

JOSÉ BERTO NETO

**MEDIDAS DA EMISSÃO DE GASES EM OITO ATERROS  
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO ESTADO DE SÃO  
PAULO - BRASIL**

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Professor Associado Valdir Schalch

São Carlos – SP

Dezembro/2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

B545m           Berto Neto, José  
                  Medidas da emissão de gases em oito aterros de  
resíduos sólidos urbanos do Estado de São Paulo - Brasil  
José Berto Neto ; orientador Valdir Schalch. -- São  
Carlos, 2009.

Tese (Doutorado-Programa de Pós-Graduação e Área de  
Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental, 2009).

1. Resíduos sólidos urbanos. 2. Aterros de resíduos.  
3. Fluxo de metano. 4. Fluxo de dióxido de carbono.  
5. Emissões fugitivas. 6. Efeito estufa. I. Título.


**FOLHA DE JULGAMENTO**

Candidato(a): Bacharel e Licenciado **JOSÉ BERTO NETO.**

Tese defendida e julgada em 18.12.2009 perante a Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Associado **VALDIR SCHALCH (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **NIVALDO APARECIDO CORRÊA**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

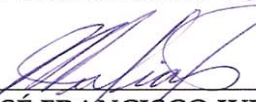
Aprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE**  
(Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"/UNESP/Campus de Guaratinguetá)

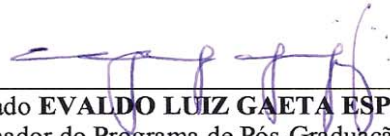
Aprovado


  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **MARCUS CESAR AVEZUM ALVES DE CASTRO**  
(Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"/UNESP/Campus de Rio Claro)

Aprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **JOSÉ FRANCISCO JULIÃO**  
(Universidade Federal do Ceará/UFC)

Aprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Associado **EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em  
Ciências da Engenharia Ambiental

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**  
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

DEDICO ESTE TRABALHO A (OS):

- **TERESA CRISTINA**, minha esposa e amiga, significado de força e obstinação, dinamismo, inteligência e discernimento. Dedicção e apoio integral, especialmente, em se tratando de perseguir a edificação da *nossa* família. Isto me permitiu o enfrentamento desta jornada.
- **JULIANA, CAMILA, RAQUEL e HUGO**, por 'ordem de entrada', presentes de Deus para florescer o meu caminho nesta vida, de há muito, sempre muito difícil, mas, adornado pelas Suas presenças.
- Meus Pais, **MUNDINHA e PEDRO** (*in memoriam*), pela vida, pelo amor; exemplos de luta, dedicação, trabalho e de simplicidade; incentivadores primeiros da minha caminhada na busca do conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

À DEUS, pela vida e por tudo que me tem prodigalizado.

Ao Professor Doutor Valdir Schalch, pela orientação, pela amizade e respeito, pela simplicidade e dedicação demonstradas, pelo exemplo do Grande Homem/Mestre que é. Uma amizade para sempre.

Ao Professor Doutor Bohdan Matvienko Sikar, pela idéia (em momento difícil) e co-orientação deste trabalho, pela capacidade e desapego demonstrados, experiência e segurança no 'fazer-científico'.

Aos diletos Professores Doutores do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental (PPG-SEA/CHREA/USP): Antonio Carlos Pião, Evaldo Gaeta, Victor Ranieri e, especialmente, ao Professor Doutor Harry Edmar Schulz, amigo e incentivador, conselheiro exemplar, exemplo de simplicidade a despeito da competência e larga experiência.

Ao professor Doutor Marcelo Pereira de Souza, coordenador do PPG-SEA.

À Física Elizabeth Sikar – Construmaq São Carlos – sinônimo de colaboração e ajuda a qualquer hora.

Ao Professor Doutor José Francisco Julião, 'um dos meus permanentes mestres', desde a graduação na UFC, amigo, incentivador e conselheiro de todas as horas.

À Professora Doutora Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral, coordenadora do PQI 106/03-1 no convênio CEFETCE/EESC-USP, pelo desprendimento e boa vontade na condução do programa, sempre disponível às nossas demandas.

Aos Professores Doutores Nivaldo Aparecido Corrêa (SHS-EESC/USP) e Frederico Fábio Mauad (SHS/PPG-SEA), pela ajuda imensurável com alojamento/sala de estudos no Broa, sensibilidade e compreensão, pelo que serei grato eternamente.

À Senhora Maria Angela Tallarico Adorno (Dona Janja) pelo apoio e disponibilidade no Laboratório de Processos Biológicos (LPB) /SHS-EESC/USP.

À Professora Doutora Maria Bernadete Amâncio Varesche Silva, pela cordialidade e disponibilização do LPB/SHS-EESC/USP, para os experimentos cromatográficos.

Aos meus irmão(a)s/cunhado(a)s/sobrinho(a)s: Francisco de Sales e Conceição/ Carolina, Suyanne e Felipe; Silvana; Inácia - Estes em Fortaleza. Luziana e Zé/Pedro Venício e Vitória – Boa-vistenses/macuxis. Em especial, àquele(a)s residentes nas ‘terras bandeirantes’ pelo apoio e disponibilidade de ajuda e aconchego: Marcelo e Edineide/Enio Felipe e Ellen Talita; Maria e Paulo/Janaina(c/seus Tesouros) e Jéferson(O Nêgo); Antonio Berto(Tata), ajuda imensurável na reta final desta caminhada, com os filhos Rafael e Juliana; Ana Maria e Zé/Aline e Neide; Denise e Luís Guilherme/Bárbara e Pedro Guilherme.

À Doutora Leny Borghesan, do Laboratório de Resíduos Químicos (EESC/USP), incentivadora do ‘primeiro projeto’ desta jornada, bem como aos seus ‘comandados’.

Às colegas pós-graduandas do LPB/SHS Daniele Vital Vich e Julia Sumiko Hirasawa, pela amizade e imensa ajuda nos primeiros cromatogramas e domínio do cromatógrafo, disponibilidade e solidariedade.

Às funcionárias do SHS/EESC-USP: Márcia Campos, Ma. Cecília Marques, Valderes A. Picon Terroni, Flávia Gialorenço Canova, Fernanda Ma. Struzziatto, e, em especial, à Senhora Rosemeire Aparecida de Jesus (A Rose), todas exemplares nas suas funções e no atendimento aos alunos, por não “se furtarem em ir além das suas responsabilidades” quando ajudam.

Aos Funcionários do CRHEA/EESC-USP: Aquiles Filho, José Rogério Faria, Amandio Nogueira, América Jacinta (D. América, gente muito especial), Carlos Eduardo Matheus, Claudete Poianas, José Roberto Maramarque (O Betão), Joselma Ma. Ferreira (D. Jô/Limpeza), Mara Lúcia Cotrim (D. Mara/Biblioteca), Marcelo Nogueira, Maria de Lourdes (Limpeza), Nelson Emanuel Tessarin, Osni Rizato, Paulo de Luccas, Soemi Cezarinno (D. Soemi/Limpeza), Leondre (Grande Leôncio); Daniel Amaro, Sonia Bueno, e, especialmente a: Aparecido Calderoni Iniesta (O Cido/Restaurante), Edna Regina Viziolli Mantanari (Restaurante), Waldomiro Antonio Filho (O MIRO – grande ajuda técnica e amizade, companheiro das viagens), e mais especial ainda, ao senhor Maurício Viziolli (‘SEU MAURÍCIO’,

talvez ‘o-maior-cientista-das-bandas-do-Broa’), bem como à Senhora Sua esposa Iracema Crivelari Viziolli. TODA (O)S pessoas dignas da minha mais profunda admiração e respeito.

À (o)s funcionária (o)s da Biblioteca da EESC pela disponibilidade e pronto atendimento dispensados quando buscados. São orientações seguras e de boa vontade à hora requerida.

Aos colegas “do lixo”, sob o comando do Professor Valdir: Luciana Massukado, Érica Pugliesi, Tássio Lofti, Eduardo Cabral, Fábio Fresca, José da Costa Marques Neto, Ronam Cleber Contrera, Tânia Leme de Almeida, Anne Alessandra Cardoso, Jaqueline Bória, Patrícia C. Silva e, especialmente, à colega Adriana Antunes Lopes, amiga e colaboradora nesta jornada, disponibilidade a toda prova.

À CAPES, pela bolsa e suporte financeiro, via Programa de Qualificação Institucional – PQI 106/03-1 – CEFETCE/EESC-USP.

Aos professores do CEFETCE, colegas do PQI 106/03-1: Adeildo Cabral, Cláudio Turene, Eduardo Cabral, Mariano de Franca e Tássio Lofti; pelo muito que me ajudaram e apoiaram, pelo convívio e companheirismo em São Carlos-SP, na luta desta jornada e curtição ‘das saudades alencarinas’.

Aos Professores do CEFETCE: Luisa Pontello e Antonio Uchoa – em nome de toda (o)s os demais colegas -, Luis Orlando Rodrigues – em nome de toda (o)s da GRH, em especial, Antonia Irlenilda Araújo e Ivanilza Silva – e, ao Professor Gilmar Lopes – em nome da Direção Geral.

Aos colegas de turma da EESC/CRHEA-PPG/SEA: James Lacerda e Gisele Queiroz, Alexandre Rossi, Tiago Milani, Fernanda Massaro, Beatriz Pavan, Eduardo Pinheiro (Gaúcho), Juliano Gonçalves, Clara Lemos, Luiz Carlos Correia, Denise Gallo Pizella, Denise Tieme Okumura, Renata Pinassi, Daniela Arantes, Taisa Moretti, Patrícia Vitalli, Ádria Caloto, Cristiane Guedes, Caroline Alves Galharte, Cristina Zorato, Andréa Noveli, Ma. de Lourdes Pizarro, Patrícia Carla Giloni e Stênio Venâncio.

Aos colegas do Núcleo de Hidrometria/Broa, sob o comando do Professor Fred Mauad, pela sadia convivência; muita ajuda e por tão bem me receberem, sem diferenciações, mesmo ‘eu sendo do lixo’: Felipe Teixeira, Diego Dozzi, César

Dalmo, Vitor Pioltine, Ivo Gilberto, Márcia Eller, Renato Billia, André Aukar Camargo, Marcus Vinícius Estigoni, Eduardo Albuquerque, Gustavo Scarpinella, ao Wellington Fernando (grande MAMUTE), e, especialmente ao James Lacerda e a Liliane Lazzari.

Aos companheiros das 'noites e dias do Broa', que fizeram e fazem a *nossa tranquilidade* com seu serviço de Vigilância: Ailton de Souza, Clodoaldo Pereira, Davidson Teixeira, Dirceu Garbuglio, Edieckson Pereira, Eduardo de Oliveira, Elisvaldo dos Santos (BUENO), Jeremias Gonzaga, Juvencino M. Viana, Márcio Meneggin, Nilson Reis, Ralf Arab, Ronaldo Pinto, Samuel Guerreiro, Sérgio de Paula, Valdecir dos Santos e Valmir de Faria, funcionários da Evik Segurança e Vigilância Ltda, TODOS amigos e solidários nos momentos precisos.

À Prefeitura Municipal e ao Departamento Autônomo de Águas e Esgotos de Araraquara, nas pessoas do Professor Doutor Wellington Cyro Leite (Diretor/DAAE) e Agamemnon Brunetti Junior, da Gerência de Operação do Sistema de Resíduos Sólidos (GORES), pela disponibilidade e apóio.

À Prefeitura Municipal de Brotas, Departamento de Meio Ambiente, nas pessoas dos Senhores Marcos Antonio Scarabel e Ângelo Roberto Lazari, pela disponibilidade e ajuda.

À Administração do Aterro Bandeirantes, na pessoa do Senhor Marcus Silva Araújo, Coordenador de Destinação Final da Loga Engenharia, pela atenção e disponibilidade em fornecer as informações sobre o aterro.

À Prefeitura Municipal de Campinas, nas pessoas do Senhor João Roberto Balduino, DLU/Secretaria de Infra-Estrutura, dos Engenheiros Diná e Fábio Cardoso; do Tecnólogo José Henrique Pilla e da Senhora Tânia Ma. Pires, muito grato pela disponibilidade e ajudas.

À Prefeitura Municipal de Jaú, Secretaria de Serviços Municipais, na pessoa do Senhor Atílio Durval Gasparotto, pela colaboração.

À Prefeitura Municipal de Ribeirão Bonito, via Secretaria de Governo, na pessoa do Senhor Mariano Monteiro do Amaral pela disponibilidade e colaboração.



À Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, nas pessoas do Senhor Fortunato Spinelli, Marilene Falsarella e Carlos Ferreira (DAERP/PMRP), pela disponibilidade e ajuda.

À Prefeitura Municipal de São Carlos, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciências e Tecnologia, nas pessoas do senhor Paulo Shiroma e Douglas Minamisako, em especialmente, ao Senhor Miguel Venditi do Aterro Sanitário de São Carlos (Vega Engenharia Ambiental).

Ao povo brasileiro, via CEFETCE, que ‘me financia e permite’ aperfeiçoar a minha formação, feita sempre em escolas públicas.

Aos membros das bancas examinadoras – qualificação e defesa final – pelos debates e sugestões que enriqueceram o meu trabalho.

Aos meus diletos e queridos alunos, *pretéritos e futuros* – Colégios Públicos e Privados de Fortaleza; Escola Agrotécnica de Roraima/Universidade Federal de Roraima - UFRR e do CEFETCE. Aos primeiros, pelo rico aprendizado e convivência sadia, aos futuros, pela oportunidade e a certeza de que continuaremos aprendendo.

A toda (o)s que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução desse trabalho.

[...]

MEU BARRACÃO NO MORRO DO SALGUEIRO  
 TINHA O CANTAR ALEGRE DE UM VIVEIRO  
 FOSTE A SONORIDADE QUE ACABOU

E HOJE, QUANDO DO SOL, A CLARIDADE  
 FORRA O MEU BARRACÃO, SINTO SAUDADE  
 DA MULHER POMBA-ROLA QUE VOOU

NOSSAS ROUPAS COMUNS DEPENDURADAS  
 NA CORDA, QUAL BANDEIRAS AGITADAS  
 PARECIAM ESTRANHO FESTIVAL!

FESTA DOS NOSSOS TRAPÓS COLORIDOS  
 A MOSTRAR QUE NOS MORROS MAL VESTIDOS  
 É SEMPRE FERIADO NACIONAL

A PORTA DO BARRACO ERA SEM TRINCO  
 MAS A LUA, FURANDO O NOSSO ZINCO  
 SALPICAVA DE ESTRELAS NOSSO CHÃO!

TU PISAVAS OS ASTROS, DISTRAÍDA,  
 SEM SABER QUE A VENTURA DESTA VIDA  
 É A CABROCHA, O LUAR E O VIOLÃO.

*SÍLVIO CALDAS e ORESTES BARBOSA*

[...]

PRA VOCÊ PROCUREI  
 O LUGAR MAIS BONITO...

PRA VOCÊ EU SONHEI  
 O MEU SONHO DE PAZ...

*SE VOCÊ NÃO VOLTAR  
 O QUE EU FAÇO DA VIDA?  
 NÃO SEI MAIS PROCURAR  
 A ALEGRIA PERDIDA...*

*EU NÃO SEI NEM PORQUE  
 TERMINOU TUDO ASSIM  
 AH,... SE EU FOSSE VOCÊ...  
 EU VOLTAVA PRA MIM  
 VOLTAVA, SIM  
 AH,... SE EU FOSSE VOCÊ...  
 AH,... EU VOLTAVA PRA MIM!*

*SÍLVIO CÉSAR*

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

