7187443, situado em área de várzea, com uma vegetação *poaceae*, presença de arbustos, vegetação mista com gramíneas e espécies de folhas largas como o trevo, formas de vegetação herbácea, arbustiva, arborescente, sofrendo influência direta das cheias do Rio Barigui (Figura 6).

O ponto 3 situado a ponte de acesso ao Parque Barigui pela Avenida Cândido Hartmann, possuindo as seguintes coordenadas: 22J 0670307 e 7187102, este ponto localiza-se à 5 m da margem do Rio Barigui em área altamente freqüentada por usuários do Parque Barigui. Vegetação predominante *poaceae*, com espécies arbóreas como *Salix babilonica*, também a existência de *Pinus spp* nas margens do rio (Figura 7).

O ponto 4 situado ao centro do Parque, local utilizado por diversas espécies animais que habitam o parque, possui as seguintes coordenadas: 22J 0670213 e 7186810 localiza-se em região de várzea, vegetação *poaceae*. Próximo a uma ilha com vegetação de árvores de até 10 metros de altura, formando um dossel de floresta, com sub-bosque formado pelas jovens árvores como *Eugenia uniflora*, *Cassia fistula*, *Salix babilonica*, etc. e uma vegetação herbácea compondo o último extrato da floresta (Figuras 8 e 9).

As amostras foram coletadas utilizando-se trado tipo holandês, em ziguezague, na profundidade de 20 cm da camada do solo. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos de 2 litros e identificadas com o número dos respectivos pontos e o número das amostras referentes.

As amostras dos solos foram coletadas nos cinco pontos, previamente definidos, do Parque Barigui utilizando-se 10 subamostras de cada ponto, formando uma amostra composta. Os solos foram homogeneizados e secos ao ar. Na seqüência, foram tamisados em peneira 0,5 mm, para análises microbiológicas e peneira 0,2 mm para análises químicas e físicas.

### 3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A análise dos resultados se baseou em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos seguidos de uma testemunha. Sendo três repetições e cada uma com sua duplicata. Os tratamentos seguem na Figura 10.

FIGURA 1 - ÁREA EXPERIMENTAL

Tratamento	Coordenada GPS	Descrição da área
Testemunha	22J 0670155 e 7187812	Borda de floresta; Vegetação no chão de gramíneas; Espécies das famílias de <i>lauraceae</i> , <i>mitaceaea</i>
Ponto 1	22J 0670155 e 7187812	Vegetação herbácea, rasteira; Arbustos esporádicos; Presença de espécies exóticas. <i>Cranioleuca obsoleta</i> , e.g gêneros <i>Cinclodes</i> e <i>Furnarius</i> .
Ponto 2	22J 0670278 e 7187443	Área de várzea; Vegetação <i>poaceae</i> .
Ponto 3	22J 0670307 e 7187102	Vegetação <i>poaceae</i> ; Espécies arbóreas como <i>Salix babilonica</i> , <i>Pinus spp</i>
Ponto 4	22J 067021 e 7186810	Região de várzea; Vegetação <i>poaceae</i> , possui árvores de até 10 metros de altura; Sub bosque com espécies <i>Eugenia uniflora</i> , <i>Cassia fistula</i> , <i>Salix babilonica</i> ; Vegetação herbácea.

### 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 EMBRAPA (1976).

### 3.7 ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO

As análises 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). Nesta, o pH é determinado em SMP e em solução de  $\text{CaCl}_2$  0,01 mol/dm<sup>3</sup>, a solução extratora para o  $\text{Al}^{3+}$  é KCl 1N; para  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$  utiliza-se tampão acetato de cálcio 1N a pH 7; para  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{+2}$  usa-se KCl 1N e determinação por titulação inversa; para P e K utiliza-se extrator Mehlich 1 (THOMAS & PEASLEE, 1973).

### 3.8 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO SOLO

Estas análises foram efetuadas no laboratório de Biologia do Solo do Departamento de solos da UFPR, pela metodologia de SCHINNER (1996).

#### 3.8.1 Preparo das Diluições

As diluições se realizaram pela metodologia de SCHINNER (1996), a partir de solução salina a 0,85%. Sendo 0,85% de NaCl para 100 mL de água deionizada. Dessa solução salina foram adicionados 10mL em tubos de ensaio, os quais foram retirados 1 mL para as amostras seguintes, sendo que ficará somente 9 mL nos tubos subsequentes.

Pesaram-se 0,1 g de solo de cada amostra e juntou-se aos 10mL de solução salina. Esta solução permaneceu 30 minutos em agitador mecânico de movimentação circular. Desta suspensão procederam as diluições decimais seriadas, que foram obtidas pela retirada de 1mL da solução original e colocadas em tubos que continham 9mL de solução salina para se obter a primeira diluição ( $10^3$ ).

Da primeira diluição retirou-se 1mL de solução e colocou-se em outro tubo que continha 9mL de solução salina, obteve-se assim a segunda diluição ( $10^4$ ). E assim procedeu-se até a quinta diluição ( $10^7$ ).

### 3.8.2 Meios de Cultura

Utilizou-se a metodologia de MARTIN (1950) para se fazer os meios de cultura. Para o meio de cultura utilizado para fungos adicionou-se rosa bengala e estreptomicina e para o meio de cultura utilizado para bactérias adicionou-se cicloheximida, conforme demonstrado nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 – MEIO DE CULTURA PARA FUNGOS

REAGENTES	CONCENTRAÇÃO (g/l)
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0,20
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,10
Peptona	1,0
Glucose	2,0
Rosa Bengala	0,012
Estreptomicina	0,2
Água Destilada	200ml

TABELA 2 – MEIO DE CULTURA PARA BACTÉRIAS

REAGENTES	CONCENTRAÇÃO (g/l)
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0,20
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,10
Peptona	1,0
Glucose	2,0
Cicloheximida	0,08
Água Destilada	200ml

### 3.8.3 Inoculações

As inoculações foram realizadas através da adição de 0,1 mL das diferentes diluições da solução que contém salina mais solo, aos meios de cultura. Para cada diluição fez-se duas repetições por amostra. As concentrações de  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$  foram adicionadas ao meio de cultura para fungos e as concentrações de  $10^5$ ,  $10^6$ ,  $10^7$  foram adicionadas ao meio de cultura para bactérias. Todo este processo foi realizado com as três repetições por tratamento, dentro da câmara de fluxo e com todos os cuidados necessários para não ocorrer contaminações.

### 3.8.4 Leitura

A leitura foi realizada após sete dias. Neste período os tubos permaneceram inoculados em estufa Shel lab, modelo 2020, a uma temperatura de 30° C.

### 3.8.5 Umidade do Solo das Amostras

Foi medida 20 gr de massa úmida em uma balança digital, com duas casas decimais. Esta quantidade de solo úmido foi colocada em placa de Petri, previamente pesada na mesma balança. As cinco placas, cada uma contendo amostras de solo úmido de cada ponto, foram colocadas na estufa Hafoserries 1600, a uma temperatura de 180° C. Após 24 horas o solo, já seco, foi novamente pesado na mesma balança. Considerando estes valores a umidade de cada ponto foi obtida a partir da equação 1:

$$U = \frac{PU - PS}{PS} \quad (1)$$

Onde:

U = umidade do solo

PU = peso úmido do solo

PS = peso seco do solo

### 3.8.6 Cálculos Para Obtenção dos Valores Finais da Leitura

A tabela NMP, citada por SCHINNER (1996), para uso com diluição decimal e com cinco tubos por diluição, com duas repetições. Os valores foram obtidos conforme os cálculos a seguir:

A percentagem da umidade foi obtida através da equação 2:

$$\% U = U \times 100 \quad (2)$$

Onde:

% U = percentagem da umidade do solo

U = umidade do solo

P = fator de correção foi calculado a partir da equação 3

$$FC = 100 / (100 - \% U) \quad (3)$$

Onde:

FC = fator de correção

% U = percentagem da umidade do solo

O valor da leitura final dos fungos foi obtido através da utilização da equação

4:

$$LF = 10 \times NMP \times FC \times 10^4 \quad (4)$$

Onde:

LF = valor da leitura final para os fungos

NMP = média do número mais provável das duas repetições da amostra

FC = fator de correção

O valor da leitura final das bactérias foi obtido através da utilização da equação 5:

$$LB = 10 \times NMP \times F C \times 10^7 \quad (5)$$

Onde:

LB = valor da leitura final para as bactérias

NMP = média do número mais provável das duas repetições da amostra

FC = fator de correção

### 3.9 LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO PARQUE BARIGUI

Com a finalidade de conhecermos os impactos ambientais do Parque Barigui, utilizou-se a metodologia do GAA, dividindo-se em compartimentos.

O sistema de Gerenciamento Ambiental Avançado visa, através da sua aplicação, estimular o conhecimento e, principalmente, a mudança de atitude do ser humano, para a racionalização do uso dos recursos naturais renováveis e não renováveis, com o intuito que haja uma relação harmônica e positiva entre a natureza e o homem, já que este é considerado parte integrante do meio ambiente e necessita dessa interação, para a evolução da qualidade de vida e união das questões relacionadas à sua sobrevivência e a de outras espécies.

O GAA é diferente das outras formas de gestão ambiental devido aos seus conceitos, à sua aplicabilidade e ao ordenamento de ações, pois o gerenciamento tradicional enfatiza o meio ambiente externo, o enquadramento na legislação, a sobrevivência da biosfera, o uso pontual de tecnologias, a educação ambiental *latu sensu*, o planejamento de dentro para fora, a preservação ambiental e a reciclagem para o equilíbrio ecológico. O GAA apresenta outros fundamentos embasados na sobrevivência do empreendimento com objetivo de desenvolvimento humano.

A implementação da metodologia do GAA partiu da identificação dos aspectos ambientais, que tinha por objetivo determinar os respectivos impactos ambientais das atividades do Parque Barigui.

Segundo ABNT (1996) – NBR ISO 14001/1996, aspecto ambiental é: “Elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”. Sendo que um aspecto ambiental significativo é aquele que tem ou pode ter um impacto ambiental significativo. E impacto ambiental é: “Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

### 3.10 UTILIZAÇÃO DO PARQUE BARIGUI

O Parque Barigui é utilizado por adultos e crianças, para atividades de lazer tais como caminhadas, apreciação da natureza e espécimes animais existentes e atividades desportivas, como passeio de bicicleta, corrida, jogos.

O parque é habitado por diversos espécimes animais desde aves, répteis e mamíferos em geral.

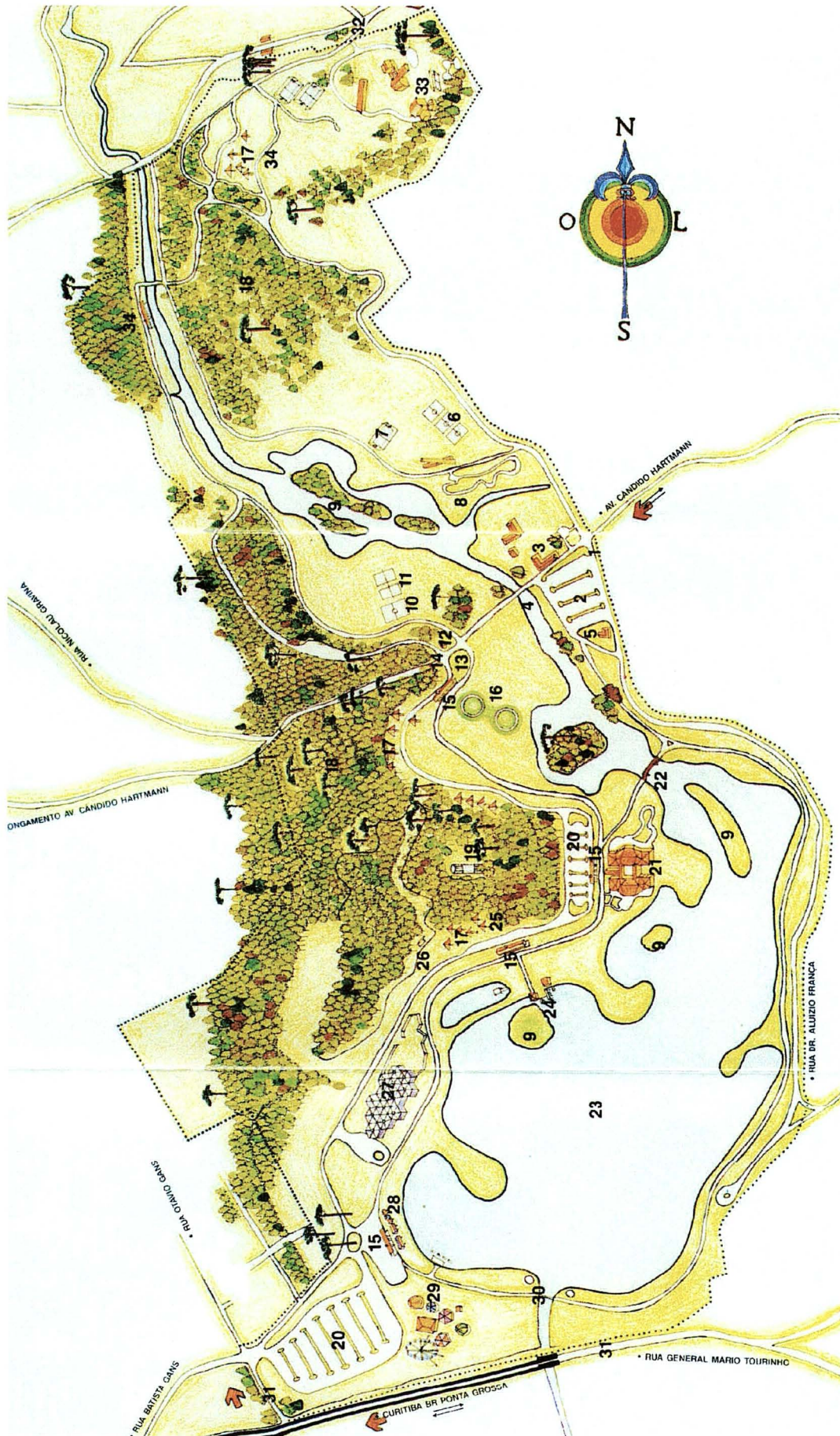
### 3.11 CÁLCULOS

Os cálculos foram realizados utilizando-se das ferramentas do Microsoft Excel 2000 StatGraff.

### 3.12 GRÁFICOS E TABELAS

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

FIGURA 2 – FOTO E 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 BARIGUI / BRIDGE OVER BARIGUI 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 GUARDA 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 / MODAL 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 BAR E 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 HEAD QUARTERS
- 34 ESTAÇÃO COM LANCHONETE / SANITÁRIOS / SNACK BARS AND PUBLIC TOILETS

FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO DO PARQUE BARIGUI

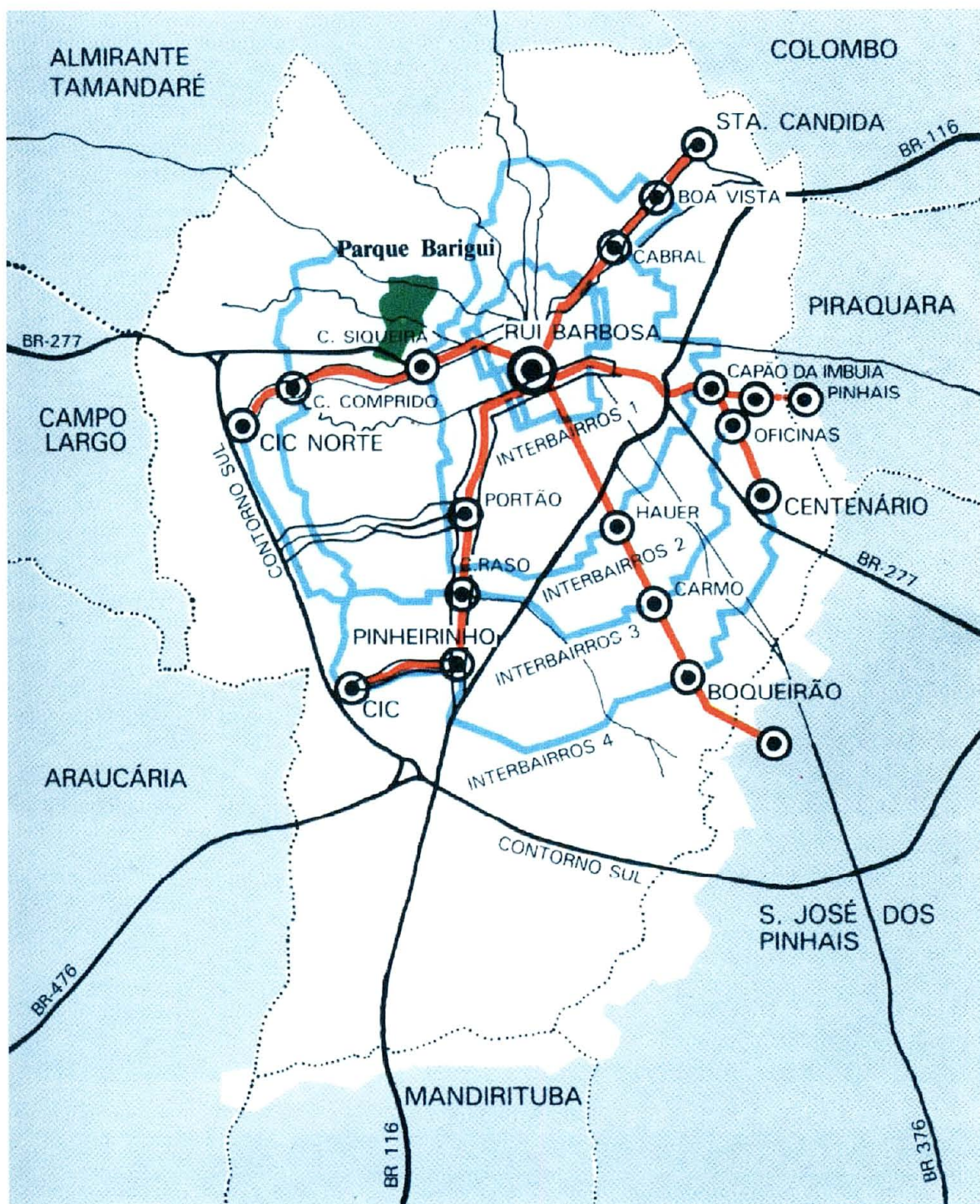


FIGURA 4 – ÁREA EXPERIMENTAL DO PARQUE BARIGUI TESTEMUNHA



FIGURA 5 – ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 1



FIGURA 6 - ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 2



FIGURA 7 - ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 3



FIGURA 8 – ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 4

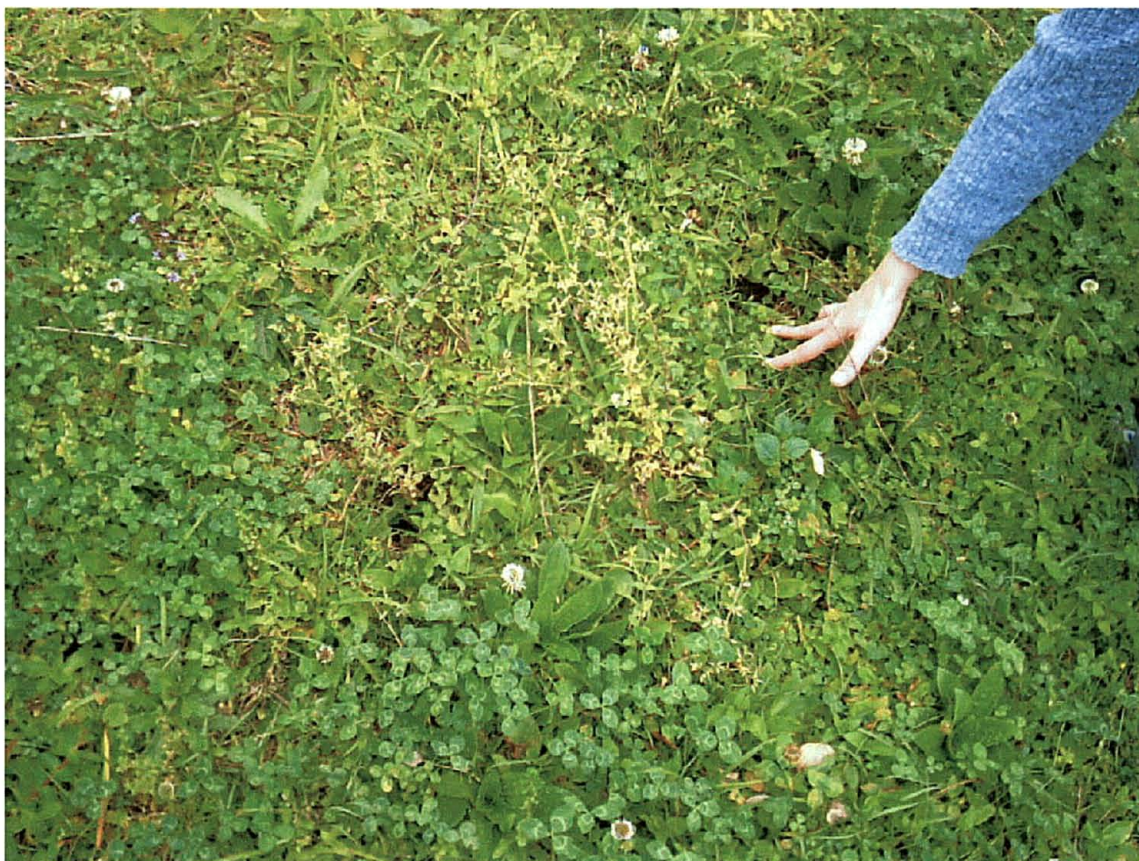


FIGURA 9 – ÁREA EXPERIMENTAL PONTO 4



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Os resultados, apresentados a seguir são referentes ao experimento em estudo no ano de 2002, instalado no Parque Barigui, na cidade de Curitiba Paraná, que foram obtidos com os solos coletados dos diferentes pontos nas diferentes diluições seriadas da suspensão dos solos, como solo testemunha e solos denominados de pontos 1, 2, 3, 4. Com base nos resultados analíticos foi possível observar a diferença das populações microbianas de fungos e bactérias encontrados nos solos analisados, com relação às análises físicas, químicas e biológicas e com todos os dados correlacionados a partir dos resultados de granulometria e fertilidade obtendo-se resultados positivos e negativos em relação às populações microbianas de fungos e bactérias analisados. Todos os dados estão descritos nas Tabelas 3, 4, 5, 6, 7, 8 que seguem.

Utilizou-se das ferramentas do Gerenciamento Ambiental Avançado para melhor compreender os impactos ambientais encontrados no parque Figura 10. Outro fator citado e que foi estudado foi o antropismo que ocorre visualmente em toda extensão do parque, como a construção de pontes, obras de contenção, fluxo intenso de pessoas, além de fatores como pisoteio ocupação excessiva de áreas verdes, restos de alimentos deixados por toda a população freqüentadora do local, sendo que este fator influencia para que ocorra uma maior contaminação do solo e um aumento excessivo da população microbiana.

### 4.2 LEVANTAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DO PARQUE BARIGUI

Para facilitar a realização do levantamento dos impactos ambientais do Parque Barigui, se dividiu o logradouro em compartimentos, que faz parte de uma das etapas da metodologia do G.A.A. Figura 10.

FIGURA 10 - LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO PARQUE BARIGUI

Compartimentos	Área de abordagem	Atividades	Aspecto ambiental	Impacto Ambiental
Solo	Recursos naturais	Sustento para vegetação	Elementos orgânicos e metais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração da qualidade do solo;</li> <li>• Proliferação de fungos e bactérias;</li> <li>• Contaminação por metais;</li> </ul>
	Antropismo	Utilização para caminhadas	Pisoteio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• assoreamento das margens do rio Barigui;</li> <li>• alteração da flora e vegetação local e prejuízo aos animais;</li> <li>• saúde humana.</li> </ul>
Água	Recursos naturais;	Paisagismo;	Aumento do pico de cheia da bacia no Parque;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prejuízo fauna existente;</li> <li>• Presença de odor e aspecto desagradável;</li> </ul>
	Antropismo	Captação de esgoto, Lazer	Retenção de água; Proliferação de algas e fungos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eutrofização com mortalidade de peixes; Carreamento de lixo;</li> <li>• Aumento de fungos e bactérias e metais as margens do rio Barigui.</li> </ul>
Lazer	Antropismo	Lazer; Atividade física.	Caminhadas, corridas, passeio de ciclismo, patinetes, Animais domésticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisoteio do solo;</li> <li>• Prejuízo da vegetação existente;</li> <li>• Aumenta a presença de metais, prejudica fungos e bactérias no solo;</li> <li>• Proliferação e risco de contaminação cruzada de animais silvestres x animais domésticos x homem;</li> <li>• Alteração do equilíbrio da fauna e flora; Aumento da poluição sonora e visual.</li> </ul>
Flora	Recursos Naturais;	Paisagismo; Inserção de espécies exóticas;	Alteração da paisagem; Alteração do equilíbrio;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prejuízo das espécies nativas;</li> <li>• Desequilíbrio da flora e meio ambiente;</li> <li>• Proliferação de doenças exóticas;</li> </ul>
	Antropismo	Manter o equilíbrio do metro quadrado de área verde por número de habitantes	Presença de doenças não típicas da região.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danos ao solo;</li> <li>• Satisfação da população.</li> </ul>
Fauna	Recursos naturais;	Fauna Domiciliada	Presença de dejetos. Ocupação das atividades e utilização das áreas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proliferação da fauna exótica;</li> <li>• Alteração do equilíbrio da fauna nativa;</li> <li>• Risco de transmissão e proliferação de doenças exóticas;</li> <li>• Danos a saúde humana e fauna.</li> </ul>
	Antropismo	Fauna temporária		

#### 4.3 ANÁLISE DE COMPARTIMENTOS E ESCOLHA DE FERRAMENTAS

Nessa etapa o logradouro foi dividido em compartimentos, essa divisão foi efetivada conforme necessidades examinadas durante as visitas feitas na área de estudo. Observou-se que, por uma atitude natural dos freqüentadores do parque,

todas as atividades que ocorrem no logradouro se desenvolvem em uma das seguintes partes: solo, água, lazer, flora, fauna. A partir destas observações realizadas do parque definiu-se os cinco compartimentos.

Conforme este levantamento escolheu-se as ferramentas que auxiliam na obtenção de êxito na melhoria ambiental do parque. Sendo que em todos os compartimentos, priorizou-se a medição de todas as fontes geradoras de impactos, a identificação dos fatores limitantes. A partir dessa análise obtiveram-se os seguintes resultados:

SOLO: o que entra nesse compartimento são os recursos naturais que são danificados pela ocupação da população que frequenta o parque, antropismo que é evidente em todo decorrer da área estudada, sustentação da vegetação, elementos orgânicos e a presença de metais pesados nesses solos que são decorrentes das cheias do Rio Barigui, do próprio antropismo do local, pisoteio da população e dos animais existentes no parque, que acabam afetando todo o sistema natural do solo, e que acaba ocasionando a compactação desses solos, e a proliferação de fungo e bactérias causando algumas doenças. Outro aspecto é a ocupação do parque com o excesso de pessoas por dia, o que vem causando um desequilíbrio na população microbiana do solo, alterando todo o sistema desses microrganismos que habitam o solo, isso porque as pessoas frequentadoras do parque não têm o devido cuidado com a ocupação do solo.

A utilização de técnicas que contenham as ações dos microrganismos é outra ferramenta a ser utilizada nesse compartimento, pois estes, devido às condições climáticas, encontram ambientes propícios para sua proliferação. Porém é mister um levantamento específico para diagnosticar qual técnica que se adapta melhor ao logradouro, pois é necessário saber quais espécies de microrganismos estão atuando nos solos que compõem o parque, como elas atuam e como reagem a cada técnica de contenção, para se obter melhores resultados.

As pessoas fazem suas caminhadas não somente na pista de esportes, mas sim pela mata e pelas trilhas existentes no parque, e com isso acabam descuidando da importância do solo e da mata que ali existe, causando um desequilíbrio na natureza. Essa situação pode ser revertida através da utilização de ferramentas do GAA como informação para a população, o que pode ser realizada através de um programa de educação ambiental realizado no parque, esse programa pode ser

muito simples, a começar pela instalação de placas alertando a população dos cuidados necessários com o parque. Os funcionários que trabalham no parque devem ter treinamentos especiais para poder orientar a população dos benefícios do parque e com devidos cuidados para manter um equilíbrio ecológico natural.

ÁGUA: Nesse compartimento entra recursos naturais que são causados por vários fatores, sai microrganismos que são decorrentes somente dos solos, entra a proliferação de algas que contaminam a água. Na época das cheias o rio sobe causando um odor desagradável por toda extensão do parque, também a proliferação de microrganismos causadores de doenças para a população e animais, também causando prejuízos com a fauna existente. Um fator muito importante que causa grandes prejuízos para toda a ocupação do parque é a grande rede de que é lançado por dia no rio que passa pelo parque, isso causa um desequilíbrio com a população microbiana, proliferação de doenças, causando a mortandade de peixes e a eutrofização da água do rio, também devido o lançamento de esgotos causa um número de metais pesados no solo decorrente das cheias das águas. Para isso também é preciso a presença de pessoas especializadas para orientação da população com os cuidados que é preciso ter como não contaminar as águas, para não deixar o rio ser um veículo de depósito de lixo. Conscientizar as grandes indústrias a terem suas próprias redes de esgotos e um programa de educação ambiental, que é mais um compartimento do GAA.

LAZER: Nesse compartimento entra o antropismo decorrente do excesso de pessoas que freqüentam o parque, e que possivelmente acabam causando prejuízos no solo, na água, com a fauna e flora do local, sai o lançamento de esgotos das indústrias e casas. O lazer como as caminhadas e os exercícios que são vários, acaba dando à estrutura do parque um desequilíbrio ecológico como o pisoteio no solo causando o aumento de fungos e bactérias, aumento de metais, também o risco de contaminação cruzada com animais silvestres com animais domésticos com homem. Alteração da poluição visual, sonora. Para isso é preciso entrar no compartimento do GAA com os mesmos cuidados tomados nos outros compartimentos, que é a educação ambiental junto com a população freqüentadora do parque, fazendo programas de caminhadas, trilhas, passeios, enfim tudo que possa ser feito para conscientizar as pessoas.

FAUNA: Nesse compartimento entra os recursos naturais, paisagismo, inserção de espécies exóticas, sai os microrganismos existentes no solo. Também ocorre um desequilíbrio com as espécies existentes do parque devido ao grande fluxo de pessoas que por vez acham esses animais bonitos e acabam maltratando sem intenção de prejudicá-los, mas acabam por não terem os devidos cuidados (AUTOR DESCONHECIDO). A alimentação que as pessoas dão aos animais do parque muitas vezes acabam prejudicando a saúde dos mesmos, também esses animais podem causar danos à saúde humana. Por isso é preciso mais uma vez pessoas especializadas para instruir a população, fazendo caminhadas, trilhas ecológicas pela mata do parque explicando a fauna existente e os benefícios que elas nos trazem, mais uma ferramenta do GAA.

FLORA: Nesse compartimento entra recursos naturais, fauna domiciliada, sai a flora a vegetação e espécies exóticas. Na flora existem espécies exóticas e que devido ao desequilíbrio ecológico acabam desaparecendo. Também prejuízos com a flora, devido ao excesso da população em locais proibidos, também ocorre a contaminação do solo devido ao uso indevido desses solos como sendo depósitos de lixo. Devido ao encontro de várias raças de animais freqüentadoras do parque podem ocorrer doenças não típicas da região. Para isso deve entrar mais uma vez o GAA com o programa de meio ambiente, um projeto de educação ambiental junto com a população, para preservação do meio ambiente.

#### 4.4 AVALIAÇÃO DO SOLO

##### 4.4.1 Granulometria

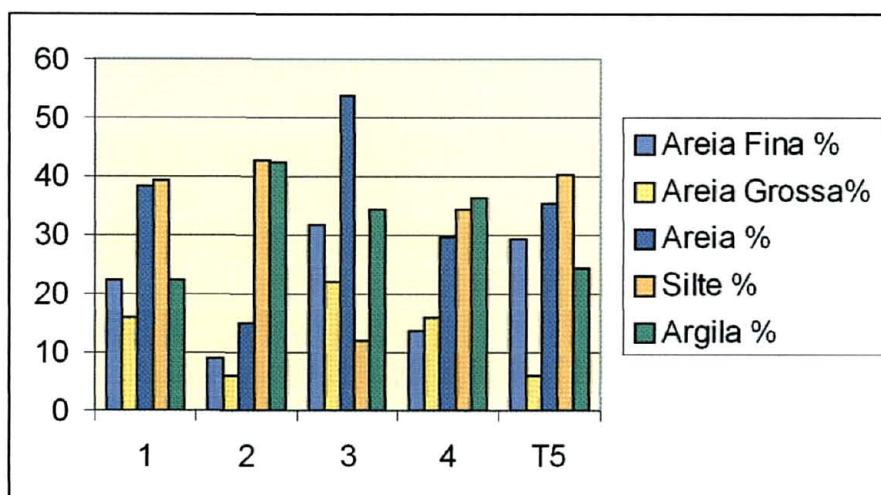
Observando-se os dados da tabela a seguir, verifica-se que os solos dos pontos analisados são classificados como solos argilosos. Possuem um teor de argila variado entre 42 e 22%, com uma média de 27,8%. A média para areia total de 34,44%, e a média para silte foi de 33,76%.

Para relação argila/areia/silte encontrada nos solos do Parque Barigui, há pouca diferença nos pontos analisados.

TABELA 3 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Amostra	Areia Fina %	Areia Grossa%	Areia %	Silte %	Argila %
01	22,4	16	38,4	39,4	22,2
02	9	6	15	42,8	42,2
03	31,8	22	53,8	12	34,2
04	13,6	16	29,6	34,2	36,2
T5	29,4	6	35,4	40,4	24,2

GRÁFICO 1 – GRANULOMETRIA DOS SOLOS DOS PONTOS PRÉ-DETERMINADOS



#### 4.4.1.1 Fertilidade do solo

Os resultados, apresentados na tabela a seguir são referentes às médias das análises químicas realizadas nos solos dos pontos do Parque Barigui.

TABELA 4 – ANÁLISE DE FERTILIDADE DO SOLO

Amostra	pH CaCl <sub>2</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	T	P mg/dm <sup>3</sup>	C g/dm <sup>3</sup>	pH SMP	V %
	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>										
Test	4,30	2,00	9,00	1,90	1,10	0,13	11,03	11,1	16,0	5,20	18,40
Ponto 1	6,00	0,00	3,20	8,80	5,40	0,20	12,20	23,1	16,0	6,60	73,77
Ponto 2	5,30	0,00	5,80	14,20	9,30	0,24	20,24	13,7	32,9	5,80	71,34
Ponto 3	5,70	0,00	3,20	10,50	6,10	0,42	14,12	13,3	20,8	6,60	77,34
Ponto 4	4,90	0,00	6,70	7,40	3,90	0,38	14,48	8,8	29,3	5,60	53,73

Observando a Tabela 4, verificou-se que a maioria dos solos dos pontos são eutróficos, pois sua saturação de bases (V%) a 50% foi maior. Já na área da testemunha o solo é considerado como distrófico, porque sua saturação por bases (V%) obteve valor inferior a 50% (TOMÉ, JR, 1997).

Analisado o pH referente aos cinco pontos, considerou-se bom para fungos pois variou de 4,3 e 6,0, fungos sobrevivem bem em solos ácidos, já para bactérias não é muito bom, pois exigem um pH na faixa de 6,5 e 7,5 (ALEXANDER, 1980) Al trocável é igual a 0,00 e os seus valores de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^+$  são mais baixos, no ponto 4 e testemunha se comparados aos outros resultados analisados nos pontos do parque, esse solo pode tornar-se alíco se não forem corrigidos a calagem e a adubação, sendo que esse pH 4,3 é um pouco baixo para alguns microrganismos. O Ponto 4 esta próximo a realidade do ponto testemunha, são os dois pontos que mais preocupam em relação pH, Al, Ca + Mg e K (TOMÉ, JR, 1997).

A acidez potencial é um fator que chama atenção; pois se sabe que há uma tendência em ocorrer maiores teores de H+Al em solos mais ricos em matéria orgânica, principalmente se apresentarem pH muito baixo (TOMÉ. JR, 1997). É o que ocorre nos pontos Testemunha e Ponto 4, foram os que apresentam os maiores valores para acidez potencial. Já para matéria orgânica os pontos 4 ( $29,31\text{g/dm}^3$ ) e 2 ( $32,91\text{g/dm}^3$ ) são que apresentaram os maiores valores. Apesar de que todos os solos dos pontos analisados do Parque Barigui possuem um teor elevado de matéria orgânica, o menor valor obtido foi de  $16,00\text{ g/dm}^3$  nos pontos 1 e na testemunha, pois esses dois pontos ficam na mesma localização apenas com 50 metros de distância um do outro (TOMÉ. JR, 1997).

Esse elevado valor da matéria orgânica é devido aos solos estarem localizados em uma região de clima frio, o excesso de água no solo, que causa a deficiência de oxigenação. Tais limitações ecológicas são mais prejudiciais para os microrganismos decompositores do que para as plantas produtoras de biomassa. A adição passa a ser maior que a perda ocorrendo, portanto, acúmulo de matéria orgânica (TOMÉ. JR, 1997). Outro fator para essa explicação de alta taxa de matéria orgânica seria a ação antrópica direta sobre os pontos, pois as pessoas que freqüentam o parque, muitas vezes utilizam essa parte do parque como lazer, brincadeiras, jogos, passeios com animais de estimação.

O fósforo é outro item que deve ser analisado, porque houve uma grande diferença de valores do ponto 1 para os outros pontos analisados do Parque Barigui. Acredita-se que este fato tenha ocorrido porque é o ponto que menos sofre a ação antrópica. Devido a sua localização no parque, as pessoas geralmente só passam por ele, não interferindo no seu desenvolvimento (TOMÉ. JR, 1997).

#### 4.4.1.2 Análises biológicas

As densidades das populações de bactérias e fungos nos solos dos pontos analisados do Parque Barigui variou bastante, principalmente em relação as bactérias, observou-se que a população variou de  $1,81E+05$  à  $6,6E+07$  nos pontos 4 A e 1B respectivamente (Tabela 5,6). Já para os fungos a menor população foi constatada no ponto 2A com  $1,90E+03$  e a maior população no ponto 4B com  $3,8E+05$  (Tabela 5).

A cobertura vegetal permanente propicia uma proteção contínua da superfície e adiciona grande quantidade de nutrientes através das excreções radiculares e dos resíduos. Essas condições resultam em maiores populações microbianas em solos sob cobertura vegetal perene quando comparados aqueles com culturas anuais (SIQUEIRA & VIDOR, 1984).

TABELA 5 - DENSIDADE POPULACIONAL DE BACTÉRIAS E FUNGOS NO SOLO (PRIMEIRA REPETIÇÃO).

<b>Pontos</b>	<b>Leitura final fungos</b>	<b>Leitura final bactérias</b>	<b>Bactérias/ Fungos</b>	<b>Fungos/ Bactérias</b>
Testemunha	1,98E + 04	2,77E +07	1,40E + 03	7,14E - 04
Ponto 1	9,51E + 03	2,31E + 07	2,43E + 03	4,11E - 04
Ponto 2	1,90E + 03	6,14E + 07	3,22E +04	3,10E - 05
Ponto 3	2,27E + 04	3,67E + 07	1,61E+ 03	6,21E - 04
Ponto 4	1,77E + 04	6,61E + 07	3,74E + 03	2,68E - 04

TABELA 6 - DENSIDADE POPULACIONAL DE BACTÉRIAS E FUNGOS NO SOLO: (SEGUNDA REPETIÇÃO).

<b>Pontos</b>	<b>Leitura final fungos</b>	<b>Leitura final bactérias</b>	<b>Bactérias/ Fungos</b>	<b>Fungos/ Bactérias</b>
Testemunha	5,90E + 03	5,33E + 05	9,03E + 01	1,11E - 02
Ponto 1	3,25E + 03	1,81E + 05	5,56E + 01	1,80E - 02
Ponto 2	3,60E + 04	6,16E + 06	1,71E + 02	5,35E - 03
Ponto 3	1,50E + 05	2,81E + 07	1,87E + 02	1,79E - 02
Ponto 4	3,80E + 05	2,12E + 07	5,58E + 01	1,07E - 02

TABELA 7 - DENSIDADE POPULACIONAL DE BACTÉRIAS E FUNGOS NO SOLO (TERCEIRA REPETIÇÃO).

<b>Pontos</b>	<b>Leitura final Fungos</b>	<b>Leitura final Bactérias</b>	<b>Bactérias/ Fungos</b>	<b>Fungos/ Bactérias</b>
Testemunha	4,97E + 03	1,90E + 05	1,10E + 02	9,06E - 03
Ponto 1	5,74E + 03	2,45E + 06	9,38E + 02	1,07E - 02
Ponto 2	2,47E + 04	4,30E + 07	2,21E + 02	4,53E - 02
Ponto 3	2,03E + 04	4,30E + 07	2,65E + 03	3,77E - 02
Ponto 4	1,11E + 04	5,80E + 05	5,05E + 02	1,98E - 02

Segundo ALEXANDER (1980), a proporção de bactérias e fungos esta em:

- Bactérias =  $8,19E + 01$

- Fungos =  $1,22E - 02$ .

Comparando essas proporções com os resultados obtidos. Observou-se que na relação de bactérias/fungos, os solos dos pontos apresentaram densidade populacionais superior e em um dos pontos, muito superior considerada normal pelo autor. Neste caso a proporção variou de  $1,40E+03$  à  $3,22E+04$ , nos pontos testemunha A e 2 A, respectivamente (Tabela 5). Já, no caso de fungos/bactérias, os solos dos pontos analisados apresentam-se com densidade populacional inferior, considerada normal na literatura. Para esta proporção os valores variaram entre  $3,10E-05$  no ponto 2A e  $7,14E-04$  na testemunha ponto A (Tabela 5). Já na segunda repetição do experimento, sendo no mesmo solo coletado e no mesmo dia e nos mesmos pontos, houve uma diferença na leitura das populações

bactérias/fungos, que variaram entre  $5,56E+01$  ponto 1B e  $1,71 E+02$  ponto 2B, para fungos/bactérias variou de  $5,35E-03$  ponto 2B e  $1,07 E- 02$  ponto 4 (Tabela 6) . Na terceira repetição bactérias/fungos  $1,10E+02$  testemunha 3Ce  $2,63E+03$  ponto 3C, para fungos/bactérias  $9,06E-03$  testemunha C,  $4,53E-02$  ponto 2C (tabela 7). Essa diferença de leitura deve-se as circunstâncias dos solos e a vegetação que foi encontrada em cada ponto, sendo que raízes influenciaram muito nas populações microbianas, A cada milímetro de solo encontram-se vários tipos de microrganismos diferentes, daí essa grande diferença de leitura, mesmo sendo solos iguais.

Solos ricos em matéria orgânica possuem uma população bacteriana numerosa, já os fungos são encontrados em áreas com baixo nível de matéria orgânica (ALEXANDER, 1980).Atribui-se a esse elevado índice de matéria orgânica a decomposição das folhas que caem das árvores e que permanecem no solo, aos excrementos das aves que tem seu habitat no parque e que são inúmeras as espécies.

O que explica ter encontrado nos solos uma maior quantidade de bactérias relacionada com uma menor quantidade de fungos nos solos analisados, é a riqueza de matéria orgânica, que segundo as análises de fertilidade do solo, indicam esse alto acúmulo de matéria orgânica que é um dos fatores que influência diretamente a densidade populacional desses microrganismos.

Outro fator que aumenta a quantidade de matéria orgânica no solo é a ação antrópica, pois o parque é utilizado como lazer e caminhadas, exercícios físicos, também há a presença de animais domésticos que, fazem suas necessidades no solo, também restos de alimentos deixados pelas pessoas freqüentadoras do parque, isso contribui muito para o aumento considerável da matéria orgânica.

Um segundo fator que explica o resultado da densidade populacional de bactérias e fungos, é a umidade, que pode alterar significativamente essas comunidades.

Segundo ALEXANDER (1980), a densidade máxima bacteriana ocorre em alta umidade e os fungos podem ser metabolicamente ativos em lugares com baixa quantidade de água e que umidade em excesso lhes é nocivo.

Um terceiro fator que pode alterar as populações microbianas são as estações do ano, elas são variáveis, pois a partir delas vários outros fatores

importantes são levados em consideração como temperatura, precipitação pluvial, aeração, pH etc, podem ser conhecidos.

Segundo pesquisas realizadas no EPA, CETESB, Comunidade Européia e Legislação Alemã, não se encontraram parâmetros há que se atribuam as pesquisas, relacionadas ao trabalho de dissertação realizado no Parque Barigui, como aspectos da análise quantitativa da população microbiana de fungos e bactérias no solo.

Muito pouca informação existe sobre as populações microbianas em solos brasileiros, e provavelmente nenhuma sobre os efeitos microbianos em solos relacionados com o meio ambiente.

Trabalhos analisados para termos de comparação foram utilizados, mas sabemos que um estudo de quantificação da população de microrganismos em parques como áreas de lazer é muito difícil de se encontrar.

Como o trabalho foi realizado em apenas uma estação do ano no outono, então não foram feitas análises sazonais e sim apenas um diagnóstico com dados estatísticos obtidos após todas as análises prontas como biológicas, químicas, físicas e antrópicas.

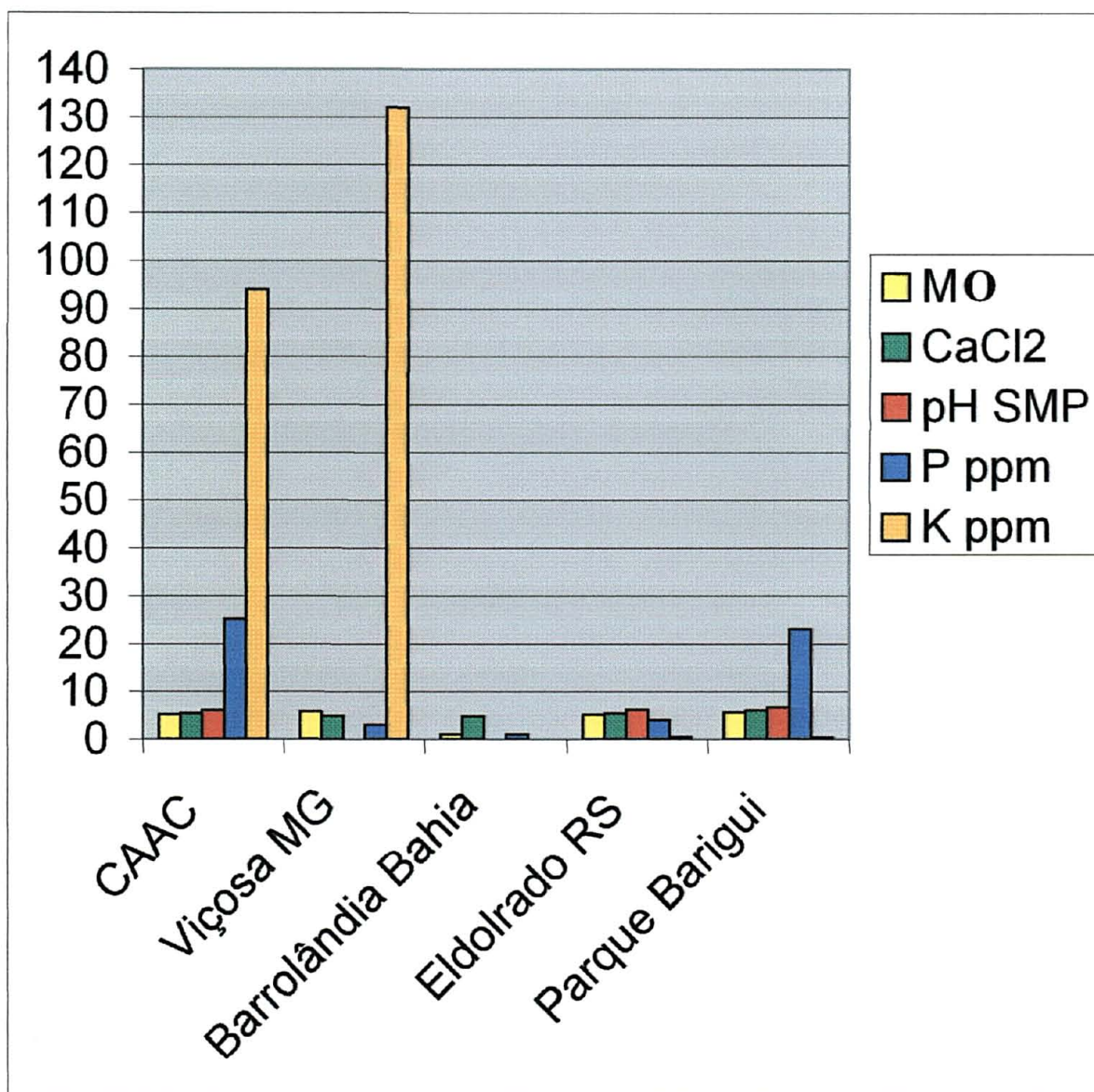
A Tabela 8 mostra uma pequena comparação de trabalhos semelhantes em campos nativos com quantificação dos microrganismos fungos e bactérias em relação às análises químicas do solo, nas quais influenciam muito sobre as populações, conforme o tipo de solo e as condições que esses solos se encontram.

TABELA 8 - COMPARAÇÕES DE TRABALHOS ANALISADOS COM O EXPERIMENTO DO ESTUDO

<b>LOCAL</b>	<b>% Matéria orgânica</b>	<b>pH CaCl<sub>2</sub></b>	<b>pH SMP</b>	<b>P ppm</b>	<b>K ppm</b>
CAAC (campo nativo) RS	5,2	5,4	6,0	25,2	94
Viçosa MG (campo nativo)	5,8	4,9		3,0	132
Barrolândia Bahia (campo nativo)	1,0	4,8		1,0	0,04
Eldorado RS (campo Nativo)	5,2	5,4	6,1	4,0	0,52
Parque Barigui	5,6	6,0	6,60	23,1	0,42

Fonte: Revista Brasileira de Ciência Solo, Campinas, 1998.

GRÁFICO 2 - COMPARAÇÕES DE TRABALHOS ANALISADOS COM O EXPERIMENTO DO ESTUDO



Esses resultados encontrados na Tabela 8 atribuíram-se a alta população de bactérias existentes, sendo que isso fosse possível devido ao efeito rizosférico da cobertura vegetal, que estimula muito pouco a população de fungos, já que foi encontrada em menor proporção (ALEXANDER, 1980).

O efeito rizosférico varia com a espécie vegetal, sendo o das leguminosas, geralmente mais pronunciado por unidade de superfície de raiz. Esse fato deve estar, relacionado a menor relação C/N das excreções das plantas dessa família o que facilita sua utilização pelos microrganismos (CATTELAN & VIDOR, 1990). No

entanto, as gramíneas, apesar das excreções com relação C/N maior, possuem um sistema radicular mais denso e de renovação mais intensa, o que torna seu efeito rizosférico total maior do que o das leguminosas. Esse efeito é maior em culturas perenes do que anuais (CATTELAN & VIDOR, 1990).

Por conseguinte, os microrganismos são provavelmente os principais determinantes da estrutura do solo. As bactérias da rizosfera são particularmente importantes, porque estruturas muito estáveis do solo são formadas sob gramíneas, onde existe uma biomassa rizosférica muito maior do que em solos aráveis. (LYNCH, 1986).

Deve-se considerar ainda o teor de umidade do solo, que no experimento encontrou-se bem úmido favorecendo então ao grande excesso de bactérias presentes nos pontos determinados, o pH que é outro fator importante para esse crescimento bacteriano. Essas variações também afetam a população de fungos, uma vez que tendem a ser mais abundantes em solos ácidos. (ALEXANDER, 1980).

Outro fator que se levou em consideração foi o meio antrópico, que veio apresentando uma contínua expansão e diversificação nas formas de ocupação do seu espaço físico pela ação do homem. Concebendo-se o antropismo como toda e qualquer interferência do homem na natureza, os pontos antrópicos aqui considerados, entretanto, corresponderam apenas àqueles que sofreram alterações recentes na cobertura vegetal, e um aumento na população microbiana, sendo que as bactérias influenciaram mais seu crescimento devido à essas alterações em que o meio antrópico veio causar nesses determinados pontos em estudo.

#### 4.4.1.3 Teste de Múltipla Variedade para Tratamento de Fungos

TABELA 10 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS BACTÉRIAS

Fontes de variação	Soma dos quadrados	GL	QUADRADO MÉDIO	F	Valor P
Entre área	46,0382	4	11,5096	61,87	0,0000
Dentro de área	1,86026	10	0,186026		
Total (Corr.)		14			

#### 4.4.1.4 Teste de Múltipla Variedade para Tratamento de Bactérias

TABELA 12 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS FUNGOS

Fontes de variação	Soma dos quadrados	GL	Quadrado Médio	F	Valor P
Entre área	0,108096	4	0,027024	16,13	0,0002
Dentro de área	0,0167525	10	0,00167525		
Total (Corr.)		14			

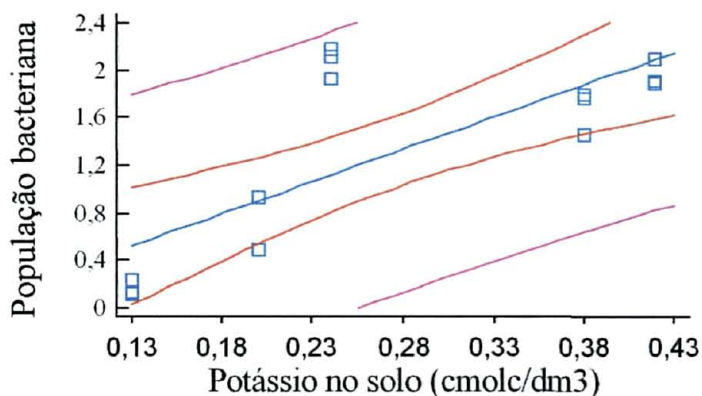
#### 4.4.1.5 Regressão linear e correlação entre as análises químicas do solo com as populações bacterianas

A população bacteriana sofre influencia pela fertilidade do solo e pelo efeito rizosférico, apresentada pelas análises estatísticas representadas pelas figuras a seguir.

#### 4.4.1.6 Correlações entre as análises químicas do solo com as populações bacterianas

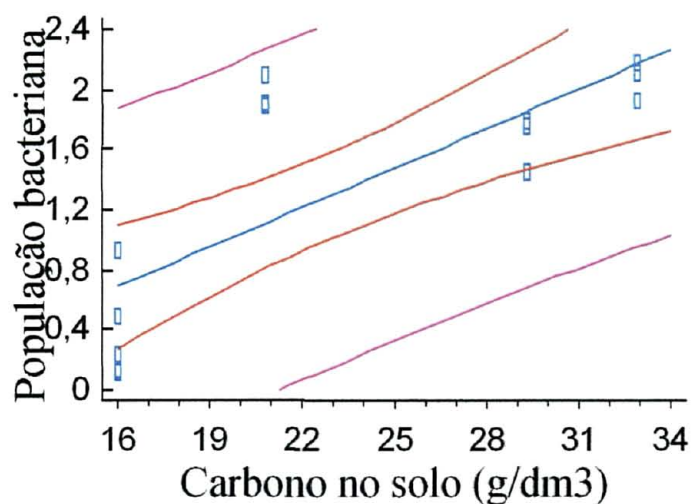
As bactérias foram influenciadas pela fertilidade do solo, encontrando-se correlações lineares significativa. Além do estímulo direto, como nutrientes inorgânicos para os microrganismos, e indireto pela produção de material orgânico e vegetação perene, provável que grande parte da influência desses elementos esteja relacionada com o maior desenvolvimento radicular, pois as bactérias são altamente estimuladas pela rizosfera, também pela quantidade alta de matéria orgânica, excesso de umidade no solo (ROUATT et all, 1960), e pelo meio antrópico decorrente no parque.

FIGURA 11 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE POTÁSSIO E POPULAÇÃO BACTERIANA



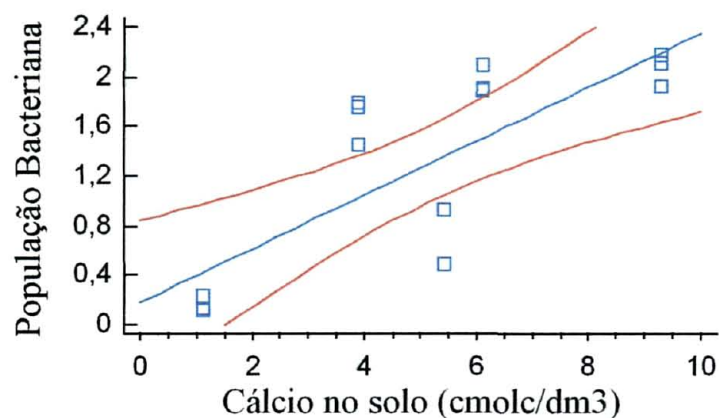
Com relação ao K há uma tendência de aumento na população bacteriana na medida em que aumenta o K no solo ( $y = 0,175382 + 5,38998 * x$ ), e a correlação foi significativa entre K e a população bacteriana ( $p = 0,001$  e  $r = 0,75$ ).

FIGURA 12 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CARBONO ORGÂNICO POPULAÇÃO BACTERIANA



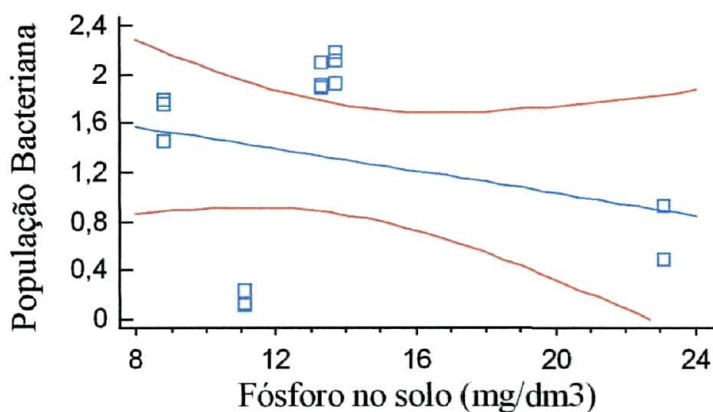
Com relação ao C há uma tendência de aumento na população bacteriana na medida em que aumenta o C no solo ( $y = 0,715215 + 0,0876821 * x$ ), e correlação significativa entre C no solo e população bacteriana ( $p = 0,0005$ ) e  $r = 0,78$ ).

FIGURA 13 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CÁLCIO E POPULAÇÃO BACTERIANA



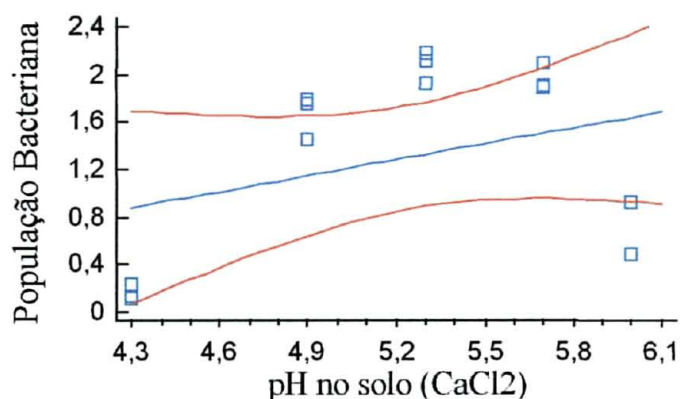
Com relação ao Ca há uma tendência de aumento na população bacteriana na medida em que aumenta o Ca no solo ( $y = 0,184724 + 0,216424 * x$ ), e correlação significativa entre Ca e população bacteriana ( $p = 0,001$  e  $r = 0,75$ ).

FIGURA 14 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE FÓSFORO E POPULAÇÃO BACTERIANA



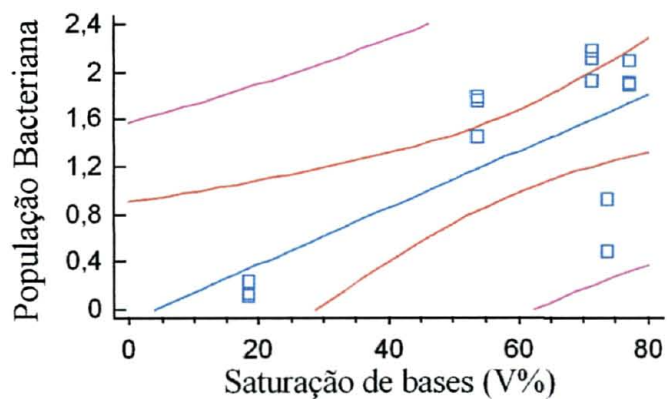
Com relação ao P não houve tendência de aumento na população bacteriana onde ( $y = 1,92905 - 0,0448272 * x$ ), sendo valores negativos e não houve correlação significativa para esse elemento no solo.

FIGURA 15 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE PH E POPULAÇÃO BACTERIANA



Com relação ao pH não houve tendência de aumento na população bacteriana ocorreu valores negativos ( $y = -1,0251 + 0,0444002 * x$ ) e não houve correlação significativa.

FIGURA 16 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE V% E POPULAÇÃO BACTERIANA

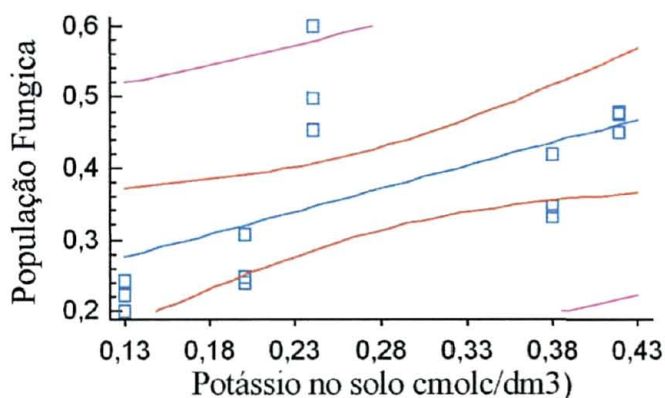


Com relação ao V% ( $y = 0,0899563 + 0,0236172 * x$ ), e houve uma correlação significativa com V% e a população bacteriana ( $p = 0,005$  e  $r = 0,67$ ).

4.4.1.6 Regressão Linear e correlação entre as análises químicas do solo com a população fungica.

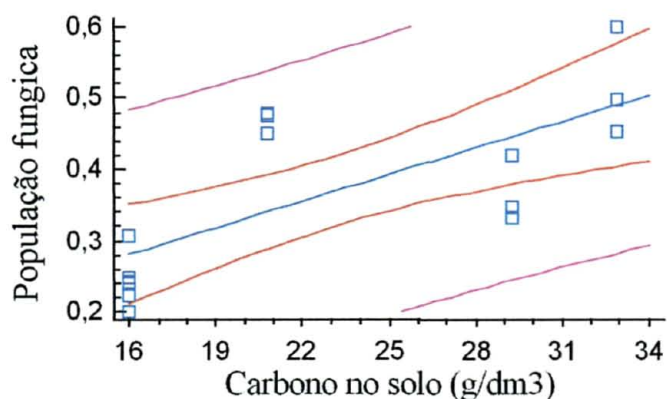
A população fungica sofre influencia pela fertilidade do solo e pela umidade do solo, apresentada pelas análises estatísticas apresentadas pelas figuras a seguir.

FIGURA 17 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE POTÁSSIO E POPULAÇÃO FUNGICA



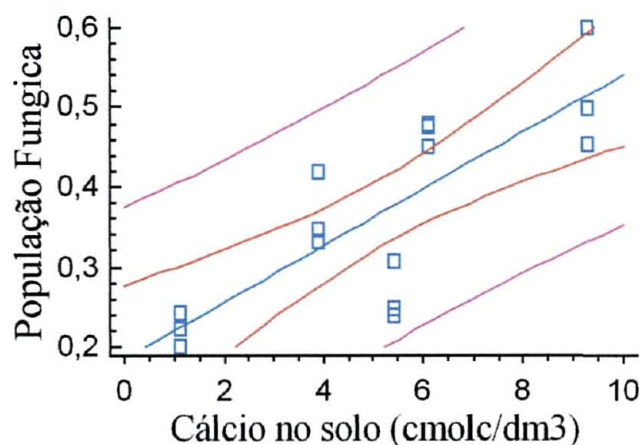
Com relação ao K há uma tendência de aumento na população fungica na medida em que aumenta o K no solo ( $y = 0,193641 + 0,636226 * x$ ), e correlação significativa entre o K e a população fungica ( $p = 0,02$  e  $r = 0,58$ ).

FIGURA 18 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CARBONO ORGÂNICO E POPULAÇÃO FUNGICA



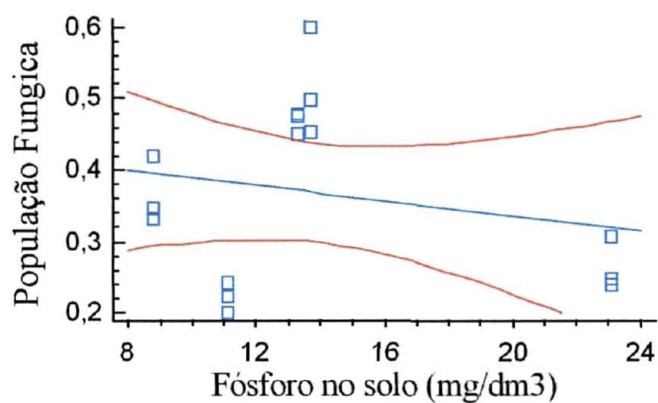
Com relação ao C há uma tendência de aumento na população fungica na medida em que aumenta o C no solo ( $y = 0,0824339 + 0,0124145 * x$ ), e correlação significativa entre o C e a população fungica ( $p = 0,002$  e  $r = 0,72$ ).

FIGURA 19 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CÁLCIO E POPULAÇÃO FUNGICA



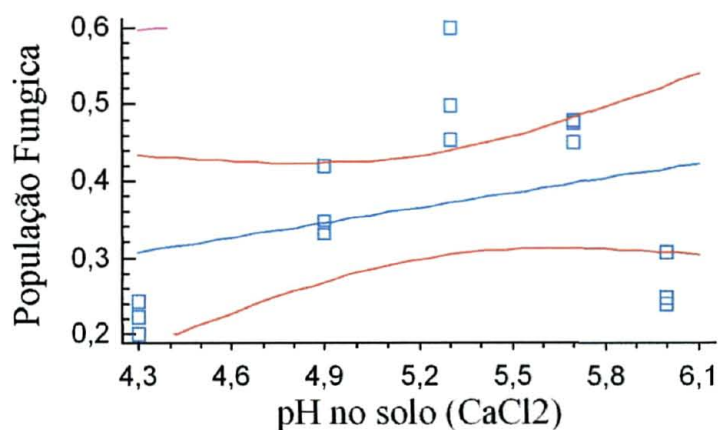
Com relação ao Ca há uma tendência de aumento na população fungica em que aumenta o Ca no solo ( $y = 0,184978 + 0,0354629 \cdot x$ ), e correlação significativa entre Ca no solo e população fungica ( $p = 0,0013$  e  $r = 0,80$ )

FIGURA 20 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE A POPULAÇÃO FUNGICA E FÓSFORO



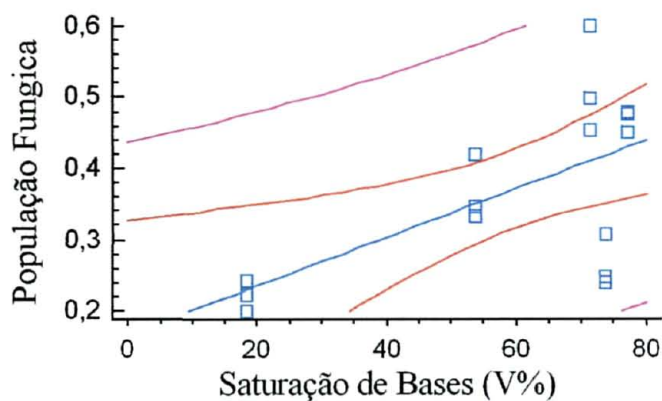
Não houve regressão e nem correlação significativa.

FIGURA 21 - REGRESSÃO LINEAR ENTRE PH E POPULAÇÃO FUNGICA



Entre a população fungica e o pH não houve correlação significativa, nem regressão linear.

FIGURA 22 - REGRESSÃO LINEAR ENTRE V% E POPULAÇÃO FUNGICA



Com relação ao V% houve regressão ( $y = 0,167474 + 0,00340302 \cdot x$ ) e correlação significativa ( $p = 0,01$   $r = 0,62$ ).

## 4.4.1.7 Médias e Desvios Padrões das Populações Microbianas Fungos e Bactérias

GRÁFICO 3 – MÉDIAS E DESVIOS PADRÕES DA POPULAÇÃO DE FUNGOS EM DIFERENTES PONTOS DO PARQUE BARIGUI

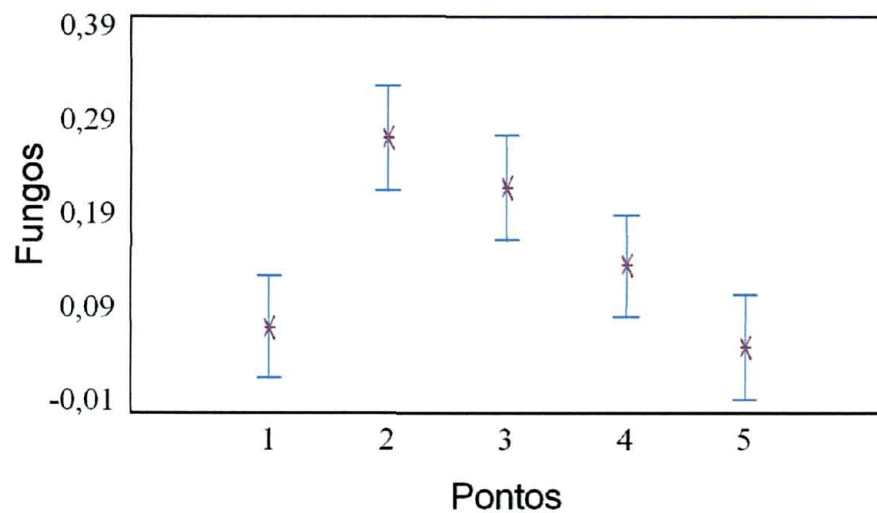
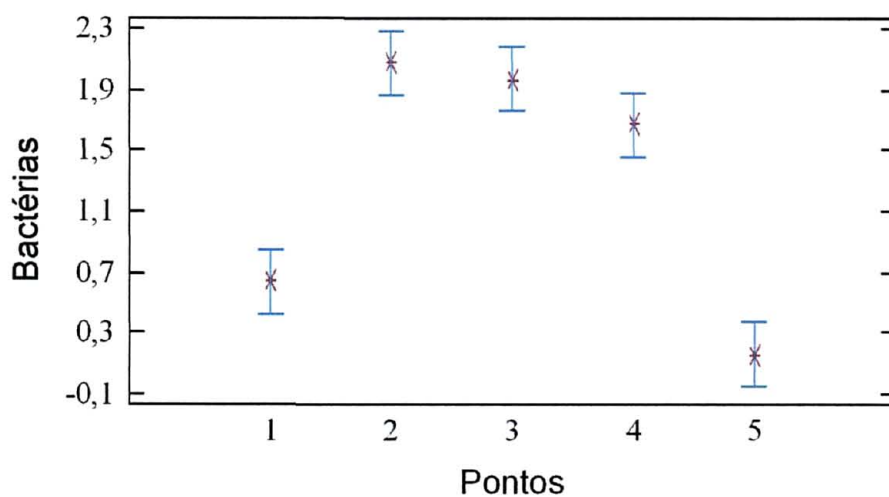


GRÁFICO 4 – MÉDIAS E DESVIOS PADRÕES DA POPULAÇÃO DE BACTÉRIAS EM DIFERENTES PONTOS DO PARQUE BARIGUI



## 5 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos no mês de maio de 2002 e observados a partir da análise do escopo deste trabalho conclui-se que:

Existe um desequilíbrio em relação à presença da população microbiana em relação a fungos e bactérias. Havendo uma maior quantidade de bactérias em proporção a fungos, isso é devido à matéria orgânica e a fertilidade do solo, com os resultados encontrados para o mês de maio de 2002, na estação do ano do outono.

Os resultados demonstram que o desequilíbrio da população microbiana tem correlação com a ação antrópica.

A umidade é um fator abiótico que alterou significativamente a comunidade das bactérias, sendo que a umidade em excesso é nociva para o desenvolvimento dos fungos.

Por ser uma vegetação perene, também influenciou no aumento da população microbiana devido ao efeito rizosférico.

A união de fatores sociais com ambientais completou as informações do trabalho, demonstrando que essa fusão é fundamental para a metodologia do GAA.

Através da avaliação realizada no Parque Barigui, a metodologia do GAA, identificou fatores adicionais ao gerenciamento tradicional de impactos que são fundamentais para o gerenciamento ambiental, principalmente de solo, fatores relativos à vegetação e também à população do parque.

## 6 TRABALHOS FUTUROS

É necessário considerar que, desde o início deste trabalho, percebemos que seria interessante realizar análises sazonais, fazer coletas de solos em maior números de pontos do parque, trabalhar com análises do ciclo do Carbono e do Nitrogênio e realizar coletas de solos em várias profundidades no solo, para melhor comparar o desenvolvimento dos microrganismos.

## 7 SUGESTÕES

O Parque Barigui com seus 1.400.000 metros quadrados hoje é um dos parques mais freqüentados e visitados da cidade de Curitiba. É um veículo de milhares de pessoas que passam por toda a extensão do parque. Gente passeando, fazendo caminhadas, lazer, trilhas, piqueniques, e várias outras atividades.

O Parque Barigui tem uma beleza exuberante, com sua flora e fauna muito intensa, possui uma fauna com várias espécies, sendo que muitas delas foram trazidas até ao parque. Mas esses animais acabam trazendo prejuízos para a saúde humana, muitas pessoas vão até ao parque para visitas aos animais, e acabam de uma forma contraindo doenças causadas por esses animais habitantes do parque.

O Rio Barigui é outra forma de contaminação para a fauna e flora, centenas de esgotos clandestinos são lançados ao rio por dia, são de casas e de indústrias da cidade de Curitiba.

Então, como sugestão, para continuidade do trabalho pesquisado, toda essa fauna que foi colocada no parque deveria ser retirada e colocada em lugares mais adequados para sua melhor sobrevivência e para se evitar contágio com os animais que causam várias doenças infecciosas na população freqüentadora do parque.

E se realmente, essa fauna permanecer no parque, então que ele seja um lugar para animais exóticos e outras espécies que queiram ser trazidos ao parque, como um zoológico.

A permanência dos animais no parque é problema para a população, e que o departamento de parques e praças da Cidade de Curitiba tenha o conhecimento dos problemas e perigos causados pela fauna e que acaba também prejudicando a flora existente e que medidas cabíveis sejam tomadas para controlar essa situação.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, M. **Introducción a la Microbiología del suelo**. México. D.F., Libros Y Editoriales. 491 p, 1980.

ANAN'YEVA, N.D. & NIKITIN, D.I. **Sizes of bacterial cells in some soils**. Soviet Soil Science, Silver Sprig, 11:157 – 60, 1979.

ANDERSON, J. P. E & DOMSCH, K.H. **Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils**. **Soil Science**, Baltimore, 130:211 – 16. 1980.

ANDERSON, J.P.E. Soil respiration. In: PAGE, A . L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. eds. **Method of soil analysis**. 2. Ed. Part 2. Madison: American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 1982. P.831-871.

ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. **A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils**. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v. 10, p. 215-221, 1978.

ANDERSON, T, H. & DOMSCH, K. H. **The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (qCO<sub>2</sub>) as a activity parameter to asses the effects of enviromental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils**. Soil Biol. Biochem., Oxford, 3:393-95. 1993.

ANDRADE, D.S.; MIYAZAWA, M. & HAMAKAWA, P. J In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. ed. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.p. 227-236. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 46).

ARAÚJO, R.S. & HUNGRIA, M. **Microrganismos de importância agrícola**. EMBRAPA-CNPAF, Brasília, 236p, 1994.

ATLAS, R.M. & BARTHA, R. **Microbial Ecology: fundamentals and applications**. Philippines, Addison-Wesley, 560 p, 1981.

BAZIN, M.J.; MARKHAM, P.; SCOTTI, E.M.; LYNCH, J.M. **Population dynamics and rhizosphere interactions**. In: LYNCH, J.M., ed., The Rhizosphere. Chichester: John Wiley, 1990. P.99-126. (Wiley series in ecological and applied microbiology).

BRANDÃO, E. M. **Os componentes da comunidade microbiana do solo**. In: Microbiologia do Solo. CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M. & NEVES, M.C.P. eds. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1-15, 1992.

Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ministério da Agricultura, **Serviço nacional de Levantamento e Conservação de Solo**, 1979.

CAMPBELL, R.; GREAVES, M.P. **Anatomy and community structure of the rizosphere**. In: LYNCH, J.M., ed The Rhizosphere. Chichester: John Wiley, 1990. P. 11-34. (Wiley series in ecological and applied microbiology).

CARDOSO, E.J.B.N. **Ecologia microbiana do solo**. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P., ed. Microbiologia do solo. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. P.33-39.

CARDOSO, E.J.B.N. **Relações ecológicas entre microrganismos**. In: GALLI, F., ed. Manual de fitopatologia. 2. Ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1978. V.1. p.26-51.

CARDOSO, E.J.B.N.; FREITAS, S.S. **A rizosfera**. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P., ed. Microbiologia do solo. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1992. P.41-58.

CATTELAN, A. J. & VIDOR, C. **Sistemas de culturas e a população microbiana do solo**. Rev. Bras. Ci. Solo. Campinas, 14:125-32, 1990.

CATTELAN, J. A. & VIDOR, C. **Flutuações na Biomassa, Atividade e População Microbiana do Solo, em função de variações ambientais**. Revista Brasileira do Solo, Campinas, v 14, p. 133-142, 1990.

CATTELAN, J. A. & VIDOR, C. **Sistemas de Culturas e a População Microniana do Solo**. Revista Brasileira do Solo, Campinas, v 14, p 125-132, 1990.

CATTELAN, A.J. **Sistemas de culturas e os microrganismos do solo**. Porto Alegre: Universidade Federal do RS, 1989.p. 152.

DAS, P. K. NATH, S.; BANERJEE, S.K. **Distributions of microrganisms in soils under different forest cover at different altituds**. Indian Agriculturist. Calcutta, 35:217-23. 1991.

DOMSCH, K.H.; JAGNOW, O. ANDERSON, T.H. . In: **Ecological comcept for the assessment of side – effects of agrochemicals on soil microorganisms**. Residue Reviews, New York, v. 86 p. 65 – 105, 1983.

DIONÍSIO, J.A. ; CARVALHO, Y.; TAKAMATSU, A. A. ; HOLTZ, G.P.; SILVEIRA, V.; SANTOS, A. **Ocorrência de microrganismos em áreas de plantio direto**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 3, REUNIÃO DE LABORATÓRIOS PARA RECOMENDAÇÃO DE ESTIRPES DE *RHIZOBIUM E BRADYRHIZOBIUM*, 6, Londrina, 1994. Resumos... Londrina: IAPAR, 1994, .p. 124.

DROZDOWICZ, A. G. **Microbiologia Ambiental**. In: ROITMAN, I.; TRAVASSOS, I.R.; AZEVEDO, J.L., ed. Tratado de microbiologia. Rio de Janeiro: editora Manole, 1991 a v.2. p.1-102.

DROZDOWICZ, A. **Microbial ecology of the deep terrestrial subsurface**. Ciência e Cultura, São Paulo, v.43, p.242-251, 1991b.

EDITH, M.A. & MARQUES, A.F.S.M. **Avaliação das alterações microbiológicas em latossolo vermelho-amarelo álico sob monocultura de *Eucalyptus sp* em comparação com Angico (*Piptadenia sp*)**. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, 19 s/n:331-7, 1984.

EMBRAPA.. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Empresa

GAMA-RODRIGUES, E.F.Da. **Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes**. In: SANTOS, G.A . & CAMARGO, F.A .O . (eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas Tropicais e Subtropicais. Porto Alegre, Gesesis, 1999.

GARRETI, S.D. **Soil fungi and soil fertillity**. London: Pergamon Press, Inc. 1981. 150p.

GRAY, T.R.G. & WILLIAMS, S.T. **Soil Micro-organisms**. 2ª ed. London, Longman. 240p. 1975.

GRISSI, B.M. **Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos**. Ciência e Cultura, São paulo, v.30, 1978.

HONJO, S. **Parques urbanos – Utopias realizáveis. Estudo de caso cidade de Pinhas – Instituto Internacional de Gestão Técnica do Meio Urbano – Université de Technologie de Compiégno – France, PUC/PR. Curitiba, 1997.**

HUNGRIA, M.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de S.; GRISI, B.; ARAÚJO, R. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental.** EMBRAPA, Brasília, 142p, 1994.

IPPUC, - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Zoneamento Urbano de Curitiba.** Curitiba, 1982

JENKINSON, D.S. **The effects of biocidal treatments on metabolism in soil – IV.** The decomposition of fumigated organisms in soil. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford. 8:203-8, 1976.

JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. **Microbial biomass in soil: measurement and turnover.** In: PAUL, E. A .; LADD, J.N. eds. *Soil Biochemistry*, New York, Marcel Dekker, 1981, 1976.

LAMBAIS, M. **População Orgânica e seu Controle.** In: *Microbiologia do Solo.* CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M. & NEVES, M.C.P. eds. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1-15, 1992.

LANGENBACH, T. **Biodegradação de xenobiontes: potencialidades e limites.** In: ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M., ed. *Microrganismos de importância agrícola.* Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. P.217-236. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 44).

LYNCH, J. M. **Biotecnologia do Solo.** Editora Manole, 1986.

LYNCH, J.M. **Introduction: some consequences of microbial rhizosphere competence for plant and soil.** In: LYNCH, J.M., ed. *The Rhizosphere.* Chichester: John Wiley, 1990. P.1-10. (Wiley series in ecological and applied microbiology).

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** Curitiba: Papelaria Mas Roesner Ltda, 1968, p. 178-179.

MARTIN, J. P. **Use of acid, rose bengal and streptomycin in the planet method for estimating soil fungi.** Soil Science, 1950. Nº 69 p.215-232.

NUERNBERG, N.J.; VIDOR, C.; STAMMEL, J.C. **Efeito de sucessões de culturas e tipos de adubação na densidade populacional e atividade microbiana do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campina, v.8, p. 197-203, 1984.

PARKINSON, D., GRAY, T.R.G., WILLIAMS, S.T. 1971. **Methods for studying the ecology of soil microorganisms.** In: DIONÍSIO J. A .Tese de Doutorado, 1985. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 1971, 116p.

PARR, J.F.; GARDNER, W.R.; ELLIOT, L.F. **Water potential relations in soil microbiology.** Madison: Soil Science Society of America, 1981. p. 151 (SSSA, 9).

PAVAN , M.A et al. **Manual de Análise Química de Solo e Controle de Qualidade.** Londrina: IAPAR – circular nº 76, 1992, p.40.

PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN E.C.S. **Microbiologia.** São paulo, McGraw-Hill. V.1, 566p. 1980.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 11-12, 1996.

ROVIRA, A .D. **Microbiology of pasture soils and some effects of microorganisms on pasture.** In: WILSON, J.R., ed. Plant relations in pastures. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1978. P. 95-100.

SCHEUNERT, I. **Transformation and degradation of pesticides in soils- role of soil microorganisms.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4., RUNIÃO DE LABORATÓRIO PARA RECOMENDAÇÃO DE ESTIRPES

DE *RHIZOBIUM E BRADYRHIZOBIUM*, 6, Londrina, 1994. Resumos. Londrina: IAPAR, 1994. P. 13.

SCHINNER, F. **Methods in soil biology**. New York: Springer-Verlag, 1996.

SEWELL, G.H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: EPU/CETESB, 1978, 295p.

SILVA FILHO, G.N. **Flutuação populacional de microrganismos em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994. 153p. Tese mestrado.

SIQUEIRA, J. O .; MOREIRA, F. M. de S.; GRISI, B.; HUNGRIA, M. **ARAÚJO, R. Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. EMBRAPA, Brasília, 142p, 1994.

SIQUEIRA, J. S. & FRANCO, A.. **A Biotecnologia do solo: Fundamentos e perspectivas**. Brasília, MEC, ABEAS, ESAL, FAEPE. 1988, 235p.

SMMA - SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DA PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA, 2001.

STOTZKI, G. **Soil as na Environment for Microbial Life**. In: ELSAS, J.D. van; TREVORS, J.T.; WELLINGTON, E.M.H. *Modern soil microbiology*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1997. P. 1-19.

THOMAS, G.W.; PEASLEE, D.E. **Testing soil for phosphorus**. In: WALSH, L. M. e BEATON, J. D., *Soil Testing and Plant Analysis*, American Society Agronomy, Madison, Wiscosin, march, 1973,p, 115-132.

THORN G. **The fungi in soil.** In. ELSAS, J. D. van; TREVORS, J. T.; WELLINGTON, E. M. H. *Modern soil microbiology.* New York: Marcel Dekker, 1997. P. 63-127.

TOMÉ JR, J. B. **Manual para Interpretação de Análises de Solo.** Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1997, 247p.

TORTATTO, T. D. Dissertação de Mestrado. **Gerenciamento Ambiental Avançado.** Curitiba, 2000.

UNIVERSIDADE LIVRE DO MEIO AMBIENTE: In: Avaliação da fragilidade Ambiental da área prevista para o parque Barigui Norte, 1994.

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.

WELLINGTON, E.M.H.; TOTH, I.K. **Actinomycetes.** In: WEAVER, R.W.; ANGLE, J.S.; BOTTOMLEY, P.S., ed. *Methods of soil analysis.* 3.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1994. P. 269-290.

WILLIAMS, S.T.; WELLINGTON, E.M.H. **Actinomycetes.** In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R., ed. *Methods of soil analysis.* 2.ed. Madison: ASA/SSSA, 1982. P.964-978. (Agronomy, n.9).

YANG, J. C., INSAN, H. *J.Trop. Ecol.*, 7:383, 1991.