

Volume 7 Número 1 Junho de 2007

ISSN 1519-8022

# REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista tecnológica da UNIG



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

---

# REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista tecnológica da UNIG

---

**Direitos exclusivos para esta edição:**

**Universidade Iguazu – UNIG**

**Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas**

**Nova Iguaçu, RJ**

Os artigos desta revista são de responsabilidade exclusiva dos autores. É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos nela publicados, desde que seja citada a fonte.

**Impresso no Brasil**

## **Supervisor Editorial**

*Antônio Filipe Falcão de Montalvão (UNIG)*

## **Corpo Editorial**

*Antônio Carlos de Abreu Mol(CNEN)*

*Antônio Filipe Falcão de Montalvão (UNIG)*

*Cláudio Henrique dos Santos Grecco (UNIG,CNEN)*

*Denise Salim Santos (UNIG,FACHA,UERJ)*

*Fernando Medina (UNIG)*

*Francisco Antônio Caldas Andrade Pinto (UNIG)*

*Geraldo Motta de Azevedo Junior (UNIG)*

*Paulo Fernando Neves Rodrigues (FAU/ UFRJ)*

*Paulo Vitor Rodrigues de Carvalho (CNEN,UNIG)*

**REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA / Universidade Iguazu, v7 n°1 (Jun-2007)  
Nova Iguaçu - Rio de Janeiro: Gráfica Universitária, 2007.**

Semestral

ISSN 1519-8022

1. Ciências Exatas e Tecnológicas – Periódicos. I. Universidade Iguazu

---

# REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista tecnológica da UNIG

---

## **Objetivo e Escopo**

REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA é uma publicação de distribuição gratuita, editada semestralmente pela Universidade Iguazu, com o objetivo de divulgar *trabalhos científicos inéditos* e *artigos de revisão*, cobrindo os diversos temas na área de Ciências Exatas e Tecnológicas.

## **Informações para submissão de artigos**

Os interessados em submeter artigos para publicação deverão enviá-los ao endereço abaixo, em duas cópias, impressas em papel formato A4 (impresso somente de um lado da folha), coluna única, com espaçamento simples e letra Times New Roman tamanho 12, acompanhadas dos respectivos arquivos eletrônicos (e-mail ou em disquete de 3<sup>1/4</sup>), PC/Compatível, contendo o texto editado em Microsoft Word, as figuras e tabelas necessárias. Com o intuito de agilizar a edição, recomenda-se que as figuras e tabelas sejam embutidas no texto já em suas respectivas posições. A primeira folha deve conter o *título do trabalho*, *nomes* e *endereços* completos dos autores e um *resumo* de, no máximo, 250 palavras. O corpo do trabalho deve ser subdividido em seções numeradas com algarismos arábicos. As referências devem ser numeradas em ordem de citação no corpo do texto. O artigo completo não deve exceder 15 páginas, incluindo figuras e tabelas.

## **Revisão dos artigos**

Todos os artigos serão revisados por especialistas, membros do corpo editorial, ou, caso haja necessidade, revisores externos serão convidados. Neste caso, os nomes de tais revisores serão informados nos respectivos exemplares. No caso da aceitação do artigo estar condicionada às considerações feitas pelos revisores, estas serão repassadas ao autor para que o próprio faça as devidas modificações no artigo, reenviando-o para o corpo editorial. Após aceitação ou não do trabalho, os autores serão notificados. O material enviado para revisão não será, em hipótese alguma, retornado ao autor.

## **Endereço para submissão de artigos**

Os artigos devem ser submetidos para:

*Antônio Filipe Falcão de Montalvão*

UNIVERSIDADE IGUAÇU  
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas - FaCET,  
Assessoria de Pesquisa  
Av. Abílio Augusto Távora 2134, Nova Iguaçu, RJ  
E-mail: facet@unig.br

**Chanceler**

*Dr. Fábio Raunheitti – in memorian*

**Presidente da Mantenedora**

*Prof. Sylvio Jorge de Oliveira Shad*

**Reitor**

*Dr. Júlio César da Silva*

**Pró-Reitor Administrativo**

*Dr. João Batista Barreto Lubanco*

**Pró-Reitor de Ensino e Graduação**

*Dr. Carlos Henrique de Melo Reis*

**Pró-Reitor de Pesquisa e Extensão**

*Prof. Antônio Carlos Carreira Freitas*

**Secretário Geral**

*Maria de Fátima Mayhé Raunheitti Ramos*

**Diretor da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas**

*Oswaldo Parente Gomez*

**Coordenador do Curso de Sistemas de Informação**

*Prof. Débora José de Souza Constantino*

**Coordenador do Curso de Engenharia da Computação**

*Prof. Jorge Luis Pestana Ferreira*

**Coordenador do Curso de Engenharia de Petróleo**

*Prof. Fernando Medina*

**Coordenador do Curso de Engenharia de Produção**

*Prof. Fernando Medina*

**Coordenador do Curso de Licenciatura em Computação**

*Prof. Jorge Luis Pestana Ferreira*

**Coordenador do Curso de Matemática**

*Prof. Victor Emanuel Correia Lima*

**Assessor de Extensão da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas**

*Prof. Luis Carlos da Silva*



**Universidade Iguazu**

Av. Abílio Augusto Távora, 2134 – CEP 26.260-000

Nova Iguazu – RJ – Brasil – Tel.: 2666-2001

[www.unig.br](http://www.unig.br)

---

<b>Editorial.....</b>	<b>6</b>
Denise Salim Santos	
<b>Os resíduos sólidos domiciliares em áreas faveladas e não faveladas do Município do Rio de Janeiro: características físicas versus indicadores socioeconômicos .....</b>	<b>7</b>
Elisabeth Ritter, Elisabeth Delarue de Souza Lourenço e Juacyara Carbonelli Campos.	
<b>Modelo de operação de reatores biológicos aeróbios .....</b>	<b>21</b>
Antônio Filipe Falcão de Montalvão, Eduardo Silveira Gonçalves, André Luiz Santana do Nascimento, Heron Reis dos Santos, Renato do Nascimento Lima e Nathália Nely Figorelli Junqueira.	
<b>Clarificação de efluente sanitário residencial visando ao reúso.....</b>	<b>29</b>
Fernanda Trindade Gonzalez Dias, Gustavo Carvalhaes X. Martins P. Machado, Lídia Yokoyama, Juacyara Carbonelli Campos e Luiz Alberto Cesar Teixeira.	
<b>Estudo do panorama da qualidade da água consumida na cidade de Itaperuna....</b>	<b>36</b>
Job Tolentino Junior, Ana Carolina Bio Ramos, Lara Cristina Xavier de Magalhães Pinto, Wênia de Santana Ramos, Isabela Teixeira Ladeia e Elaine Martins.	
<b>Abundância Absoluta, Relativa e Sazonalidade de Dípteros Califorídeos (Diptera, Calliphoridae) na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.....</b>	<b>50</b>
Roney Rodrigues-Guimarães, Ronald Rodrigues Guimarães, Hélcio Magalhães Barros, Raimundo Wilson de Carvalho e Gonzalo Efrain Moya Borja.	

## **Editorial**

Mais um volume da REVISTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, publicada pela Universidade Iguazu, chega à comunidade acadêmica, desta vez refletindo a preocupação do meio científico com a qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente.

Os artigos que constituem o volume 7 desta publicação são de grande relevância não só pela abordagem teórica consistente que apresentam, mas também, principalmente, pela aplicação dessas teorias em experimentos e pela divulgação dos resultados obtidos. Além disso, os articulistas disponibilizam aos leitores de REVISTA uma seleção de títulos-referência atualizada que poderá servir de fonte de informação a outros pesquisadores para novas pesquisas.

A REVISTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA agradece àqueles que enviaram seus trabalhos para integrar este número e se mantém firme no objetivo de continuar contribuindo para a maior divulgação do conhecimento científico construído, bem como incentivar a comunidade científica interna e externa na produção desse conhecimento.

Professora Denise Salim Santos

## Os resíduos sólidos domiciliares em áreas faveladas e não faveladas do Município do Rio de Janeiro: características físicas versus indicadores socioeconômicos

Elisabeth Ritter<sup>1</sup>, Elisabeth Delarue de Souza Lourenço<sup>1</sup>,  
Juacyara Carbonelli Campos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Faculdade de Engenharia  
Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente - Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
e-mail: ritter@uerj.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química  
Departamento de Processos Inorgânicos  
Ilha do Fundão - 21945.970 - Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
e-mail: juacyara@eq.ufrj.br

### Resumo

*Este trabalho tem como finalidade fazer um estudo da correlação entre os resultados da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e índices indicadores de níveis de classes de ocupação e de escolaridade, em áreas faveladas e não faveladas do Município do Rio de Janeiro. Os dados foram obtidos no período de 2003-2004. A análise global mostrou que a maioria dos componentes dos resíduos sólidos urbanos domiciliares não apresentou um comportamento regular que caracterizasse as áreas de acordo com as suas condições socioeconômicas, o que demonstra que os hábitos e costumes das áreas faveladas e não faveladas não são tão diferentes e influenciam na composição gravimétrica. No entanto, a matéria orgânica putrescível tem um percentual um pouco maior nas classes mais baixas; e ocorre uma quantidade menor de papel nas áreas faveladas com menor índice de escolaridade.*

*Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares, Composição Gravimétrica, Áreas Faveladas, Áreas Não Faveladas, Município do Rio de Janeiro.*

### 1. Introdução

O Município do Rio de Janeiro apresenta contrastes sociais e econômicos extremos que influem de forma significativa nas condições de vida de seus habitantes, nos seus hábitos e costumes. De acordo com Orth e Motta (1998), estudos já realizados comprovam que a composição dos resíduos sólidos domiciliares espelha o nível de renda da população.

Neste sentido, a Companhia Municipal de Limpeza Urbano do Município do Rio de Janeiro – COMLURB –, elaborou, no

Centro de Pesquisas Aplicadas da COMLURB, uma pesquisa, tendo como meta realizar estudos da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares em seis favelas e em seis bairros, no período de abril de 2003 a março de 2004. O objetivo era comparar os resultados do lixo originado nas áreas representativas da população de piores condições de vida (residentes em áreas de favelas) com as de melhores condições de vida (residentes em áreas não faveladas dos bairros).

Neste trabalho será efetuada uma análise dos resultados dos estudos da caracterização gravimétrica, correlacionando-os com indicadores de níveis de classes de ocupação, de escolaridade e de população infante-juvenil (com menos de 15 anos de idade); e da relação da massa específica com a matéria orgânica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares (Lourenço, 2006). Os índices socioeconômicos foram obtidos do relatório elaborado pelo IPP/IUPERJ/IPEA para a Prefeitura do Rio de Janeiro em 2004.

## 2. Resíduos Domiciliares Urbanos

Os resíduos sólidos são materiais heterogêneos (orgânicos, minerais, inertes) resultantes das atividades humanas e do meio em que vive.

A NBR 10004 (2004) da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – define resíduos sólidos como os que se apresentam nos estados sólidos e semi-sólidos e resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição: “Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

Tchobanoglous *et al.* (1993) classifica os resíduos quanto à origem em uma comunidade, estando esta origem, em geral, relacionada ao uso da terra e ao zoneamento. Mencionam, ainda, que normalmente os resíduos sólidos municipais incluem todos os resíduos gerados numa comunidade à exceção dos processos industriais e resíduos de agricultura. São assim classificados: residenciais e comerciais;

institucionais: escolas, hospitais, prisões, instituições governamentais; construção e demolição; serviços municipais: limpeza de ruas, resíduos de containeres, animais mortos; plantas de tratamento de resíduos; resíduos sólidos industriais; resíduos de agricultura.

D’Almeida *et al.* (2000) classificam-nos quanto à origem em: domiciliar; comercial; público (varrição, limpeza de praias, galerias, restos de podas de árvores, corpos de animais, feiras livres); serviços de saúde e hospitalar; industrial; agrícola e construção civil.

### 2.1 Composição gravimétrica

Composição é o termo usado para descrever os componentes individuais que fazem parte dos resíduos sólidos e a sua distribuição relativa, usualmente baseada no percentual em massa. A informação sobre a composição dos resíduos sólidos é importante para avaliação dos equipamentos necessários para os sistemas de coleta, e para o planejamento do programa de gerenciamento. A coleta separada também pode ser considerada se a cidade ou a empresa de coleta estiver envolvida em um programa de reciclagem de produtos de papel ou plástico (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

Para D’Almeida *et al.* (2000), a composição física do lixo municipal refere-se às porcentagens de seus componentes mais comuns e serve como ponto de partida para estudos de aproveitamento das diversas frações e para a compostagem.

Cassini *et al.* (2003) afirmam que a origem e as características dos RSU estão condicionadas a uma série de fatores, desde as condições climáticas da região, que influenciam diretamente a qualidade e a quantidade dos resíduos sólidos, até a densidade populacional e suas condições sociais e econômicas. O poder aquisitivo da população, por exemplo, pode ser um dos



fatores que influenciam a composição gravimétrica dos RSU, bem como sua produção *per capita*.

**Tabela 1** – Categorias típicas de resíduos (residencial e comercial) utilizadas nos estudos de caracterização de RSU (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

Categorias de Resíduos	Tipos de Resíduos
Resíduos de Alimentos	Resíduos de manipulação, preparo, cozimento e restos de alimentos.
Papéis	Jornais velhos, revistas, papel misto, papel branco (escritório, computador, etc) e outros papéis não reutilizáveis (papel-carbono, papel de fax).
Papelão	Papelão ondulado e papel Kraft (recicláveis, contaminados).
Plásticos	PET (garrafas de refrigerantes), PEAD (garrafas de leite, garrafas de água e embalagens de detergente), plásticos mistos, outros plásticos (PVC, PEBD, PP e PS), plástico filme.
Têxteis	Roupas, trapo.
Borracha	Todos os tipos de produtos, excluindo pneus.
Couro	Sapatos, jaquetas, casacos.
Resíduos de Jardins	Aparas de grama, podas de árvores, folhas, outras plantas.
Madeira	Resíduos de materiais de construção, paletes de madeira.
Miscelânea	Fraldas descartáveis.
Vidro	Recipientes de vidro (incolor, âmbar, verde), vidros de janelas e outros materiais de vidro.
Alumínio	Latas de bebidas e alumínio de esquadrias de janelas, portas, etc.
Metais Ferrosos	Latas de tintas, outros materiais ferrosos e de aço.
Resíduos Especiais (eletrônicos, baterias, perigosos de uso doméstico, óleo, pneus, móveis)	Móveis, lâmpadas, rádio, televisão, fogão, geladeira, máquina de lavar roupa, máquina secadora de roupa.
	Pilhas (alcalinas, mercúrio, níquel-cádmio, carbono-zinco), baterias de carros, fluidos de freio e de caixa de transmissão de carros, querosene, óleo diesel, gasolina, óleo usado de motores, esmaltes, embalagens pressurizadas, solventes de tintas, pesticidas, herbicidas, inseticidas, pneus, abrasivos, água sanitária, polidores de móveis, de sapatos e de prata, etc.

De acordo com Lima (1995) muitos são os fatores que influenciam a origem e a formação do lixo, citando os seguintes: número de habitantes do local, área relativa de geração, variações sazonais, condições climáticas, hábitos e costumes da população, nível educacional, poder aquisitivo, tipo de

equipamento de coleta, segregação na origem, sistematização na origem, disciplina e controle dos pontos produtores e leis e regulamentações específicas. Ressalta, entretanto, que um dos fatores mais importantes é a componente econômica.

Realizar uma determinação das características de resíduos que possa ser considerada representativa não é tarefa simples e depende de um bom programa de amostragem e correta preparação das amostras (Ferreira, 2000).

A Tabela 1 apresenta as categorias típicas de resíduos utilizados nos estudos de caracterização e sua descrição de acordo com Tchobanoglous *et al.* (1993).

## 2.2 Massa Específica

A massa específica expressa a relação entre a massa de uma determinada quantidade de amostra de resíduo e o volume ocupado por ela, expresso em  $\text{kg/m}^3$ . Ressalta-se que o usual na área de resíduos é adotar a nomenclatura “peso específico”. No entanto, peso específico é o produto de massa específica pela aceleração da gravidade, expresso em  $\text{kN/m}^2$ . Assim, o termo correto a ser utilizado é massa específica. Ainda, em se tratando de resíduo, é importante ressaltar se a amostra estava compactada ou não.

## 3. Metodologia

### 3.1 Para a escolha dos pontos de amostragem

Foram escolhidas as favelas situadas em bairros com baixas condições de vida, tais como Complexo do Alemão, Rocinha, Guaratiba e Santa Cruz, sendo neste último selecionada também uma rua em área não favelada como representativa do bairro. No outro extremo, foram escolhidos os bairros com as melhores condições de vida como Flamengo, Tijuca e Méier. Foram selecionadas ruas representativas das classes ocupacionais predominantes nos bairros.

Para seleção dos pontos de amostragem nas favelas, foram utilizados dois critérios diferentes: sendo um para as favelas com ruas planas e dimensões tais que

permitissem o acesso do caminhão utilizado para coleta de amostras e outro para favelas cujas ruas, por serem muito estreitas ou com grande inclinação (do tipo ladeira), não possibilitariam a entrada do caminhão. Assim sendo, para as favelas que se enquadraram no segundo caso, foram adotados como pontos de coleta de amostras, os Postos da COMLURB que recebem diariamente o lixo coletado nos domicílios destas favelas: Rio das Pedras, Rocinha e Morro do Alemão.

Para os pontos de amostragem nas áreas não faveladas dos bairros, foram selecionadas ruas predominantemente residenciais e, na medida do possível, que não participassem do programa de coleta seletiva da COMLURB. As únicas exceções foram as ruas dos bairros do Flamengo e da Praça Seca, pois, todas as ruas em áreas não faveladas destes dois bairros fazem parte do programa de coleta seletiva.

As Tabelas 2 e 3 resumem algumas informações sobre as características demográficas dos bairros cujas áreas em estudo foram selecionadas pela COMLURB como sendo representativas das populações faveladas e não faveladas do Município do Rio de Janeiro.

### 3.2 Para a forma de amostragem

O sistema de coleta adotado nas ruas selecionadas foi do tipo porta a porta, ou seja, tal como o lixo se apresenta diretamente dos domicílios. Foram coletados por semana quatro containeres de 240 L (dois containeres por dia de coleta) para cada bairro e favela, correspondendo a cerca de 150 a 200 kg de amostras.

Nas favelas onde as amostras foram coletadas nos Postos da COMLURB, a cada dia da semana, os dois containeres de 240 L eram preenchidos com as amostras pelos próprios funcionários do Posto. Os containeres cheios eram então substituídos

por outros vazios em dias e horários previamente estipulados. Foram seguidos os mesmos dias e horários de coleta regular de lixo domiciliar da COMLURB para as ruas

selecionadas, excluindo-se um dia da semana para cada bairro e favela. Desta forma, as amostras foram coletadas duas vezes por semana em cada localidade.

**Tabela 2** - Características demográficas gerais dos bairros das áreas faveladas.

Área em Estudo (nome da Favela)	Localização (Bairro)	Área Territorial do Bairro (ha)	População Residente no Bairro (hab.)	População Residente na Favela em Estudo (%)	Densidade Demográfica (hab./ha)
Vila Vintém	Padre Miguel e Realengo	3.092,00	241.031	6,48	77,95
Três Pontes	Santa Cruz	12.504,43	191.836	1,99	15,34
Rio Piraquê	Guaratiba	13.950,12	87.132	4,46	6,25
Rio das Pedras	Jacarepaguá	7.579,64	100.822	32,79	13,30
Morro do Alemão	Complexo do Alemão	296,09	65.026	16,10	219,92
Rocinha	Rocinha	143,72	56.338	100,00	392,00

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Censo Demográfico 2000.

**Tabela 3** - Características demográficas gerais dos bairros das áreas não faveladas.

Área em Estudo (nome da Rua)	Localização (Bairro)	Área Territorial do Bairro (ha)	População Residente no Bairro (hab.)	População Residente na Área Não Favelada em Estudo (%)	Densidade Demográfica (hab./ha)
Rua Campeiro Mor	Santa Cruz	12.504,43	191.836	90,51	15,34
Rua Capitão Menezes	Praça Seca	650,00	59.657	71,72	91,78
Rua Belisário Pena	Penha	581,13	72.692	59,19	125,09
Rua Carolina Santos	Méier	247,09	51.344	99,44	207,79
Rua João Alfredo	Tijuca	1.006,56	163.636	85,95	162,57
Rua Paissandu	Flamengo	164,63	53.268	97,72	323,56

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Censo Demográfico 2000.

As coletas foram realizadas em dois turnos, manhã e noite, sendo as coletas diurnas de segunda a sexta-feira e as noturnas de segunda a quinta-feira. As

amostras foram coletadas por um período aproximado de um ano, iniciando em 02 de abril de 2003 e terminando em 19 de março de 2004.

### 3.3 Para determinação da composição gravimétrica e da massa específica

A composição física do lixo deve ser determinada pesando a fração total de cada categoria após a separação e, calculando as suas percentagens individuais em relação à massa total da amostra coletada, de acordo com a relação seguinte.

$$\text{Categoria(\%)} = \frac{\text{massa da fração da categoria (kg)}}{\text{massa total da amostra coleta (kg)}} \times 100$$

Antes de iniciar o processo de separação dos componentes físicos, cada container de 240 L com as amostras foi devidamente pesado. Obteve-se desta forma o peso bruto que, subtraído do peso do *container* vazio (tara do *container*), equivaleu ao valor do peso líquido da amostra (kg). O peso específico (kg/m<sup>3</sup>) foi calculado a partir da divisão do peso líquido da amostra (kg) pelo volume do *container* (0,24 m<sup>3</sup>). Como foram coletados dois containeres por localidade por dia de coleta, o valor da massa específica foi obtido pela média aritmética das duas massas específicas encontradas. A massa específica mensal foi calculada pela média aritmética dos valores diários obtidos no mês. A massa específica de todo o período de amostragem foi obtida pela média aritmética dos valores mensais.

As pesagens dos containeres de 240 L foram feitas em balança eletrônica, marca FILIZOLA, modelo ID-M 150/4, capacidade máxima de pesagem de 140 kg e precisão de 0,050 kg. Após a determinação da massa específica, o conteúdo de cada *container* foi distribuído em uma mesa de “catação” estática, os resíduos sólidos foram desensacados e, em seguida, iniciou-se o processo de segregação dos componentes da amostra. Procedeu-se à separação manual dos tipos de materiais por categoria em recipientes próprios, previamente tarados, efetuando-se em seguida a pesagem

individual de cada um deles. Os valores dos percentuais em peso de cada componente foram calculados por mês, por estação do ano e pelo período total de coleta de amostras no ano.

As pesagens para determinação dos componentes foram feitas em duas balanças, de acordo com a quantidade do material obtido. Além da balança empregada para a determinação da massa específica, utilizou-se também uma balança eletrônica da marca TOLEDO, modelo 2096 DD, capacidade de pesagem máxima de 50 kg e precisão de 0,005 kg.

Os resultados da composição gravimétrica e da massa específica foram todos obtidos em base úmida, isto é, não houve nenhuma secagem prévia do material. A massa específica foi determinada com as amostras não compactadas (tal como o lixo se apresenta).

## 4. Resultados

### 4.1 Da composição gravimétrica X índices indicadores de níveis de classes de ocupação e de escolaridade

As categorias de materiais componentes dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, das áreas faveladas e não faveladas em estudo, e suas respectivas composições gravimétricas médias são apresentadas na Tabelas 4 e 5.

De um modo geral os resultados da composição gravimétrica não acompanharam de maneira regular as diferenças de características socioeconômicas existentes. Entretanto, algumas categorias de materiais, por apresentarem índices mais uniformes em relação aos indicadores de níveis de classes de ocupação e de escolaridade puderam ser adotadas como sendo um reflexo do nível de condição social e econômica das localidades a que se referem.

**Tabela 4** - Composição gravimétrica média das áreas não faveladas em estudo  
(Médias anuais em %)

Componentes	SANTA CRUZ	PENHA	PRAÇA SECA	TIJUCA	MÉIER	FLAMENGO
PAPEL	9,27	10,46	11,54	12,22	10,77	11,25
PAPELÃO	2,50	3,16	3,50	3,54	3,26	2,95
TETRA PACK	1,01	1,00	1,20	1,30	1,38	1,02
TOTAL PAPEL/PAPELÃO	12,79	14,62	16,24	17,06	15,42	15,22
PLÁSTICO DURO	3,73	3,84	3,69	4,68	3,72	4,09
PLÁSTICO FILME	12,75	12,59	14,33	15,30	14,86	12,94
PET	1,69	1,85	2,09	2,09	1,98	1,75
TOTAL PLÁSTICO	18,17	18,27	20,11	22,07	20,56	18,78
VIDRO INCOLOR	1,52	1,69	1,68	2,23	1,63	1,96
VIDRO COLORIDO	0,93	1,02	1,15	1,51	0,95	1,26
TOTAL VIDRO	2,45	2,71	2,83	3,74	2,58	3,23
MATÉRIA ORGÂNICA PUTRESCÍVEL	51,10	50,35	46,03	44,95	46,09	50,79
AGREGADO FINO	6,96	6,08	6,95	6,88	6,98	6,00
MATÉRIA ORGÂNICA PUTRESCÍVEL	58,06	56,43	52,98	51,83	53,07	56,79
METAL FERROSO	1,42	1,43	1,44	1,37	1,41	1,42
METAL NÃO-FERROSO	0,17	0,21	0,26	0,32	0,28	0,17
TOTAL METAL	1,60	1,64	1,70	1,69	1,68	1,59
PEDRA	1,07	0,95	0,55	0,09	1,38	0,40
LOUÇA/CERÂMICA	0,55	0,55	0,51	0,29	0,28	0,49
TOTAL INERTE	1,62	1,50	1,07	0,38	1,66	0,89
FOLHA	1,61	1,05	2,75	1,07	2,39	0,99
MADEIRA	0,99	1,55	0,62	0,58	1,09	0,85
BORRACHA	0,39	0,27	0,25	0,18	0,24	0,34
PANO/TRAPO (%)	2,06	1,91	1,27	1,27	1,15	1,20
COURO	0,26	0,06	0,18	0,14	0,16	0,11
OSSO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL OUTROS	5,30	4,83	5,07	3,23	5,03	3,50
TOTAL GERAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Gerência de Pesquisas Aplicadas – COMLURB (2004)

**Tabela 5** - Composição gravimétrica média das áreas faveladas em estudo  
(Médias anuais - %)

Componentes (%)	ROCINHA	MORRO DO ALEMÃO	RIO PIRAQUÊ	TRÊS PONTES	RIO DAS PEDRAS	VILA VINTÊM
PAPEL	7,27	6,18	6,82	6,40	5,08	10,46
PAPELÃO	2,17	1,65	2,58	2,25	2,21	2,39
TETRA PACK	0,97	0,76	0,99	1,11	0,78	0,86
TOTAL PAPEL/PAPELÃO	10,40	8,59	10,39	9,76	8,07	13,72
PLÁSTICO DURO	3,20	2,96	3,73	3,46	3,27	3,98
PLÁSTICO FILME	16,99	14,71	15,64	13,90	15,14	13,48
PET	1,67	1,32	1,72	1,67	1,63	1,74
TOTAL PLÁSTICO	21,87	18,98	21,09	19,03	20,05	19,20
VIDRO INCOLOR	1,56	1,10	1,77	1,45	2,10	1,24
VIDRO COLORIDO	0,57	0,34	0,86	0,53	0,76	0,64
TOTAL VIDRO	2,14	1,43	2,63	1,98	2,86	1,88
MATÉRIA ORGÂNICA PUTRESCÍVEL	49,35	55,49	50,97	53,91	53,50	49,74
AGREGADO FINO	9,39	8,57	8,35	7,12	8,45	8,15
MATÉRIA ORGÂNICA PUTRESCÍVEL	58,75	64,05	59,32	61,04	61,94	57,89
METAL FERROSO	1,36	1,49	1,46	1,89	1,49	1,79
METAL NÃO-FERROSO	0,13	0,12	0,15	0,11	0,45	0,13
TOTAL METAL	1,49	1,60	1,62	2,00	1,94	1,92
PEDRA	1,01	0,69	0,18	0,22	0,37	0,77
LOUÇA/CERÂMICA	0,34	0,29	0,16	0,36	0,32	0,22
TOTAL INERTE	1,35	0,98	0,34	0,58	0,68	0,99
FOLHA	0,29	0,32	0,41	0,76	0,11	0,45
MADEIRA	0,58	1,14	0,88	1,30	1,01	0,58
BORRACHA	0,51	0,47	0,52	0,71	0,59	0,81
PANO/TRAPO (%)	2,41	2,24	2,55	2,58	2,49	2,33
COURO	0,22	0,19	0,27	0,25	0,25	0,23
OSSO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL OUTROS	4,01	4,36	4,62	5,60	4,45	4,40
TOTAL GERAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Gerência de Pesquisas Aplicadas – COMLURB (2004)

A figura 1 mostra que a matéria orgânica putrescível, por exemplo, de certa forma, apresenta os valores mais altos nas áreas onde predominam as classes mais baixas.

Ainda na figura 1 observa-se que as áreas faveladas como a Rocinha, o Rio Piraquê e a Vila Vintém apresentaram valores muito próximos daqueles encontrados em áreas não faveladas como Santa Cruz, o que é explicável tendo em vista que o bairro possui um elevado índice de população nas classes baixas. No caso do Flamengo, considerado um dos bairros com melhores condições de vida, o percentual de matéria orgânica putrescível supera o do bairro da Penha, que apresenta um índice de condições de vida próximo à média do município. Cabe ressaltar que o bairro do Flamengo participa do programa de coleta seletiva e não se pode precisar até que ponto a coleta segregada de materiais recicláveis totais pode influenciar no percentual relativo de matéria orgânica putrescível. O mesmo se aplica ao bairro Praça Seca, que também participa do programa de coleta seletiva e, por possuir um percentual superior de população nas classes baixas, em comparação com os bairros da Tijuca e do Méier, deveria apresentar o percentual relativo de matéria orgânica putrescível mais próximo do valor encontrado no bairro da Penha.

Outra categoria que também expressou a classe de ocupação da população residente foi o percentual relativo de pano / trapo, apresentado na figura 2.

As áreas faveladas e as áreas não faveladas com os maiores índices de população nas classes mais baixas apresentaram os maiores percentuais relativos de pano / trapo. O comportamento apresentado pela categoria é bem coerente, uma vez que este tipo de material atinge o seu grau máximo de aproveitamento nas classes mais pobres da população, sendo, portanto o seu maior local de descarte.

Conforme pode ser evidenciado na figura 3, a categoria de material que melhor se correlacionou com o índice de nível educacional foi o papel. Das seis localidades em áreas não faveladas estudadas, somente a Vila Vintém não apresentou um valor de percentual relativo de papel compatível com o nível de educação da população. O bairro do Flamengo, pelas razões anteriormente mencionadas, deveria ter demonstrado um percentual relativo para a categoria igual ou maior que o do bairro da Tijuca. Valem, portanto, os mesmos comentários com relação à influência da coleta seletiva no bairro.

De acordo com as figuras 4 e 5, algumas categorias que integram a composição física de resíduos sólidos urbanos domiciliares apresentaram valores relativos muito próximos, independentemente do percentual da classe de ocupação da população da área em estudo.

Conforme pode ser constatado na figura 4, não houve diferenças significativas entre os valores dos percentuais relativos do plástico filme das classes de ocupação das áreas faveladas e das áreas não faveladas. Isto mostra que esta categoria de material já está incorporada aos hábitos e costumes da população, independentemente da condição socioeconômica e do nível educacional a que pertence.

No que tange aos materiais recicláveis de embalagens rígidas de vidro incolor e de metal ferroso, observa-se, na figura 5, que as embalagens de vidro incolor prevaleceram sobre as de metal ferroso nas áreas não faveladas. Entretanto, 50% das áreas faveladas apresentaram o mesmo desempenho. Este tipo de comportamento pode ter influência, por parte dos fabricantes de embalagens, pela substituição cada vez mais das embalagens de materiais de metal ferroso por outros tipos de embalagens.

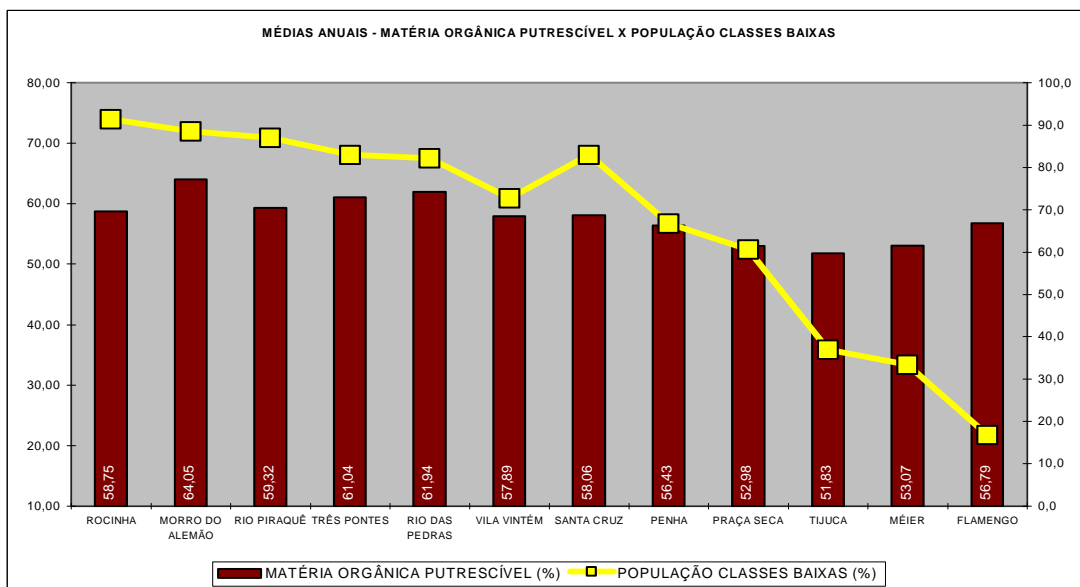


Figura 1 - Gráfico de classes de ocupação x matéria orgânica putrescível.

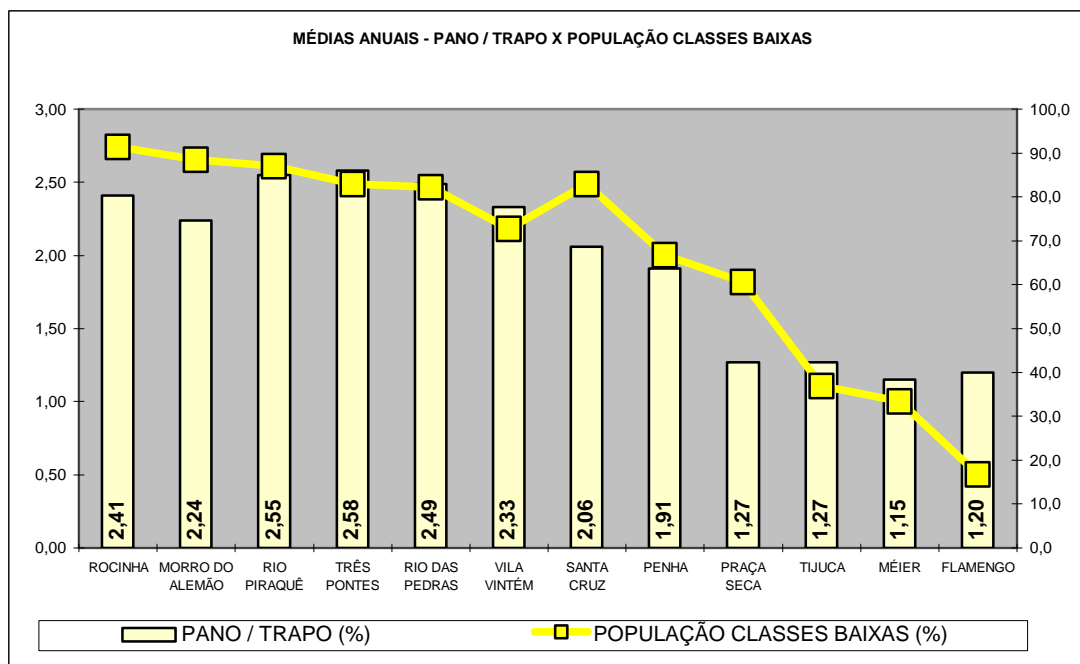


Figura 2 - Gráfico de classes de ocupação x pano / traço.



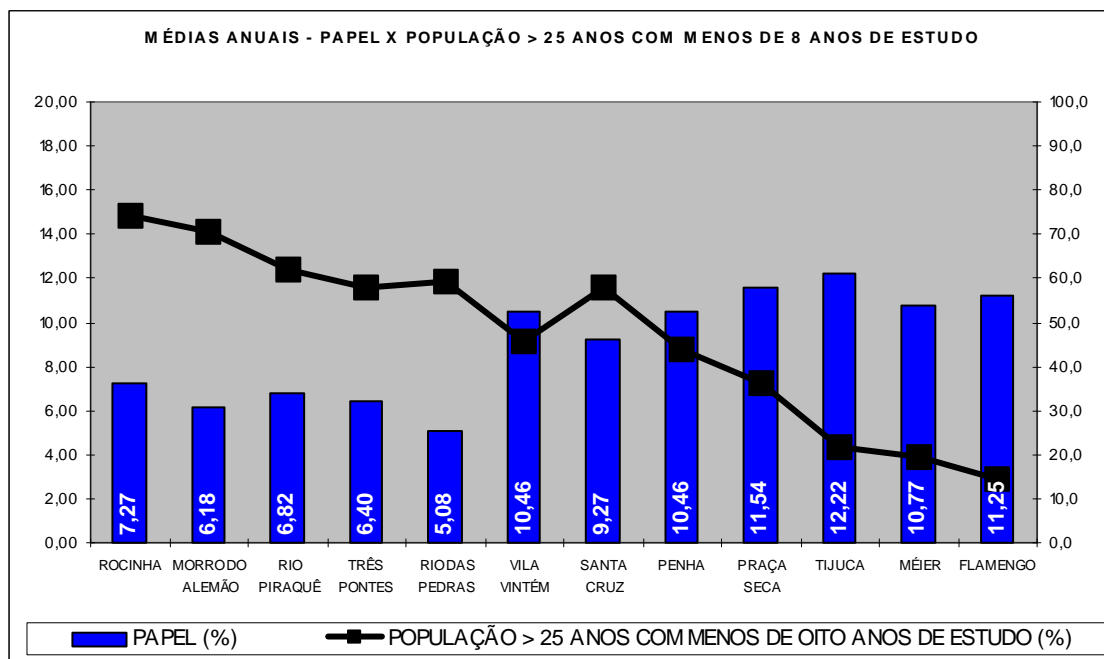


Figura 3 - Gráfico de nível educacional x papel.

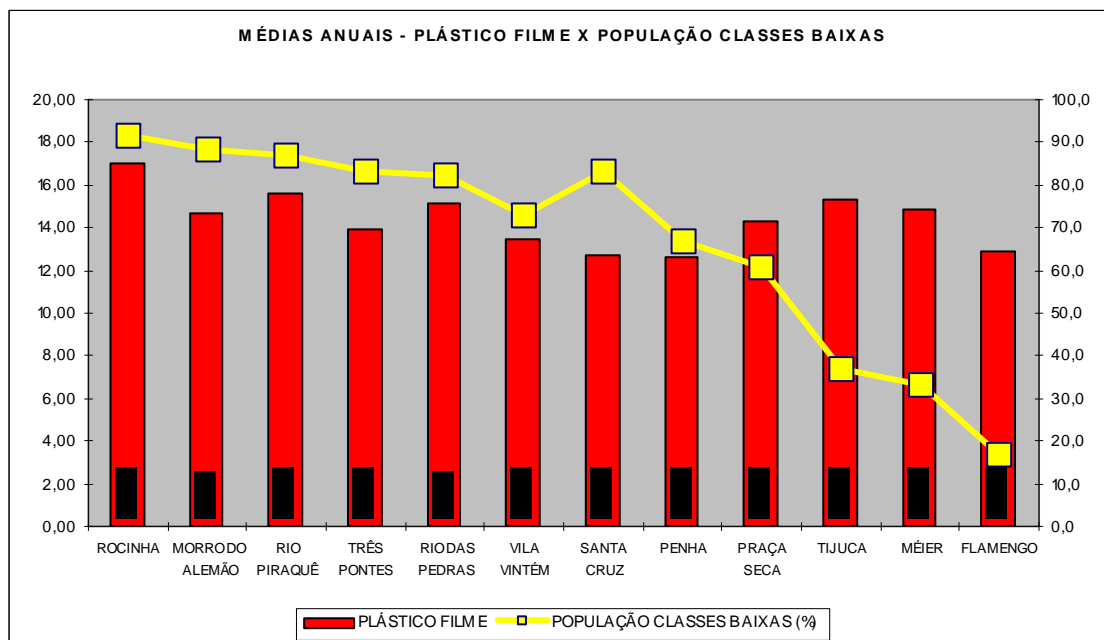
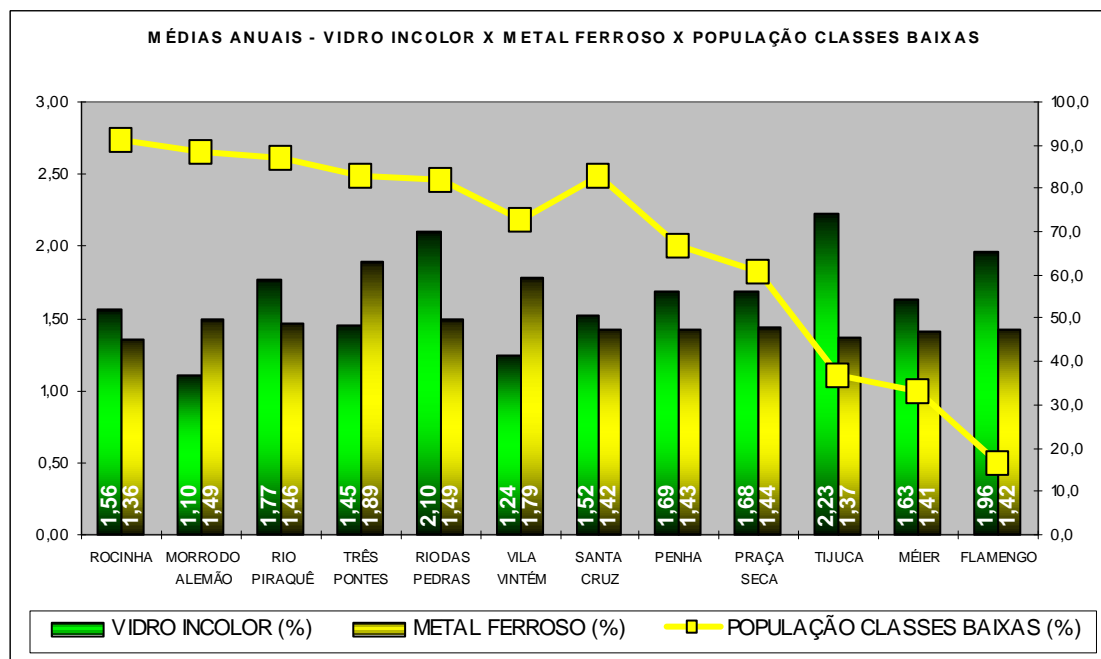


Figura 4 - Gráfico de classes de ocupação x plástico filme.



**Figura 5** - Gráfico de classes de ocupação x vidro incolor x metal ferroso.

#### 4.2 Da relação matéria orgânica putrescível x massa específica

A massa específica média anual evidencia que há uma relação com a quantidade relativa média anual de matéria orgânica putrescível, o que não foi observado no comportamento da massa específica média mensal em quase todas as localidades estudadas. A Figura 6 mostra que o aumento do valor relativo médio anual da matéria orgânica putrescível implica o aumento relativo da massa específica média anual nas doze áreas abordadas pela pesquisa.

#### 5. Conclusões

Pelos resultados apresentados pode-se generalizar que as localidades em estudo no Município do Rio de Janeiro, exceto por algumas categorias de materiais

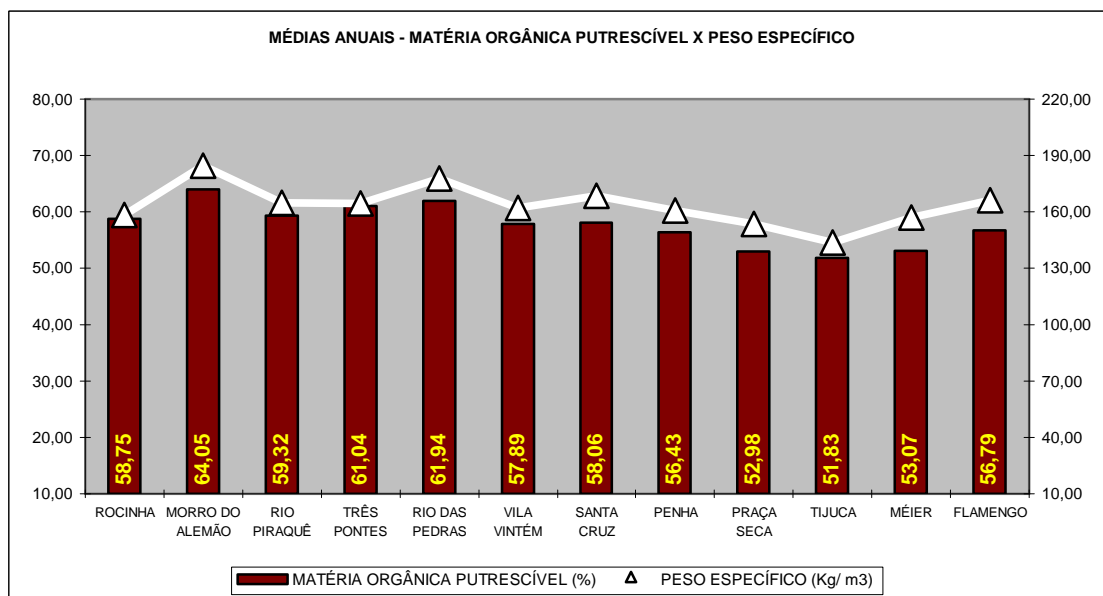
componentes dos resíduos sólidos domiciliares, não apresentaram um padrão regular na composição gravimétrica que as caracterizasse como sendo pertencentes estritamente a áreas de favelas ou a áreas não faveladas. Neste particular, destacou-se a favela Vila Vintém que obteve, para alguns componentes, um comportamento mais compatível com as áreas não faveladas do que os bairros de Santa Cruz e da Penha.

No entanto, os resultados indicam uma maior predominância de matéria orgânica putrescível e pano/trapo nas áreas de classe baixa; indicam um percentual menor de papel onde a população estuda menos. Quanto às categorias plástico filme e vidro não se verificam diferenças significativas para a população de área favelada e não favelada.

Em geral, os hábitos e costumes da população das áreas faveladas e não faveladas do Município do Rio de Janeiro

não são tão diferentes e influenciam de tal forma na composição gravimétrica, a ponto de contrariar o que alguns autores afirmam, ou seja, que ela reflete as condições socioeconômicas da população. A integração

da composição gravimétrica com outros indicadores socioeconômicos da localidade em estudo permite uma melhor avaliação dos resultados obtidos.



**Figura 6** - Valores médios anuais de matéria orgânica putrescível x massa específica.

## Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos: Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- [2] CASSINI, S.T. et al. Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003.
- [3] COMLURB. Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.
- [4] D'ALMEIDA, M.,L.,O.; VILHENA, A. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 2.ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.
- [5] IPP/IUPERJ/IPEA. Desenvolvimento humano e condições de vida na cidade do Rio de Janeiro: relatório final 2004. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>>. Acesso em: 06 nov. 2005.
- [6] LIMA, L.M.Q. Tratamento e biorremediação. 3.ed. Rev. e aum. São Paulo: Hemus, 1995.
- [7] LOURENÇO, E.D.S. Estudo da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares em Áreas Faveladas e Não Faveladas do Município do Rio de Janeiro.

- Dissertação de M.Sc. Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, UERJ, RJ, Brasil, 2006.
- [8] ORTH, M.H.A.; MOTTA, F.S. Caracterização gravimétrica e físico-química dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo realizada em maio de 1998. Revista Limpeza Pública, São Paulo, n. 48 (Ago), 1998.
- [9] PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Desenvolvimento humano e condições de vida na cidade do Rio de Janeiro e seus bairros. Rio de Janeiro, (Mar), 2001. Disponível em: <<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>>. Acesso em: 06 nov. 2005.
- [10] SISINNO, C.L.S.; OLIVEIRA, R.M. Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000.
- [11] TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. Integrated solid waste management. Engineering principles and management issues. International Edition. McGraw-Hill series in Water Resources and Environmental Engineering, 1993.

### **Abstract**

*The work purpose of this study was to correlate the results obtained of the solid waste composition associated with education levels and economic classes indexes of the populations studied, particularly in six slum areas and six non-slum areas in the city of Rio de Janeiro. The data was obtained in the period of 2003-2004. The overall analysis has shown that most of the components of the urban residential solid waste didn't demonstrate regular behavior to characterize the areas according to their social and economic conditions, which proves that the habits and behaviors of the slum areas and non-slum areas are not so different and they influence in the composition by weight. However, the organic matter in decomposition has slightly higher percent in the lowest people classes; and there is a minor quantity of paper in slum areas with minor schooling index.*

**Keywords:** *solid waste, organic matter and gravimeter composition*

## Modelo de operação de reatores biológicos aeróbios

Antônio Filipe Falcão de Montalvão<sup>1</sup>, Eduardo Silveira Gonçalves<sup>2</sup>,  
André Luiz Santana do Nascimento<sup>2</sup>, Heron Reis dos Santos<sup>2</sup>, Renato do Nascimento Lima<sup>2</sup>  
e Nathália Nely Figorelli Junqueira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professor da FaCET da Universidade Iguazu/RJ  
e-mail: filipe\_montalvao@hotmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico da FaCET/UNIG/RJ

<sup>3</sup> Acadêmica da Universidade Federal Fluminense/RJ

### Resumo

*A redução de carga orgânica de águas residuais de origem sanitária podem ser comumente realizada por processos biológicos aeróbios e anaeróbios. Existe uma ampla variedade de dados na literatura que podem caracterizar as águas residuais, assim como definir mecanismos de processo de tratamento e operação de estações de tratamento. Os modelos de projetos e modelos de controle de sistemas de tratamento biológico são desenvolvidos na maioria dos casos a partir de dados encontrados na literatura. Neste trabalho realizou-se uma ampla pesquisa de dados sobre a utilização de sistemas biológicos no tratamento de águas residuais e, a partir disto, desenvolveu-se um modelo de simulação de reatores biológicos do tipo lodos ativados baseado nos dados mais representativos para as características de águas residuais sanitárias no Brasil. Este modelo tem como objetivo principal colocar à disposição de projetistas, operadores, profissionais envolvidas com tratamento de águas residuais sanitárias e profissionais de ensino, um modelo simples de utilização.*

**Palavras chave:** Lodos ativados, biológico, tratamento de águas residuais, resíduos.

### 1.0 Introdução

A aplicação da técnica de lodos ativados tem sido comumente usada no tratamento de águas residuais sanitárias assim como no tratamento de águas residuais industriais. A diversificação de dados de processo encontrado na literatura é grande, o que leva os menos habilitados a dúvida e incertezas da utilização desses dados. Um projeto de iniciação científica instaurado na Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas da UNIG foi realizado com o objetivo de selecionar dados, procedimentos e técnicas adaptadas ao nosso tipo de água residual e desenvolver um modelo de tratamento de águas residuais sanitárias de fácil utilização.

Dados da literatura mostram que a tecnologia mais adequada ao tratamento de águas residuais sanitárias é o processo biológico. Para cargas orgânicas até 10 kg de DBO/dia, podem-se utilizar sistemas biológicos anaeróbios, apesar da baixa eficiência, atendem à legislação. São processos de baixo custo e normalmente aplicados no tratamento de águas residuais de residências e pequenos condomínios. Para cargas orgânicas acima do valor citado, utiliza-se o processo biológico aeróbio, comumente chamado de processo de lodos ativados. Este processo, quando bem operado, pode remover de 85 a 98% da carga orgânica, o que representa uma redução muito significativa dos poluentes

sanitários. É normalmente empregado no tratamento de águas residuais de conjuntos habitacionais de médio e grande porte, estações de tratamento de águas residuais municipais e em estações de tratamento em shopping dentre outros.

## 2.0 Metodologia

Uma revisão bibliográfica, no sentido de selecionar os modelos mais recentes e mais adequados para o desenvolvimento do nosso projeto, foi realizada. Metcalf and Eddy (2000) apresenta uma série de teorias e dados experimentais sobre estações de tratamento de águas residuais, mostrando que algumas expressões matemáticas podem ser utilizadas na representação de processos biológicos de diversos tipos de águas residuais. Karl e Klaus R. Imhoff (1986) elencam diversas soluções para a questão de tratamento de águas residuais sanitárias, assim como resultados de operação de estações de tratamento de efluentes sanitários. Montalvão, A. F. F. (2005), faz referência, em diversos artigos científicos, a soluções otimizadas de processos de tratamento de águas e efluentes.

A pesquisa foi dividida em duas etapas. Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica tendo como objetivo selecionar as variáveis e equações de processo relevantes e adaptados aos processos biológicos de tratamento de águas residuais sanitárias. Durante o levantamento de dados na literatura, sempre foram levados em consideração as características das águas residuais no Brasil. Definidas as variáveis e as equações de processo, desenvolveu-se um modelo matemático que responde às questões de operação e projeto de estações de tratamento de águas residuais sanitárias, tendo com objetivo oferecer um modelo simples que possa ser facilmente implementado num planilha de dados, como por exemplo numa planilha em Excel.

## 3.0 Características físicas e biológicas do processo de tratamento de esgoto doméstico.

A seguir apresentam-se as características ambientais de processo e das águas residuais sanitárias a serem tratadas biologicamente. As águas residuais sanitárias, também conhecidas por esgoto doméstico, têm sido exaustivamente estudadas. Assim, a partir de dados da literatura, estipularam-se valores para diversos parâmetros, desde parâmetros biocinéticos até características de aeradores.

### 3.1 Parâmetros biocinéticos para esgoto doméstico

Eckenfelder (1995) definiu parâmetros de reprodução celular e respiração endógena para o lodo biológico considerando um nível de óleos e graxas menor que 5, no caso de origem mineral e menor que 50, para o caso de origem vegetal, propondo os valores a seguir:

1) na reprodução celular para produção de lodo,  $a' = 0,520$ .

2) na respiração endógena para produção de lodo,  $b' = 0,075 \text{ d}^{-1}$

3) na reprodução celular para consumo de oxigênio,  $a = 0,730$

4) na respiração endógena para consumo de oxigênio,  $b = 0,075 \text{ d}^{-1}$

Estes valores são restritos às águas residuais sanitárias, ou seja, ao esgoto doméstico.

### 3.2 Dados de processo no reator biológico.

O processo de lodos ativados pode ser dividido em três tipos de operação: operação com aeração prolongada; operação com aeração convencional; e operação com aeração rápida. O tipo de operação a escolher depende da qualidade da água

residual a ser tratada. Assim, para cargas elevadas, aconselha-se a aeração prolongada. Já para baixas cargas, pode-se operar em aeração rápida. A seguir, são definidos os parâmetros para cada uma destas opções de operação, conforme sugerido por Daniel Gay (1994), Eckenfelder (1995) e Jacks Conchon (1998):

- a) Aeração prolongada
  - Fator de carga,  $0,05 < FM < 0,15$ .
  - Eficiência na remoção da DBO = 95%
  - Sólidos suspensos no reator biológico,  $SST_5 = 2000 \text{ mg/L}$
  - Idade do lodo,  $I_{lodo} = 30$  dias.
- b) Aeração Convencional
  - Fator de carga,  $0,15 < FM < 0,40$ .
  - Eficiência na remoção da DBO = 90%
  - Sólidos suspensos no reator biológico,  $SST_5 = 4000 \text{ mg/L}$
  - Idade do lodo,  $I_{lodo} = 10$  dias.
- c) Aeração rápida
  - Fator de carga,  $0,40 < FM < 1,0$
  - Eficiência na remoção da DBO = 85%
  - Sólidos suspensos no reator biológico,  $SST_5 = 6000 \text{ mg/L}$
  - Idade do lodo,  $I_{lodo} = 7$  dias.

Para todos os tipos de aeração, Jacks Conchon (1998) definiu para esgoto doméstico, no Brasil, um coeficiente de degradabilidade do lodo,  $k = 4,0 \text{ d}^{-1}$

### 3.3 Dados típicos de processo no decantador

No decantador, foi necessário definirem-se alguns parâmetros de processo: (i) o valor da taxa de reciclo de lodo, ou seja, a quantidade de lodo que retorna para o reator biológico durante a operação, avaliada pela razão entre a vazão de esgoto retorna do decantador para o reator biológico e a vazão de esgoto a ser tratado. (ii) o valor da taxa de aplicação, ou seja, o volume de lodo por área e por dia que reside no decantador. (iii)

o limite de carga de lodo que o decantador deve suportar. Assim a partir de valores propostos por Jacks Conchon (1998), obtiveram-se os seguintes valores:

- a) Taxa de reciclo,  $0,25 < Q_3/Q_1 < 1,5$
- b) Taxa de aplicação no decantador,  $Tapli = 24 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$
- c) Limite de carga de sólidos no decantador,  $CS < 140 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{dia})$

### 3.4 Potência de mistura e aeração no reator biológico.

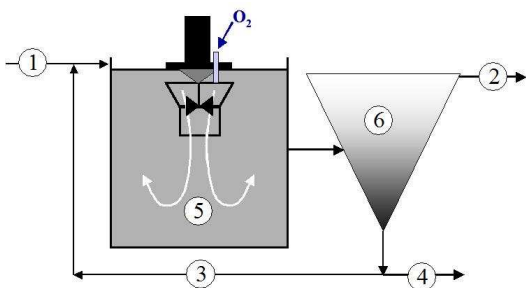
A potência necessária para manter um reator biológico bem misturado, estado essencial para um bom desempenho do processo de tratamento, é medida em termos de densidade de potência, ou seja, a quantidade de potência de mistura que deve ser adicionada no reator biológico por unidade de volume. Estudos de avaliação de densidade de potência dos aeradores para manter o lodo em suspensão, realizados por Jacks Conchon, mostram que, para aeradores de superfície de jato ascendente, a densidade de potência deverá ser estipulada de 30 a 40  $\text{w}/\text{m}^3$  para aeradores com dispersores de ar de 30 a 40  $\text{w}/\text{m}^3$ . Estudos realizados por Montalvão (1996) mostram que, para aeradores de jato descendente, a densidade de potência deverá ser estipulada de 15 a 30  $\text{w}/\text{m}^3$ .

A quantidade de potência necessária para transferir oxigênio para o meio líquido no reator biológico foi avaliada por Eckenfelder (1995) e Montalvão (1996). Dependendo do equipamento, – podem-se esperar diversos padrões de transferência de oxigênio. Para aeradores de superfície de jato ascendente, pode-se estimar um SOR (standard Oxygen rate) de 1,0  $\text{kgO}_2/\text{kW} \cdot \text{hr}$ . Para aeradores do tipo dispersores de ar por membrana, pode-se estimar um SOR de 0,7  $\text{kgO}_2/\text{kW} \cdot \text{hr}$ . Para aeradores de jato descendente, pode-se estimar um SOR de 2,5  $\text{kgO}_2/\text{kW} \cdot \text{hr}$ .

Associada à dissolução de oxigênio no meio líquido, deve-se sempre esperar uma eficiência de transferência de oxigênio. A eficiência de transferência de oxigênio depende do tipo de equipamento e da quantidade de oxigênio a dissolver. Para baixas demandas de oxigênio, pode-se obter eficiências,  $EficO_2$ , da ordem de 70 %, já para grandes demandas de oxigênio pode-se obter eficiência baixa, da ordem de 30 %.

#### 4.0 Modelo do processo físico-biológico

A figura 1 apresenta desenho esquemático de uma estação de tratamento de esgoto doméstico. Ela é composta por um reator aeróbio, (5), um decantador de clarificação do esgoto, (6), uma tubulação de retorno de lodo, (3), por uma tubulação de descarte e controle de volume de lodo no sistema, (4), e por um sistema de aeração com oxigênio a partir do ar.



**Figura 1** – desenho esquemático da ETE

Pode-se observar na figura que a entrada de esgoto bruto é feita por (1) e a saída de esgoto tratado por (2).

Respeitando-se a identificação dos diversos pontos mostrados no desenho esquemático, apresentou-se a seguir a seqüência de parâmetros e equações que representam o modelo desenvolvido.

Dados do esgoto doméstico bruto a ser tratado são dados de entrada do modelo. Temperatura, pH, sólidos suspensos totais

devem atender aos valores limites necessários para um processo de tratamento biológico aeróbio. Assim, a temperatura do esgoto doméstico deverá estar entre 10 e 35 oC, o pH ente 6 e 8 e o SST o mais baixo possível, assim como óleos e graxas dentro dos limites da legislação. Para o esgoto bruto, (1) devem-se conhecer os seguintes parâmetros:

- Vazão de efluente,  $Q_1$  [m<sup>3</sup>/h]
- Demanda bioquímica de oxigênio do esgoto bruto,  $DBO_1$  [mg/L]
- Demanda bioquímica de oxigênio do esgoto tratado,  $DBO_2$  [mg/L]
- Sólidos suspensos totais do esgoto bruto,  $SST_1$  [mg/L]

A partir dos dados conhecidos do esgoto bruto e de parâmetros pré-estabelecidos, apresentados em 3.0, determinam-se a seguir os diversos parâmetros que constituem o modelo proposto neste artigo. Inicia-se por determinar a carga orgânica biodegradável do esgoto a tratar e termina-se a seqüência com a determinação da quantidade de lodo gerado descartado na estação de tratamento.

Carga orgânica biodegradável na entrada:

$$L_1 = 24 Q_1 \cdot DBO_1 / 1000 \text{ [kg/dia]} \quad (1)$$

Vazão na saída:

$$Q_2 = Q_1 \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (2)$$

Carga orgânica biodegradável na saída:

$$L_2 = 24 \cdot Q_2 \cdot DBO_2 / 1000 \text{ [kg/dia]} \quad (3)$$

Demanda biológica no esgoto tratado:

$$DBO_2 = DBO_1 \cdot (1 - Efic/100) \text{ [mg/L]} \quad (4)$$

Sólidos suspensos voláteis, SSV:



Na entrada (esgoto bruto)

$$SSV_1 = SST_1 * 0,75 \text{ [mg/L]} \quad (5)$$

Na saída (esgoto tratado)

$$SSV_2 = SST_2 * 0,75 \text{ [mg/L]} \quad (6)$$

No reator biológico

$$SSV_5 = SST_5 * 0,75 \text{ [mg/L]} \quad (7)$$

Volume do reator biológico:

$$V_5 = 24 \cdot Q_1 \cdot DBO_1 / (SSV_5 * FM) \text{ [m}^3\text{]} \quad (8)$$

Tempo de retenção no reator biológico:

$$Tr_5 = V_5 / Q_1 \text{ [horas]} \quad (9)$$

Demanda de oxigênio:

$$mO_2 = [a' \cdot (L_1 - L_2) + b' \cdot V_5 \cdot SSV_5 / 1000] / (EficO_2 / 100) \text{ [kg/dia]} \quad (10)$$

Potência necessária para aeração:

$$PO_2 = mO_2 / (24 \cdot SOR) \text{ [kW]} \quad (11)$$

Potência necessária para manter o lodo em suspensão, bem misturado:

$$P_{mistura} = V_5 \cdot DensPot / 1000 \text{ [kW]} \quad (12)$$

Vazão de reciclo:

$$Q_3 = Q_1 \cdot Recir \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (13)$$

Área do decantador:

$$A_6 = 24 \cdot Q_1 / Tapli \text{ [m}^2\text{]} \quad (14)$$

Verificação da carga de sólidos:

$$Cs = 24 \cdot Q_1 (1 + Recir) \cdot (SST_5 / 1000) / A_6 \quad (15)$$

$$CS < 140 \text{ kg/(m}^3 \cdot \text{dia)}$$

Sólidos suspensos totais no reciclo:

$$SST_3 = [n/(n-1)] \cdot [j \cdot (n-1) / (Q_3 / Q_1 \cdot Tapli / 24)]^{(1/n)} \cdot 10^{+6} \text{ [mg/L]} \quad (16)$$

$$n = 2,25 \text{ e } j = 8,8 \cdot 10^{-6}$$

n e j, resultados experimentais obtidos por Daniel Gay (1994)

Sólidos suspensos voláteis no reciclo:

$$SSV_3 = SST_3 \cdot 0,75 \text{ [mg/L]} \quad (17)$$

Tempo de retenção no decantador:

$$Tr_6 = (A_6 \cdot h) / Q_1 \text{ [horas]} \quad (18)$$

h = 3,5 m, altura típica do decantador

Produção de lodo novo:

$$X_v = a \cdot (DBO_1 - DBO_2) / 1000 \cdot 24 \cdot Q_1 / (1 + b \cdot Ilodo) \text{ [kg/dia]} \quad (19)$$

Vazão de descarte de lodo:

$$Q_4 = X_v \cdot 1000 / SSV_3 \text{ [m}^3\text{/dia]} \quad (20)$$

De maneira geral, o esgoto doméstico já contém, na sua composição a quantidade de Nitrogênio e Fósforo necessários para atender ao consumo dos microorganismos no reator biológico. Apresenta-se abaixo a relação entre DBO, Nitrogênio e Fósforo ideal para o bom desempenho dos microorganismos na depuração da matéria orgânica. Assim a necessidade de nutrientes deve, de uma maneira geral para esgoto doméstico, respeitar a relação:

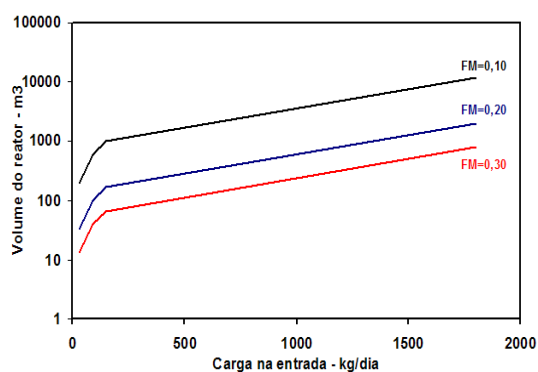
$$DBO_1 = 100 : N = 5 : P = 1$$

$$\text{Nitrogênio} = N \cdot L_1 / 100 \text{ [kg/dia]}$$

$$\text{Fósforo} = P \cdot L_1 / 100 \text{ [kg/dia]}$$

## 5.0 Resultados de simulação

A partir das equações apresentadas anteriormente, desenvolveu-se um algoritmo e uma planilha de cálculos, com o objetivo de simular as condições de operação de uma estação de tratamento de esgoto sanitário. As figuras seguintes mostram resultados desta simulação.

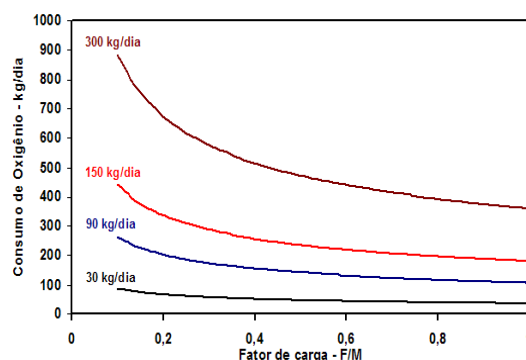


**Figura 2** – Influência do valor da carga no volume do reator biológico

Os resultados apresentados na figura 2 mostram a influência da carga orgânica biodegradável do esgoto bruto e do fator de carga no tamanho do reator. Como era esperado, pode-se verificar que, com o aumento da carga orgânica na entrada do sistema, o volume do reator biológico aumenta. Por exemplo, para uma carga de 500 kg/dia e um fator de carga de 0,10, o volume do reator deverá ser 1000 m<sup>3</sup>. Se esta carga triplicar para o valor 1500 kg/dia, o volume do reator deverá ser 8000 m<sup>3</sup>, aproximadamente oito vezes maior. Pode-se verificar que, com o aumento do fator de carga, o tamanho do reator diminui. Assim, é possível aumentar a carga orgânica de uma estação de tratamento de esgoto mantendo o mesmo reator, desde que a

estação seja operada com um fator de carga maior. No exemplo anterior, seria possível manter o volume do reator, desde que se optasse em operar a estação com um fator de carga de 0,30 aproximadamente. Relatos obtidos por operadores de estações de tratamento de efluentes em geral indicam que a instabilidade na operação das estações aumenta com o aumento do fator de carga. A maioria das estações de tratamento no Brasil opera com fatores e carga inferiores a 0,30.

Os resultados apresentados na figura 3 mostram a influência do fator de carga e da carga orgânica biodegradável do esgoto bruto no consumo de oxigênio.



**Figura 3** – Influência do fator de carga no consumo de oxigênio

Verifica-se na figura 3 que o aumento do fator de carga da estação favorece a diminuição no consumo de oxigênio no reator biológico. Isso implica equipamentos de aeração menores. Por outro lado, o aumento da carga orgânica do esgoto bruto implica um aumento da necessidade de oxigênio no reator biológico. Por exemplo, para uma estação operando com um fator de carga de 0,20 e uma carga de esgoto bruto de 150 kg/dia, a necessidade de oxigênio na

aeração é de 340 kg/dia aproximadamente. Um aumento de carga de esgoto bruto, por exemplo, para 300 kg/dia, implica a necessidade de 780 kg/dia de oxigênio na aeração, considerando o mesmo fator de carga. Se a capacidade de tratamento de uma estação estiver limitada pelo sistema de aeração e houver uma necessidade de aumentar a carga de esgoto a ser tratado, existe sempre a possibilidade de operar a estação com fatores de carga maiores.

Um aumento de carga numa estação de tratamento de esgoto é comum, pois as estações de tratamento de esgoto são projetadas para cargas pré-definidas, mas a expansão demográfica por vezes é maior que o previsto. Assim pode-se verificar pelos resultados que existe uma flexibilidade na operação de uma estação de tratamento. O fator de carga é um parâmetro muito importante nesta possibilidade de aumentar a capacidade nominal de tratamento de esgoto sem a necessidade de grandes investimentos.

## 6.0 Comentários finais

Atualmente o processo biológico de tratamento de esgoto doméstico ou águas residuais industriais é projetado e operado apenas por profissionais especialistas em meio ambiente. É necessário disseminar os princípios e conhecimentos dos processos biológicos de tratamento de efluente de uma forma objetiva a uma camada mais ampla da sociedade, já que a melhoria das condições do meio ambiente é responsabilidade de toda a sociedade. Com o modelo apresentado, estar-se-á colocando à disposição da sociedade uma ferramenta que identifica o que se pode ser feito na redução da poluição de efluentes descartados em rios e lagoas.

O modelo poderá ser utilizado por diversos profissionais envolvidos com o meio ambiente, por empresas e também como ferramenta didática no ensino superior.

## Referências Bibliográficas

- [1] ECKENFELDER, W. WESLEY AND MUSTERMAN, JACK L. – activated Sludge Treatment of Industrial Waste Water, Technomic publication, USA, 1ª edição, 1995
- [2] METCALF AND EDDY, Inc – Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse. Editora McGraw Hill, 3ª edição, 2000.
- [3] KARL e KLAUS R. IMHOFF – Manual de Tratamento de Águas Residuárias. 26ª ed., São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda., 1986.
- [4] CAVALCANTI, J.E.W.A. AND BRAILE, P. M., - Manual de Tratamento de Águas Residuais Industriais, CETESB, SP, 1993.
- [5] MONTALVÃO, A. F. F. – Saneamento básico, curso de Engenharia Civil, editado pelo professor Montalvão, 2005.
- [6] ISAM MOHAMMED ABDEL-MAGID, ABDEL-WAHID HAGO MOHAMMED AND DONALD R. ROWE, MODELING Methods for Environmental Engineers, Lewis, 1997.
- [7] GARCEZ, L. N. – Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2ª ed., São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda., 1974.
- [8] DACACH, N. G. – Saneamento Ambiental. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Dois, 1983.
- [9] LEME, F. P. – Engenharia de Saneamento Ambiental. Rio de Janeiro, Editora LTC S. A.
- [10] MOTA, S. – Preservação e Conservação de Recursos Hídricos. 2ª ed., São Paulo, Editora ABES, 1995.

- [11] STEEL, E. W. – Abastecimento d'água: Sistemas de esgotos. Rio de Janeiro, Editora Ao Livro Técnico S.A.
- [12] JOSÉ ALVES NUNES - Tratamento Físico Químico de Efluentes industriais.
- [13] MONTALVÃO, A.F.F., CHARLET, P., “ Ozone for Decolonization of Brazilians Textile Wastewater”, 14<sup>th</sup> Ozone World Congress, Michigan, USA, vol. 1, pp. 269 (1999)
- [14] R. TOSIK, S. WIKTOROWSKI (Poland), “Pretreatment of Wastewater from Dyes Production for Biological Purification”, 14<sup>th</sup> Ozone World Congress, Michigan, USA, vol. 1, pp. 283 (1999)
- [15] MONTALVÃO, A.F.F., “Avaliação experimental do coeficiente de transferência de massa num escoamento bifásico de gás e líquido utilizando-se um misturador supersônico”, tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Maio de 1996.
- [16] HOLMAN, J. P., Experimental Methods for Engineers, McGraw-Hill, 1966

### Abstract

*The organic matter reduction of sanitary wastewaters can be commonly accomplished by aerobic and anaerobes biological processes. A wide variety of data exists in the literature that can characterize the residual waters, as well as defining treatment process mechanisms and treatment stations operation. The projects models and biological treatment models control are developed in most of the cases starting from data found in the literature. In this work it took place a wide research of data about the use of biological systems in the wastewaters treatment and starting from this research it grew an activated sludge reactors simulation model based in the most representative data for the Brazil sanitary wastewaters characteristics. This model has as main objective to put to the planners' disposition, operators, professionals involved with sanitary wastewaters treatment and teaching professionals, using an easy model.*

**Keywords:** *Activated sludge, biological, wastewater treatment, and residues*

## Clarificação de efluente sanitário residencial visando ao reúso

Fernanda Trindade Gonzalez Dias<sup>1</sup>  
Gustavo Carvalhaes X. Martins P. Machado<sup>1</sup>  
Lídia Yokoyama<sup>1</sup>  
Juacyara Carbonelli Campos<sup>1</sup>  
Luiz Alberto Cesar Teixeira<sup>2</sup>

*1 Depto. Processos Inorgânicos – Escola de Química  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – e-mail: lidia@eq.ufri.br  
2 Depto. de Ciência dos Materiais e Metalurgia da PUC-Rio e Solvay  
Peróxidos do Brasil Ltda.*

### Resumo

*Este estudo teve como objetivo o tratamento físico-químico para clarificação e redução da DQO do efluente sanitário residencial visando ao reúso em vasos sanitários a fim de atender à nova exigência da Lei nº 4956/2006 - RJ, a qual dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de unidade de tratamento de águas servidas para serem aproveitadas no esgotamento sanitário. O tratamento físico-químico foi baseado no processo de coagulação / floculação / sedimentação, onde foram testados os coagulantes cloreto férrico e sulfato de alumínio. O Polímero aniônico (FX AE33 Faxon Química) foi utilizado para favorecer a etapa de floculação e sedimentação. Os melhores resultados foram obtidos com a coagulação com 100 mg/L de  $Al_2(SO_4)_3$  na presença de 0,5 mg/L de FX AE333 em pH 6,0 (remoção de Turbidez = 78% e remoção de DQO = 66%) e a coagulação com 100mg/l de  $FeCl_3$  na presença de 0,5 mg/L de FX AE333 em pH 5,5 (remoção de Turbidez = 88% e remoção de DQO = 25%). Segundo a Classe 3 de água de reúso pela NBR-13.969, o efluente tratado pode ser reusado em “descargas em vasos sanitários”, apresentando padrão de qualidade de Turbidez menor que 10 NTU, sendo este objetivo atingido. Uma análise primária do custo de tratamento por coagulação mostrou ser o sulfato de alumínio a opção de coagulante mais atrativa.*

*Palavras chave: clarificação, efluente sanitário, reúso.*

### 1. Introdução

O crescimento demográfico, associado ao conjunto cada vez mais diversificado de atividades humanas, vem requerendo uma crescente atenção às demandas de uso de água para as mais diversas finalidades. Tais demandas geram seus tributos, não só quantitativos como também qualitativos e se evidenciam, principalmente, em regiões com características de maior desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Neste contexto, o reúso da água surge como alternativa ao enfrentamento do

problema da demanda e da oferta de água (SANTOS E MANCUSO, 2003).

O reúso de água subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente. As águas de qualidade inferior, tais como esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de chuva, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. O reúso planejado das águas pressupõe a existência de um

sistema de tratamento de efluentes que atenda aos padrões de qualidade requeridos pelo novo uso que se deseja fazer da água. Os usos urbanos para fins não potáveis envolvem riscos menores e devem ser considerados como primeira opção de reúso na área urbana.

Em 20 de dezembro de 2006, o Presidente da Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, em conformidade com o que dispõe o § 5º combinado com o § 7º do artigo 115 da Constituição Estadual, promulgou a Lei nº 4956, oriunda do Projeto de Lei nº 1.071, de 2003 (Alerj, 2007).

A Lei nº 4956 dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de unidade de tratamento de águas servidas para serem reaproveitadas no esgotamento sanitário, em unidades imobiliárias, destinados ao uso residencial e/ou empresarial, construídos a partir da entrada em vigor desta Lei, definindo-se como prédio de unidades imobiliárias para efeito desta Lei, aqueles constituídos por mais de 03 (três) unidades habitacionais e/ou empresariais. Esta Lei entrou em vigor 30 (trinta) dias após a data da sua publicação, no dia 20 de Janeiro de 2007.

Nesse caso, o reúso aparece em voga, mudando o conceito da construção civil no Estado do Rio de Janeiro. A partir dessa Lei, praticamente, qualquer nova construção urbana terá que separar as águas servidas em água cinza e marrom e realizar o tratamento das mesmas para reúso em descargas de vasos sanitários. Essa água de qualidade inferior também pode ser utilizada para limpeza de veículos, lavagem de pisos, irrigação de jardins e muitos outros fins, diminuindo as contas dos contribuintes, o consumo de água potável e os danos ao meio ambiente.

No Brasil, o padrão adotado para classes de água de reúso está na norma técnica NBR – 13.696, de setembro de 1997. Para

descargas em vasos sanitários, a água deve apresentar os seguintes padrões de qualidade, turbidez < 10 NTU, coliformes termotolerantes < 500 NMP/100mL.

Frente à situação vigente, o presente trabalho visou a estudar a clarificação de efluente sanitário de um condomínio residencial na Barra da Tijuca, usando como coagulantes o sulfato de alumínio e o cloreto férrico. Para cada coagulante foram testadas várias condições de operação (duração e velocidade de mistura), dosagens de reagentes e valores de pH. Também foi testada a adição de polímero aniônico visando à melhoria da etapa de floculação e das condições de sedimentação. O objetivo foi encontrar as condições favoráveis de tratamento, que reúnam eficiência e custos atrativos.

## 2. Metodologia

Amostras de efluente sanitário usadas nos experimentos foram coletadas de um condomínio residencial da Barra da Tijuca e mantidas resfriadas a 4 °C até sua utilização nos experimentos. Este condomínio residencial contém 436 apartamentos, com cerca de 4 moradores por unidade. Diariamente são gerados, em média, 348,8 m<sup>3</sup> de efluente sanitário por dia.

Os parâmetros pH, DQO, turbidez e condutividade foram determinados para a caracterização das amostras coletadas. A análise da DQO foi realizada em triplicata.

Todas as determinações analíticas seguiram os procedimentos e metodologias descritas no Standard Methods (APHA, 1998).

Os ensaios de coagulação, floculação e sedimentação foram realizados no “Teste em Jarros” (Jar test) (Figura 1). Foram testados como coagulantes o cloreto férrico (FeCl<sub>3</sub>) e o sulfato de alumínio (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>). Após a coagulação, o polímero aniônico (FX AE33 – Faxon química) foi dosado,

visando à melhoria da sedimentação dos flocos formados.



**Figura 2.1** – Teste em Jarros de coagulação/floculação

Amostras de 500 mL foram colocadas em béquer de 600 mL e em seguida adicionado o coagulante e o pH rapidamente ajustado. Inicialmente, para cada coagulante, foi determinado o pH ótimo de coagulação/floculação, mantendo-se outras variáveis constantes. A partir da determinação do pH ótimo, realizou-se a segunda etapa de experimentos, mantendo-se constante o pH em todas as amostras, variando-se agora, a concentração de coagulante para a determinação da concentração ótima de coagulante.

As variáveis temperatura, velocidade de mistura rápida e de mistura lenta foram mantidas constantes em ambiente, 120 rpm (1 min) e 30 rpm (10 min), respectivamente.

Para avaliar o efeito da adição de coagulantes na clarificação primária do efluente sanitário, foi acompanhado, após cada ensaio, o parâmetro turbidez. Após cada ensaio, a turbidez era medida após 15 min de decantação. Adicionalmente, foi avaliada, através da dosagem da DQO, a quantidade de material oxidável contida no material em suspensão.

### 3. Resultados experimentais

A seguir, são apresentados os resultados experimentais de remoção de turbidez e

DQO obtidos nos ensaios de coagulação, floculação e sedimentação do efluente sanitário residencial. Os resultados experimentais foram apresentados em percentual de remoção de DQO e também como redução da concentração de remoção de turbidez do efluente.

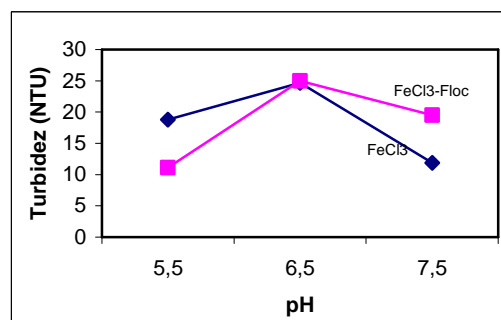
A tabela 1 apresenta as características médias das amostras do efluente sanitário residencial utilizado no estudo, na entrada da Estação de Tratamento de Esgotos, ou seja, antes do tratamento proposto.

**Tabela 1-** Dados iniciais do efluente

Parâmetro (25 °C)	Efluente
DQO (mg/L)	320
DBO (mg/L)	140
pH	6,5
Turbidez (NTU)	75
RNFT (mg/L)	90

#### *Cloreto férrico*

Os resultados para a obtenção do pH ótimo de coagulação/floculação com cloreto férrico são apresentados na Figura 3.1.

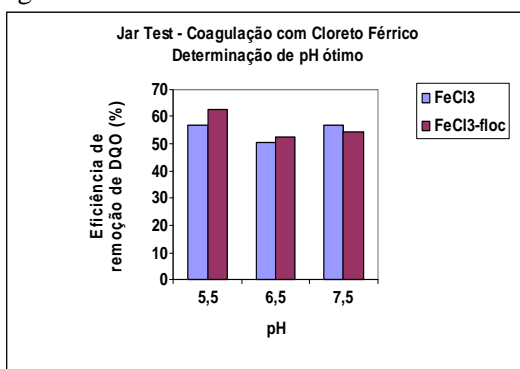


**Figura 3.1** – Turbidez em função do pH, utilizando FeCl<sub>3</sub> como coagulante na conc. de 75 mg/L, na presença e ausência de 1 mg/L de polímero aniônico (Floc – Fx AE 33 – Faxon).

Na figura 3.1, as curvas de turbidez em função do pH apresentam o mesmo comportamento, com um mínimo no valor de pH em 5,5 com polímero e 7,5 no ensaio sem

a presença do polímero, o que indica os valores de pH ótimos para o tratamento do efluente com este coagulante.

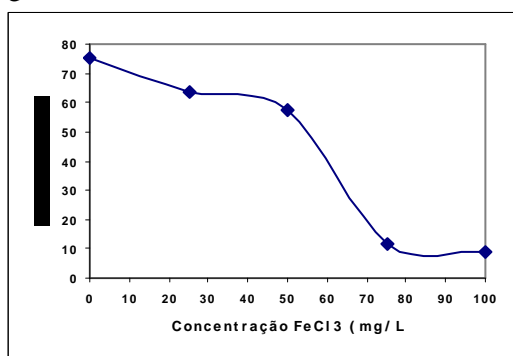
Os resultados do efeito da clarificação com  $\text{FeCl}_3$  sobre a DQO podem ser vistos na Figura 3.2.



**Figura 3.2** – Eficiência de remoção de DQO em função do pH, utilizando  $\text{FeCl}_3$  como coagulante na concentração de 75 mg/L, na ausência e presença de 1mg/L polímero (floc – Fx AE 33 – Faxon).

Observa-se que a remoção de DQO foi maior em pH 5,5 com a adição de polímero, definindo o mesmo como pH ótimo para a coagulação utilizando cloreto férrico.

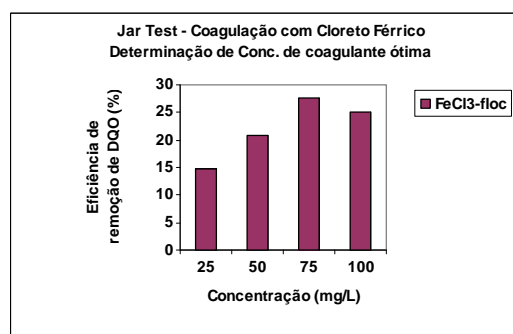
O estudo do efeito da concentração de  $\text{FeCl}_3$  sobre a turbidez no pH ótimo definido nos ensaios anteriores são apresentados na figura 3.3.



**Figura 3.3** – Turbidez em função da variação da concentração de  $\text{FeCl}_3$  em pH 5,5. As concentrações utilizadas foram: 25, 50, 75 e 100 mg/L.

De acordo com o gráfico da figura 3.3, a aplicação de dosagens de cloreto férrico a partir de 80 mg/L conduzem a valores de turbidez menores do que 10 NTU.

O gráfico da figura 3.4 mostra a variação da eficiência de remoção de DQO com a concentração de cloreto férrico utilizada. A concentração de 100 mg/L apresentou praticamente a mesma eficiência de remoção obtida com uma concentração de 75 mg/L. A diferença nos valores é insignificante e considera-se estar dentro do erro do método, que é de 10%.



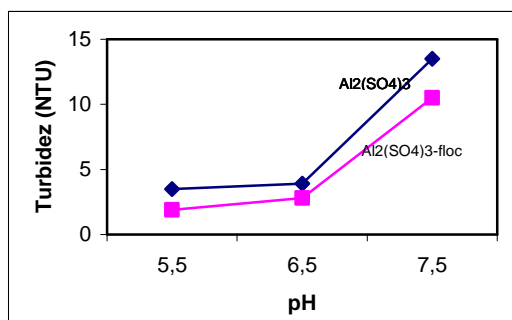
**Figura 3.4** – Eficiência de remoção de DQO em função da variação da concentração de  $\text{FeCl}_3$  em pH de 5,5. Concentrações  $\text{FeCl}_3$ : 25, 50, 75 e 100 mg/L.

Neste caso, o valor de 100 mg/L foi adotado como concentração ótima, por reduzir o nível de turbidez para valores inferiores a 10 NTU. Nessas condições, o efluente se enquadra nos padrões de qualidades exigidos pela NBR-13.969.

### Sulfato de alumínio

A figura 3.5 apresenta as remoções de turbidez obtidas nos ensaios para a avaliação do efeito do pH na clarificação das amostras, utilizando  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  como coagulante na concentração de 75 mg/L.

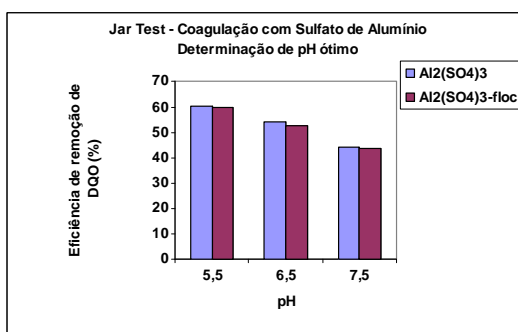




**Figura 3.5** – Turbidez em função do pH, utilizando  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  na concentração de 75 mg/L, com (1 mg/L) e sem polímero (floc – Fx AE 33 – Faxon).

Analisando o gráfico da figura 3,5, observa-se que o pH ótimo de coagulação usando sulfato de alumínio está próximo de 6,0, apresentando valores de turbidez inferiores a 5 NTU.

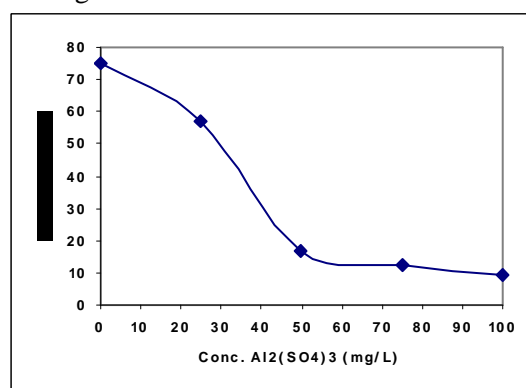
Por outro lado, o gráfico da figura 3.6 mostra que, conforme o efluente se torna alcalino, a remoção de DQO decai. Entretanto, como os resultados da turbidez indicam um pH ótimo em torno de 6 e a diferença de remoção da DQO entre os valores de pH de 5,5 a 6,0 não é grande (de 55 a 60%), definiu-se para a próxima etapa um pH igual a 6,0.



**Figura 3.6** – Remoção de DQO em função do pH, utilizando  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  como coagulante na concentração de 75 mg/L, na ausência e presença de polímero aniônico (1mg/L).

A figura 3.7 apresenta as remoções de turbidez obtidas nos ensaios de otimização

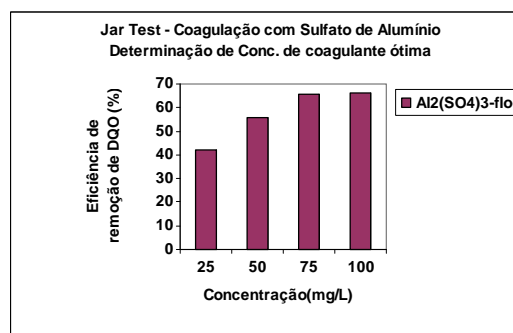
de concentração de coagulante, utilizando  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  na faixa de pH ótima determinada na etapa anterior. As concentrações de coagulante utilizadas foram; 25, 50, 75 e 100 mg/L.



**Figura 3.7** – Turbidez em função da variação da concentração de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  em pH 6,0: 25, 50, 75 e 100 mg/L.

O gráfico da figura 3.7. mostra que a partir de 60 mg/L de sulfato de alumínio, a remoção da turbidez não varia muito.

A figura 3.8 apresenta os resultados da remoção da DQO em função da concentração de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .



**Figura 3.8** – DQO em função da variação da concentração de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  em pH 6,0: 25, 50, 75 e 100 mg/L.

As dosagens de 75 e 100 mg/L de coagulante apresentaram a mesma eficiência de remoção de DQO, em torno de 65%. Nas condições ótimas, o  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  apresentou

alta eficiência, tanto na remoção de DQO quanto na redução da turbidez do efluente. Porém, é necessário utilizar a concentração de 100mg/l para se obter valores de turbidez inferiores a 10 NTU, enquadrando o efluente nos padrões de qualidades exigidos pela NBR-13.969.

#### 4. Síntese do Estudo

As tabelas 2 e 3 sumarizam os melhores resultados obtidos no estudo de clarificação e remoção de sólidos suspensos com cloreto férrico e sulfato de alumínio, respectivamente aos parâmetros turbidez e DQO, na presença de 1mg/L de polímero aniônico – FX AE 33 – Faxon química.

**Tabela 2-** Resultados ótimos de remoção de Turbidez obtidos na coagulação

	pH	Conc. coag. (mg/L)	Turb. Final (NTU)	Remoção Turb. (%)
FeCl <sub>3</sub>	5,5	100	8,6	88
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	6,0	100	9,5	78

**Tabela 3-** Resultados ótimos de remoção de DQO obtidos na coagulação

	pH	Conc. coag. (mg/L)	DQO Final (mg/L)	Remoção DQO (%)
FeCl <sub>3</sub>	5,5	100	328,0	25
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	6,0	100	147,1	66

A tabela 4 apresenta os custos associados aos melhores resultados obtidos no estudo de clarificação, tomando-se como base o tratamento de 1 m<sup>3</sup> de efluente.

**Tabela 4-** Custo no tratamento de 1 m<sup>3</sup>

Insumo	Quantidade	Custo (R\$)/m <sup>3</sup>
FeCl <sub>3</sub>	100 mg/L	0,142
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	100 mg/L	0,098

Em uma análise primária dos custos, sem levar em consideração o consumo de ácido/base para ajuste do pH e do polímero, observa-se que o custo do sulfato de alumínio é menor. Porém, outros reagentes deverão ser computados para se ter uma avaliação de custos mais completa.

#### 5. Conclusões

Os resultados experimentais mostram que ambos os coagulantes testados apresentam valores de turbidez inferiores a 10 NTU nas condições ótimas de operação, sendo permitido o reúso para abastecimento de vasos sanitários.

Comparando os coagulantes testados, o sulfato de alumínio apresentou maior remoção de DQO e turbidez conjugadas.

A análise econômica mostrou que o custo do tratamento com sulfato de alumínio é levemente menor, não sendo considerados os consumos de ácido/base e polímero.

#### Referências Bibliográficas

- [1] ABIQUIM, “Avaliação Ambiental da Indústria Química”, São Paulo(1998)
- [2] BERNARDO, L.D., BERNARDO, A.D. E CENTURIONE, P.L.F., “Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água”, RiMa, São Paulo (2002)
- [3] CASAVENO, V. ET AL., Industrial Wastewater and Solid Waste

- Engineering, McGraw-Hill Publications Co, New York (1980)
- [4] ECKENFELDER JR., W.W., "Industrial Water Pollution Control", McGraw-Hill, 2ª edição (1989)
- [5] IVANILDO, ESPANHOL, Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria, FIRJAN, Rio de Janeiro (2007)
- [6] PAPIC, S., KOPRIVANAC, N., BOIZIC, A.L. E METES, A., Removal of some reactive dyes from synthetic wastewater by combined Al(III) coagulation/carbon adsorption process, *Dyes and Pigments*, 62, 291-298 (2004)
- [7] SANTOS, JAQUELINE DIAS Dos, "Remoção de corantes reativos de efluentes industriais têxteis utilizando o processo eletrolítico", Departamento de Ciências dos Materiais e Metalurgia, págs 11-20, PUC, RJ, dissertação de mestrado (2000)
- [8] SANTOS HF E MANCUSO P.C.S. Reúso de Água. Universidade de São Paulo. Ed. Manole, SP, Brasil (2003)
- [9] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19th ed. AWWA. Washington, DC, USA (1995)
- [10] VON SPERLING, M., "Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos", DESA-UFMG, Belo Horizonte (1996)
- [11] Rio de Janeiro, lei nº 4956 de 20 de dezembro de 2006. Dispõe sobre o reuso de águas servidas para serem

aproveitadas no esgotamento sanitário. Disponível no site da Alerj em 05/03/2007.

### Abstract

*The present work had as objective the study of the physical-chemical treatment for clarification and reduction of COD of a sanitary residential wastewater, aiming at the reuse for sanitary flushing. This study was conducted in accordance with the new building legislation number 4956/2006 for the state of Rio de Janeiro (BR), which makes compulsory the installation of a treatment unit of wastewater, for reuse as sanitary flush water. The physical-chemical treatment was based on the process of coagulation, flocculation and sedimentation, employing coagulants aluminium sulfate and ferric chloride as options. The anionic polymer (FX AE33 Faxon Química) was used to improve the fase of flocculation and sedimentation. The best results were obtained with the coagulation with 100 mg/L of  $Al_2(SO_4)_3$  in the presence of 0,5 mg/L of FX AE333 at pH 6,0 (turbidity removal = 78% and COD removal = 66%) and the coagulation with 100mg/l of  $FeCl_3$  in the presence of 0,5 mg/L of FX AE333 at pH 5,5 (turbidity removal = 88% and COD removal = 25%). According to standard NBR-13.969, a water classified for reuse in sanitary flushing is in class 3 level, requiring turbidity less than 10 NTU. This objective was reached in the study. A preliminary cost analysis showed that the aluminum sulphate was slightly more attractive option for coagulation.*

**Keywords:** clarification, sanitary wastewater, reuse.

## Estudo do panorama da qualidade da água consumida na cidade de Itaperuna

Job Tolentino Junior<sup>1</sup> (Org), Ana Carolina Bio Ramos<sup>2</sup>, Lara Cristina Xavier de Magalhães Pinto<sup>2</sup>, Wênia de Santana Ramos<sup>3</sup>, Isabela Teixeira Ladeia<sup>2</sup>, Elaine Martins<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MSc em Engenharia Nuclear  
Professor Universidade Iguazu UNIG – Campus V  
Curso de Sistemas de Informação, Curso de Medicina,  
Curso de Engenharia de Petróleo, IGRAT- Itaperuna, RJ, Brasi  
E-mail: jobtjr2000@yahoo.com

<sup>2</sup> Aluna/Aluno curso de medicina Universidade Iguazu UNIG - Itaperuna, RJ, Brasil

<sup>3</sup> Aluna do curso de Farmácia da Universidade Iguazu – UNIG - Itaperuna, RJ, Brasil

### Resumo

Água de boa qualidade será um dos insumos mais escassos no século XXI. Isto porque a demanda necessária para suprir a espécie humana cresceu em mais de seis vezes nos últimos 100 anos. Os problemas de poluição gerados pela nossa espécie contribuíram e muito para destruir uma grande parte dos mananciais naturais de boa qualidade. No intuito de encontrar opções para esta encruzilhada, este projeto pretende como tema realizar um estudo da qualidade da água consumida na região da cidade de Itaperuna, noroeste do estado do Rio de Janeiro e também propor uma metodologia de tratamento de efluente conhecida como “LIVING MACHINE” e a “fotoativação de peróxido de hidrogênio”. A união destas duas tecnologias pode ser usada como um eficaz meio de tratamento de efluentes em um período de tempo inferior a três dias. Atualmente encontram-se em uso diversas tecnologias de tratamento de efluentes com peróxido de hidrogênio. Os poluentes abatidos são, na maioria dos casos, compostos orgânicos, cianetos, arsênio, óxidos nitrosos e sulfetos. Por mais satisfatórios que sejam esses processos, a prática de utilização mostra que ainda existe espaço para melhorar aspectos operacionais, bem como para ampliar o espectro de poluentes que podem ser abatidos. Para isto, a união das tecnologias de fotoativação do peróxido, com a tecnologia da “LIVING MACHINE” pode gerar um sistema barato, ecologicamente compatível, de fácil manutenção (ou mesmo livre de manutenção), e simples, de modo a poder ser aplicado a residências, indústria, bairro, cidade ou mesmo região, apenas variando a escala.

**Palavras-chave:** efluente, foto ativação, peróxido, living machine.

### 1. Introdução

Água de boa qualidade será um dos insumos mais escassos no século XXI. Isto porque a demanda necessária para suprir a espécie humana cresceu em mais de seis vezes nos últimos 100 anos. Os problemas de poluição gerados pela nossa espécie

contribuíram e muito para destruir uma grande parte dos mananciais naturais de boa qualidade. A questão-problema que nossa espécie enfrenta é a necessidade de recuperar a qualidade da água como o fator de sucesso ou de fracasso, encruzilhada evolutiva em que a espécie humana se colocou neste início de século XXI.

No intuito de encontrar opções para esta encruzilhada, este projeto pretende como tema desenvolver um estudo da qualidade da água consumida na cidade de Itaperuna, noroeste do Estado do Rio de Janeiro e também propor uma metodologia de tratamento de efluentes que seja barata e ecologicamente compatível a qual utiliza a conjugação de uma série de ecossistemas artificiais.

Especificamente este sistema de tratamento de efluentes pretende unir duas tecnologias de tratamento de efluentes já existentes: A “*LIVING MACHINE*” e a “*foto ativação de peróxido de hidrogênio*”.

Uma máquina viva ou seja “*LIVING MACHINE*” (uma invenção patenteada pela Ocean Arks International) consiste em uma série de células de residência com vegetação terrestre e aquática (tal como plantas vivas, árvores, gramas e algas), com animais aquáticos do tipo “koi”, peixes dourados, camarão de água doce, minúsculos caracóis, e uma diversidade de microorganismos e de bactérias. Cada tanque é um ecossistema diferente, projetado para absorver os poluentes de um efluente. O processo de degradação do efluente dura aproximadamente quatro dias ao ar livre e transforma o efluente em água cristalina. É este produto livre de odor (com a exceção talvez da fragrância doce das flores), se comparadas ao tratamento de efluentes convencional, custa menos financeira e ecologicamente. A fotoativação de peróxido de hidrogênio com radiação UV (ultra violeta) produz radicais livres  $\text{OH}^\cdot$ . O radical  $\text{OH}^\cdot$  tem um potencial de oxidação muito maior se comparado ao do próprio peróxido, e com a vantagem de ser um composto também compatível com o meio ambiente. A combinação de peróxido de hidrogênio e radiação UV pode ser usada para destruir uma larga faixa de compostos orgânicos que encontrados em efluentes

orgânicos, industriais e de processos de extração e manufatura metalúrgica. A união dessas duas tecnologias pode ser usada como um eficaz meio de tratamento de efluentes em um período de tempo inferior a três dias.

Atualmente encontram-se em uso diversas tecnologias de tratamento de efluentes com peróxido de hidrogênio. Os poluentes abatidos são, na maioria dos casos, compostos orgânicos, cianetos, arsênio, óxidos nitrosos e sulfetos.

Por mais satisfatórios que sejam esses processos, a prática de utilização mostra que ainda existe espaço para melhorar aspectos operacionais, bem como para ampliar o espectro de poluentes que podem ser abatidos. Para isso a união das tecnologias de foto ativação do peróxido com a tecnologia da “*LIVING MACHINE*” pode gerar um sistema barato, ecologicamente compatível, de fácil manutenção (ou mesmo livre de manutenção), e simples, de modo a poder ser aplicado a residências, indústria, bairro, cidade ou mesmo região, apenas variando a escala.

## 2. Objetivos

Desenvolver um estudo da qualidade da água consumida na cidade de Itaperuna, noroeste do Estado do Rio de Janeiro, e também propor uma metodologia de tratamento de efluentes barata e ecologicamente compatível que utiliza a conjugação de uma série de ecossistemas artificiais.

## 3. Metodologia

Foram realizados levantamentos do perfil composicional das águas extraídas em poços na cidade de Itaperuna. Estes foram comparados à composição das águas minerais vendidas no comércio (nacionais e internacionais). Compararam-se estes dados

com os padrões da CEDAE para a qualidade da água (portaria 518/2004-ms), os quais determinam que o pH recomendado pode variar entre 6,0 a 9,0, e que a concentração de cloro residual livre deve ser no mínimo de 0,2 mg/l. Um estudo comparativo foi feito entre as propriedades das águas vendidas no comércio e das águas extraídas em poços na cidade de Itaperuna. Foi também construído um sistema de tratamento de efluente, o qual é essencialmente um ecossistema artificial composto de células de residência aclopadadas (no nosso caso em um número de sete), construídas a partir de garrafas PET com capacidade de 2 litros, como mostrado na figura 3.1.

Estas células estão dispostas em uma seqüência que tem por objetivo abater a concentração dos efluentes.

A seqüência é:

- A: Célula que recebe o **efluente +  $H_2O_2$  + UV (ultra violeta)**. Nesta célula o processo de fotoativação do peróxido de hidrogênio gera radicais livres que conseguem diminuir em algumas horas os níveis de concentração de efluentes.

- B: Célula aeróbica com cascalho e vegetais fixadores de nitrato. Nesta célula, o cascalho funciona como um filtro, e os vegetais fixadores de nitrato têm a capacidade de absorver elementos presentes no efluente.

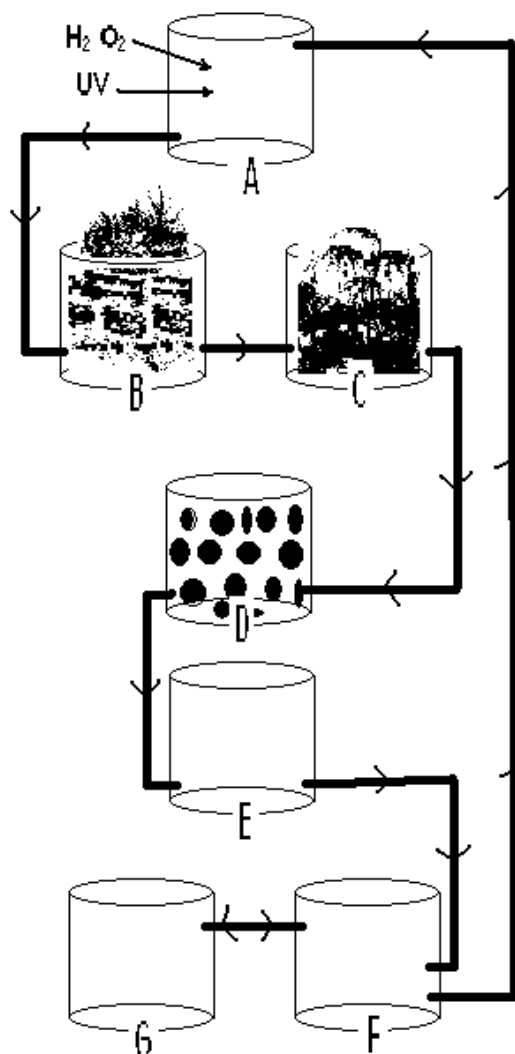
- C: Célula aeróbica com vegetais aquáticos. Nesta célula os vegetais aquáticos têm a função de absorver elementos presentes no efluente.

- D: Célula com carvão ativado. Nesta célula o carvão tem a função de adsorver o restante dos elementos que ainda restarem no efluente.

- E: Célula para realização de amostragem.

- F: Célula onde está instalada uma bomba que impulsiona a água de volta à célula A.

- G: Célula que funciona como “Estabilizador de nível líquido do sistema”



**Figura 3.1** – Esquema de montagem do sistema de tratamento de efluentes composto de 7 células :

- A: Célula que recebe o efluente +  $H_2O_2$  + UV.
- B: Célula aeróbica com cascalho e vegetais fixadores de nitrato.
- C: Célula aeróbica com vegetais aquáticos.
- D: Célula com carvão ativado.
- E: Célula para amostragem.
- F: Célula onde está instalada uma bomba que devolve a água a célula A.

- G: Célula que funciona como Controlador de nível

O procedimento denominado “Living Machine”, ou seja, uma “Máquina Viva” consiste em uma série das células de residência com vegetação terrestre e aquática (tais como plantas vivas, árvores, gramas e algas), com animais aquáticos do tipo “koi”, peixes dourados, camarão de água doce, minúsculos caracóis, e uma diversidade dos microorganismos e das bactérias. Cada tanque é um ecossistema diferente, projetado para absorver os poluentes de um efluente. O processo dura aproximadamente quatro dias ao ar livre e transforma o efluente em água cristalina. É este produto livre de odor (com a exceção talvez da fragrância doce das flores). Comparado ao tratamento de efluentes convencional, custa menos financeira e ecologicamente.

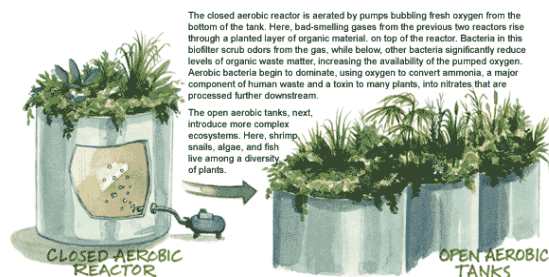
Um procedimento que vem ganhando importância na última década é o que resulta da fotoativação do peróxido de hidrogênio com radiação ultravioleta (Processo  $H_2O_2/UV$ ).

O processo  $H_2O_2/UV$  mantém as características de elevada compatibilidade ambiental típicas dos tratamentos convencionais com peróxido. O peróxido de hidrogênio ao se decompor deixa como resíduo apenas água e oxigênio. A radiação ultravioleta, além da conhecida ação microbicida, tem a capacidade de induzir a decomposição de diversos compostos químicos. Assim, nos processos  $H_2O_2/UV$ , não se introduzem contaminantes no meio que está sendo tratado.

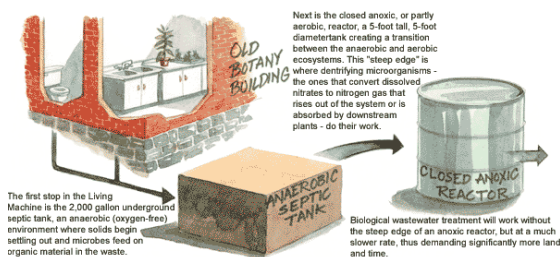
Nesta tecnologia, os principais oxidantes no sistema são os radicais hidroxila, produzidos por fotólise direta do peróxido de hidrogênio pela radiação UV de acordo com a reação:



Devido ao crescimento da população fora das áreas urbanas, a água descentralizada dos sistemas de tratamento de efluentes é reconhecida como um componente importante para proteger a saúde pública e a qualidade de água (como visto em VOLOVITZ, J, (2000) e em LIVING DESIGNS GROUP, LCC, (2005). O comunicado da USEPA (US Environmental Protect Agency) ao Congresso sobre o uso de sistemas de tratamento de efluentes descentralizados indica que "foi possível controlar adequadamente os sistemas de tratamento de efluentes descentralizados, e são uma opção eficaz e de longo prazo do custo para objetivos da saúde pública, da reunião e da qualidade de água, particularmente em áreas menos povoadas." Nos Estados Unidos da América, e como em todo o mundo, a necessidade de encontrar a água nova está tornando-se cada vez mais urgente. As fontes tradicionais são forçadas e frequentemente inadequadas (por tornar-se a cada dia mais difícil obterem-se fontes mais abundantes de água nova para o uso e potabilidade). Estas fontes são de origem não potável (ou seja um efluente) tratado em padrões elevados de qualidade. As águas pluviais podem ser coletadas e tratadas para serem utilizadas como uma fonte significativa da água não potável. Tipicamente as comunidades requerem até 5% de água de fonte para uso potável. Inversamente, uma porcentagem muito mais elevada é normalmente utilizada para irrigação. Utilizar racionalmente a água tratada e manter áreas verdes sustentáveis é um ideal que pode ser desenvolvido através de um projeto ecológico de nossas comunidades. Mesmo onde a chuva é abundante, tratar as águas pluviais em ambientes do tipo Charco cria o habitat e paisagens ecologicamente corretas. Devemos considerar a água um recurso valioso utilizando-a de maneira sustentável.



**Figura 3.2** - Alguns arranjos de “Living Machines” onde se utilizam reatores aeróbicos fechados e bombeamento forçado de ar.



**Figura 3.3** - Arranjo de “Living Machines” onde se utilizam reatores anaeróbicos fechados como um primeiro estágio de tratamento de efluentes domésticos.

Basicamente na produção fotoquímica de radicais livres (WALLING, C, 1957), as propriedades dos processos fotoquímicos advêm da natureza quântica da radiação eletromagnética e da sua interação com a matéria. Como é bem conhecido, uma dada frequência de luz pode ser emitida ou absorvida em unidades de energia dada pela relação:

$$E = h u$$

onde  $u$  é a frequência e  $h$  é a constante de Planck, uma relação que pode também ser expressa na forma:

$$(2,8579 \times 10^8) / (\text{Comprimento de onda em } \text{Å}) = E (\text{cal} / \text{mol})$$

Como consequência, a luz de uma dada frequência pode somente ser absorvida ou emitida por uma molécula se esta puder simultaneamente doar ou receber uma energia igual a  $h u$ .

A maioria das substâncias que se dissociam em radicais por meio de aquecimento a temperaturas moderadas também se dissociam quando absorvem luz ultravioleta.

Um grande número de exemplos do uso dos peróxidos como fotoiniciadores de polimerização tem sido descritos. Não obstante, existe o obstáculo de somente absorverem em comprimentos de ondas menores que 3200 Å, o que dificulta o seu uso eficiente em equipamentos de vidro comum.

Outras classes de substâncias que prontamente se decompõem em radicais por meio térmico e fotoquímico são os compostos organometálicos tais como o dimetilmercúrio e o tetraetilchumbo.

### 3.1 Aspectos tecnológicos

O equipamento necessário para a operação (TECHNOLOGY DEMONSTRATION SUMMARY, 1993) consiste de: uma unidade de oxidação, um módulo de alimentação de peróxido de hidrogênio, um módulo de alimentação de ácido, um módulo de alimentação de base, um módulo de geração de luz UV e um painel de controle.

As unidades de oxidação são arranjadas em série, e os módulos de geração de luz UV são montados no interior destas unidades de forma que fiquem envolvidos



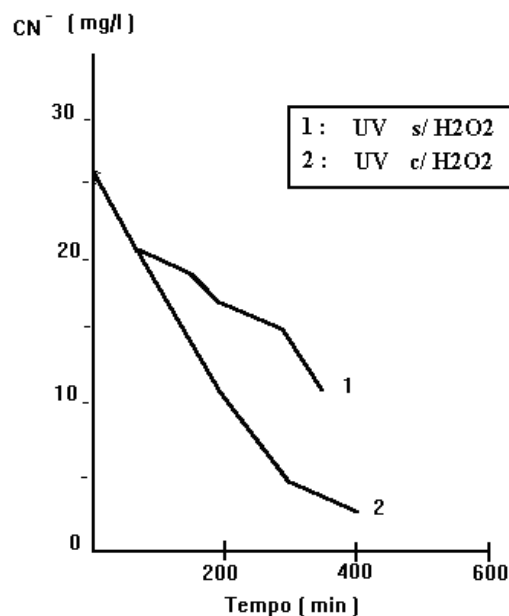
pelo fluxo de efluentes. Limpadores devem ser montados com o objetivo de remover os sólidos que eventualmente venham a se acumular sobre as unidades de geração de UV. Estes sólidos podem ser produzidos de diversas formas como, por exemplo, resultarem da oxidação e hidrólise de íons metálicos presentes tais como ferro e manganês.

Um mecanismo foi apresentado segundo as reações (JOURNAL OF PHOTOCHEMISTRY, 1987):

- (1)  $\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{UV}} 2\text{OH}\cdot$
- (2)  $\text{OH}\cdot + \text{CN}^- \rightarrow \text{OH}^- + \text{CN}$
- (3)  $\text{CN}^- + \text{OH}\cdot \rightarrow \text{HOCN}$
- (4)  $\text{HOCN} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OCN}^-$
- (5)  $\text{CN}^- + \text{CN}^- \rightarrow (\text{CN})_2$
- (6)  $(\text{CN})_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCN} + \text{OCN}^-$
- (7)  $\text{HCN} \rightarrow \text{H}^+ + \text{CN}^-$
- (8)  $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HO}_2\cdot + \text{H}_2\text{O}$
- (9)  $\text{OH}\cdot + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2\cdot + \text{H}_2\text{O}$
- (10)  $2\text{OH}_2\cdot \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$

Para todas as experiências foram utilizadas soluções sintéticas. Para o estudo da taxa de degradação do cianeto livre, todas as experiências partiram de uma mesma concentração inicial de 26 mg/l, de um mesmo volume igual a 3 litros, a 25 °C, seguindo um plano fatorial estatístico a dois níveis, para verificar o efeito das variáveis pH, % de  $\text{H}_2\text{O}_2$  e comprimento de onda do UV. Os resultados desse estudo podem ser parcialmente ilustrados pelas curvas do íon

cianeto [ $\text{CN}^-$ ] versus tempo, apresentadas na figura 03, a seguir:



**Figura 3.4** - Efeito de UV e  $\text{H}_2\text{O}_2$  na destruição de  $\text{CN}^-$  em água, pH=9 e T=25° C.

#### 4. Desenvolvimento, resultados e discussões

O estudo comparativo da composição da água produziu os seguintes resultados que podem ser mais apropriadamente visualizados nas figuras anexo 01, anexo 02, anexo 03, anexo 04. Esta comparação foi realizada usando água extraída em poço no Campus V da UNIG e águas comercializadas, as quais se dividem basicamente em dois tipos: naturais (Campillo/Portugal, Castello/Portugal, Coca-Cola, Bonaqua/Brasil, Laqua/Brasil, Perrier/França, Raposo-Carbogasosa/Brasil, Raposo-Levíssima/Brasil, SanPellegrino/Itália, Schincariol/Brasil, Vitel/França) e compostas artificialmente (Coca-Cola/Aquarius, Nestlé/Aquarel,).

As propriedades físico químicas levantadas foram (figuras 4.1, 4.2, 4.3):

- a quantidade de resíduos de evaporação a 180°C da água analisada (denominada CAMPUS V) foi de  $528,9 \pm 0,2$  mg/l,

- a concentração de cloretos (Cl<sup>-</sup>) é igual a 3,51mg/l,

FABRICANTE (Fonte - Pais)	Resíduo evaporação 180C (mg/l)
Raposo Carbogasosa (Raposo/Itaperuna - Brasil)	5724
Campilho (Campilho - Portugal)	1600
AGUA CAMPUS V (Itaperuna - Brasil)	528,9
Perrier (Vergéze/nimes - France)	490
San Pellegrino (Bergamo - Italy)	490
Castello (Moura/Alentejo - Portugal)	483
Coca Cola (Bonaqua - Ittabira /MG - Brasil)	230,05
Schincariol fonte canaa (Macuco - Brasil)	172,09
Nestlé (AQUAREL)	148
Raposo Levissima (Raposo/Itaperuna - Brasil)	67,37
L aqua fonte burunga (Itaperuna - Brasil)	44,53
Coca cola (Aquarius)	0
Vitell (Vosges - France)	

**Figura 4.1** – Resíduos de evaporação a T=180°C

FABRICANTE (Fonte - Pais)	Condutividade Elettrica (mhos/cm)
Perrier (Vergéze/nimes - France)	8.10E-04
San Pellegrino (Bergamo - Italy)	8.10E-04
Coca Cola (Bonaqua - Ittabira /MG - Brasil)	3.57E-04
Schincariol fonte canaa (Macuco - Brasil)	2.53E-04
Raposo Levissima (Raposo/Itaperuna - Brasil)	9.01E-05
Raposo Carbogasosa (Raposo/Itaperuna - Brasil)	7.43E-05
AGUA CAMPUS V (Itaperuna - Brasil)	7.10E-05
L aqua fonte burunga (Itaperuna - Brasil)	4.90E-05
Coca cola (Aquarius)	
Nestlé (AQUAREL)	
Vitell (Vosges - France)	
Castello (Moura/Alentejo - Portugal)	
Campilho (Campilho - Portugal)	

**Figura 4.2** – Condutividade elétrica (mhos/cm)

FABRICANTE (Fonte - Pais)	ph a 25C
Raposo Carbogasosa (Raposo/Itaperuna - Brasil)	4,61
AGUA CAMPUS V (Itaperuna - Brasil)	5,4
L aqua fonte burunga (Itaperuna - Brasil)	5,75
Raposo Levissima (Raposo/Itaperuna - Brasil)	5,95
Campilho (Campilho - Portugal)	6,35
Coca cola (Aquarius)	6,9
Nestlé (AQUAREL)	6,9
Perrier (Vergéze/nimes - France)	6,9
San Pellegrino (Bergamo - Italy)	6,9
Castello (Moura/Alentejo - Portugal)	7,19
Schincariol fonte canaa (Macuco - Brasil)	7,62
Coca Cola (Bonaqua - Ittabira /MG - Brasil)	
Vitell (Vosges - France)	

**Figura 4.3** – pH a T=25°C

O sistema de tratamento de efluentes construído (figuras 4.4, 4.5 e 4.6) apresenta os seguintes parâmetros de construção:

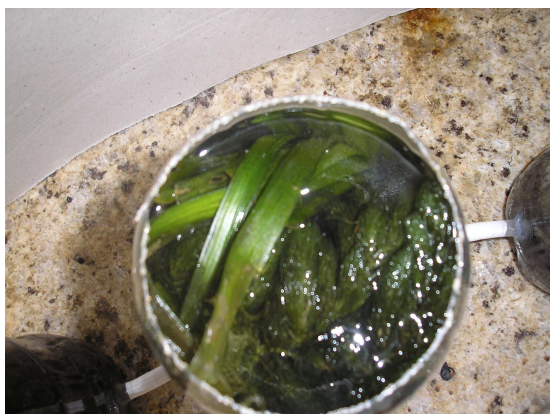
- um volume total de circulação de 14 litros,
- uma vazão calculada para o sistema de 17,4 litros por hora,
- o efluente utilizado continha 21mg/l de carboidratos e 10mg/l de sódio'
- o material utilizado nas células de residência foi PET
- uma bomba submersa de circulação



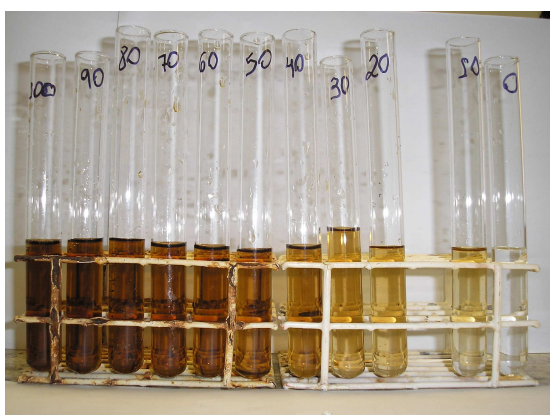
**Figura 4.4** – Sistema montado apresentando da esquerda para a direita as células F, G, E, D, C, B, A



**Figura 4.5** – Célula que apresenta cascalho e vegetais fixadores de nitrato

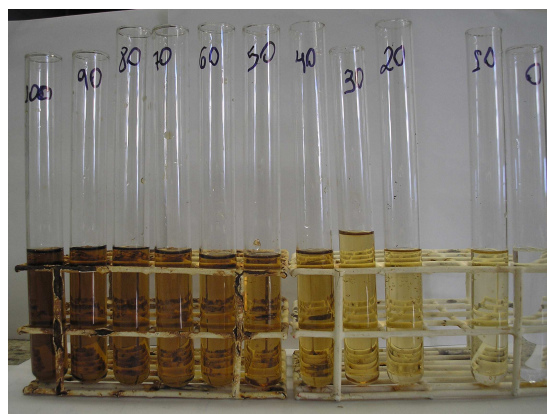


**Figura 4.6** – Célula apresentando plantas aquáticas submersas



**Figura 4.7** – Aspecto visual do efluente no início do experimento (foto superior: efluente não fotoativado; foto inferior: efluente fotoativado)

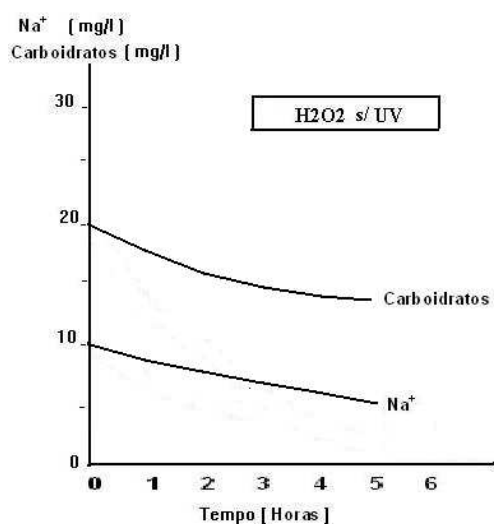
Após 5 horas de exposição a UV (ultra violeta) da mistura do efluente mais peróxido de hidrogênio foi possível perceber a degradação do efluente (figuras 4.7, 4.8) .



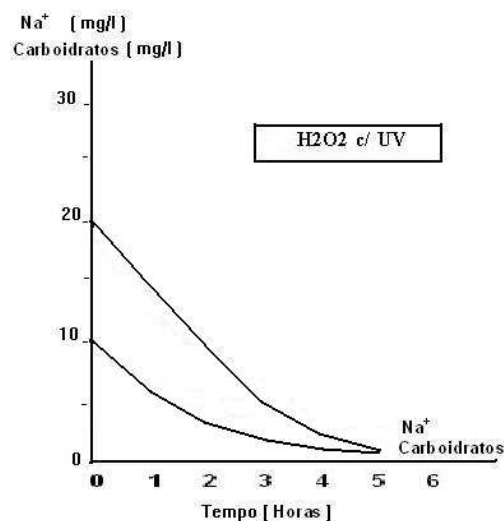


**Figura 4.8** – Aspecto visual do efluente após a quinta hora do experimento (foto superior: efluente não fotoativado, foto inferior: efluente fotoativado)

Todo o processo de degradação do efluente após as 5 horas iniciais pôde ser acompanhado e seus resultados parametrizados, como pode ser visto nas figuras 4.9 e 4.10



**Figura 4.9** – Concentração de efluente x tempo sob a presença de peróxido sem fotoativação



**Figura 4.10** – Concentração de efluente x tempo sob a presença de peróxido e com fotoativação

### 3. Conclusões

O estudo comparativo da qualidade da água mostra que a água de poço (denominada Itaperuna Campus V), sob o ponto de vista de sua composição química, apresentou as seguintes características:

- o seu pH a  $T=25^{\circ}\text{C}$  foi da ordem de 5,4. Este valor é análogo aos valores das águas comerciais extraídas em fontes da região (Raposo e Laqua), e se mostrou bem ácida se comparada à faixa de pH das águas comerciais, que varia entre 4,61 a 7,62.

- a condutividade elétrica foi da ordem de  $7,10\text{E-}5$ . Este valor é análogo aos valores das águas comerciais extraídas em fontes da região (Raposo e Laqua), e se mostrou bem pouco condutora, se comparada à faixa de condutividade elétrica das águas comerciais

que varia entre  $4,90E-5$  a  $8,10E-4$ .

- a quantidade de resíduos de evaporação a  $T=180^{\circ}C$  foi da ordem de  $528,9 \pm 0,2$  mg/L. Este valor não é análogo aos valores das águas comerciais extraídas em fontes da região (Raposo e Laqua) e se mostrou bem elevado se comparado à faixa de resíduos das águas comerciais, que varia entre 44,53 a 5724mg/l. É interessante observar que a água possui uma quantidade de resíduos análoga às águas Perrier/França, San-Pellegrino/Italia, e Castelo/Portugal, sendo de 3 a 10 vezes menos concentrada que as águas Raposo-Carbogasosa/Brasil e Campillo/Portugal.

- a quantidade de íons cloreto foi da ordem de  $3,51 \pm 0,10$  mg/L. Este valor, análogo aos valores das águas comerciais extraídas em fontes da região (Raposo e Laqua), se mostrou bem pequeno (de dez a vinte vezes menos concentrada) quando, comparado às águas comerciais européias (Campillo/Portugal, Perrier/França, San-Pellegrino/Itália, e Castello/Portugal) que varia entre 27mg/L a 71 mg/L.

No processo desenvolvido e implementado, o  $H_2O_2$  aumentou as taxas de

degradação de orgânicos no reator fotocatalítico. Nesta unidade a água contendo Carboidratos e  $Na^+$  como poluente foi dopada com Peróxido de Hidrogênio e exposta a UV por um período de 5 horas. Posteriormente este efluente já previamente abatido foi colocado no sistema de tratamento, o qual completou o processo de degradação. O sistema efetivamente reduziu em pelo menos 80 % a concentração do efluente estudado, após as primeiras cinco horas e em aproximadamente 95%, após 24 horas, circulando pela central de tratamento a uma taxa de 17, 4 L/hora. O processo se mostra eficiente e tem como principais vantagens o fato de ser ecologicamente compatível (por gerar como subproduto apenas Água e  $O_2$ ) e também por ser de baixo custo.

#### **Anexos**

Gráficos gerados a partir da comparação de dados de composição das águas.

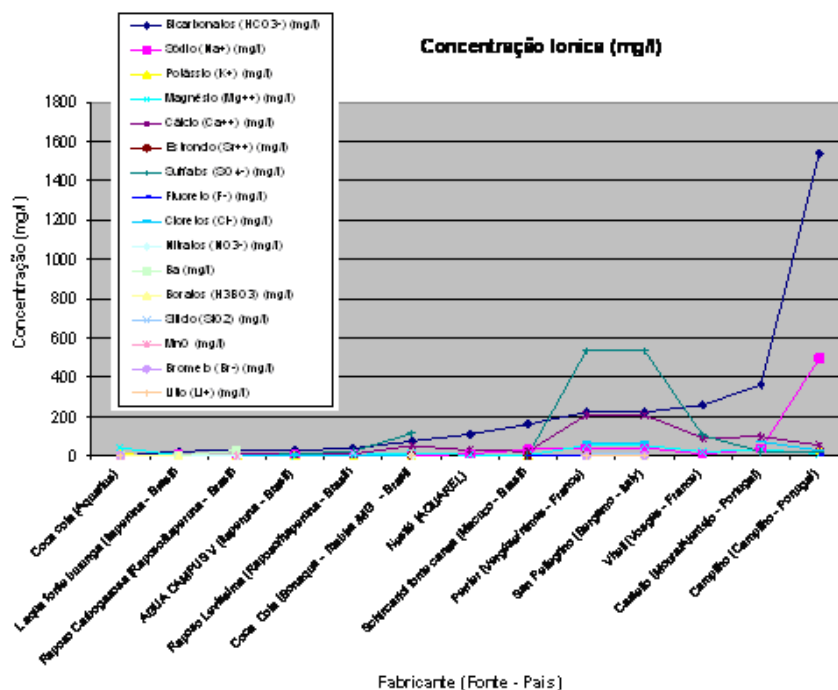


Figura Anexo 01 – Concentração Iônica (mg/L) para cada tipo de água.

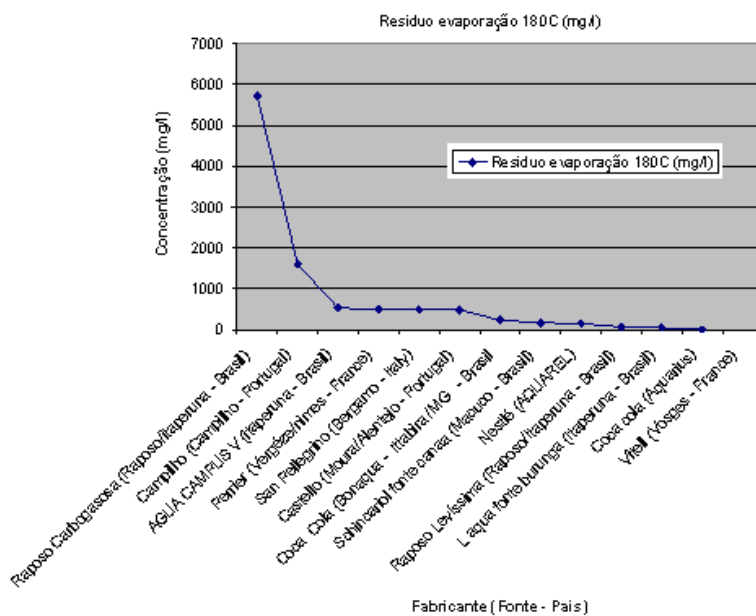


Figura Anexo 02 – Resíduos de Evaporação (mg/L) para cada tipo de água.

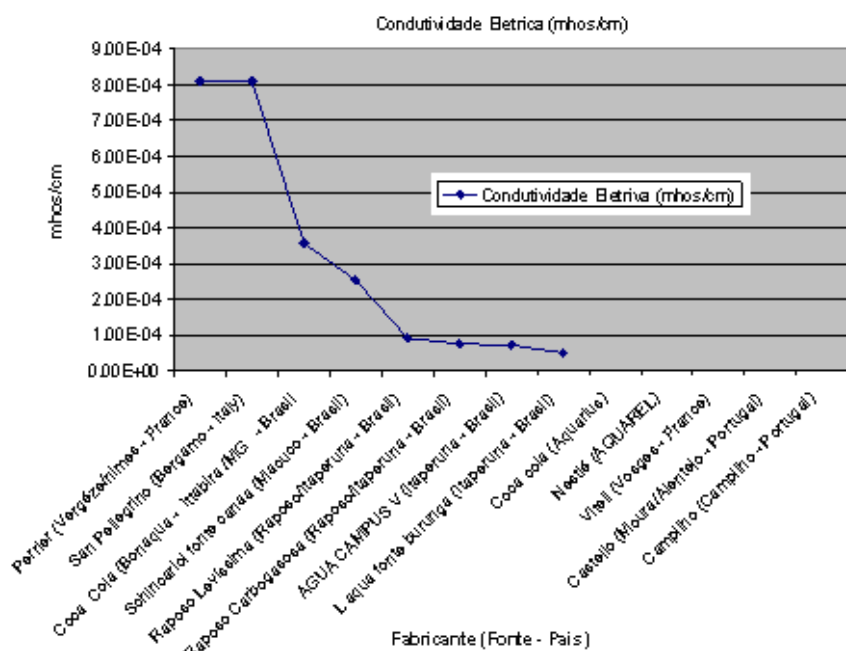


Figura Anexo 03 – Condutividade Elétrica (mhos/cm) para cada tipo de água.

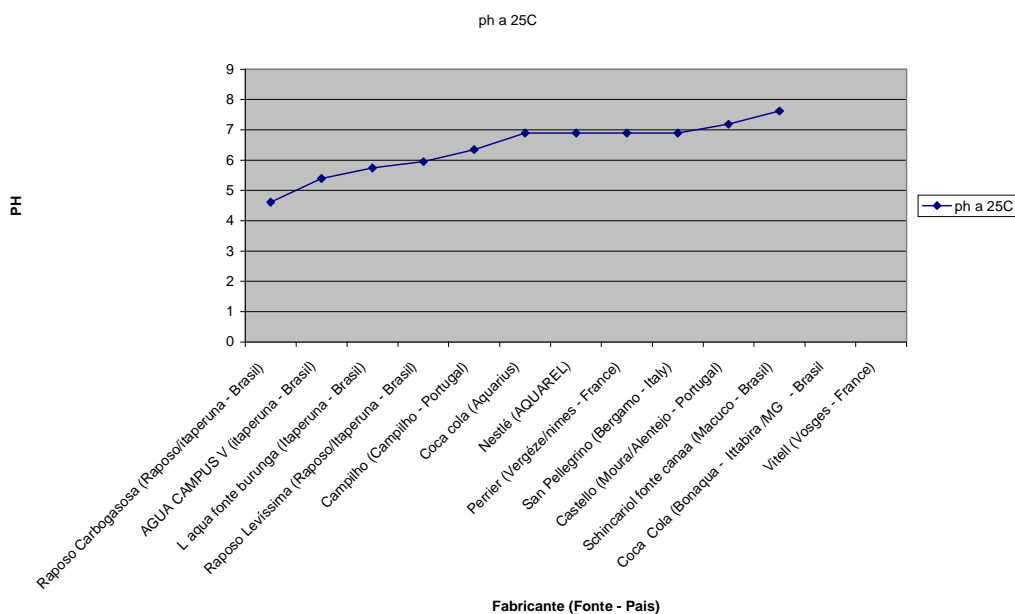


Figura Anexo 04 – pH para cada tipo de água.

**Referências**

- [1] WALLING, C., Free Radicals in Solution, John Wiley & Sons, Inc., 631p, USA, 1957.
- [2] TECHNOLOGY DEMONSTRATION SUMMARY, Perox-Pure Chemical Oxidation Technology; Peroxidation Systems, Inc.; United States Environmental Protection Agency, Center for Environmental Research Information, EPA/540/SR-93/501, 1993, USA.
- [3] PAREKH, B. S., Get Yours Process Water To Come Clean, Chemical Engineering, McGraw-Hill Publication, p.70-85, january 1991.
- [4] MITSUBISHI-GAS-CHEM-CO DEMANDE DE BREVET (DBREV) JP 04/338284, Treating Wastewater Discharge From Platin Process Comprises Irradiating With UV Light To Convert E. G. Phosphoric Acid, After Adding Hydrogen Peroxide To Solution, 1991, Japão
- [5] HERMANN, G. R.; Destruição de cianetos pelo uso combinado de peróxido de hidrogênio e luz UV solar, Projeto final de graduação, Dep. C. Materiais e Metalurgia PUC-Rio, 45p, 1993, Rio de Janeiro; Brasil
- [6] JOURNAL OF PHOTOCHEMISTRY, Photochemical Reduction of Gold (III) on Semiconductor Dispersions of TiO<sub>2</sub> in the Presence of CN<sup>-</sup> Ions: Disposal of CN<sup>-</sup> by Treatment with Hydrogen Peroxide, 36 (1987); p373-383, USA
- [7] AL-EKABI, H.; A New Reactor For Photocatalytic of Organics (Esp. Dichlorophenol And Nitrobenzene) In Wastewaters in the Presence of Titanium Dioxide, UV Rays, and Hydrogen Peroxide; Chemical Engineering (CHENA); V 97; NR9, p.17, 1990, USA
- [8] CHEMICAL ENGINEERING (CHENA), Pilotscale Reactor For Photodecomposition of Organic Compounds (E.G. Trichloroethylene) by Catalytic Action of Titanium Dioxide Enhanced By Addition of Hydrogen Peroxide in Presence of UV Rays, v97; NR9, p.17, 1990, USA.
- [9] VOLOVITZ, J ;“The Living Machine” ; <http://www.rps.psu.edu/0009/machine.html> , vol 21, capitulo 3, USA, 2000
- [10] LIVING DESIGNS GROUP, LCC, “Living Designs Group”, <http://www.livingmachines.com/>, USA, 2005

**Abstract**

*Water of good quality will be one of the natural resources scarcest in century XXI. This because the demand necessary to supply the species human being grew more than in six times in last the 100 years. The problems of pollution generated by our species had contributed very and to destroy a great part of the natural sources of good quality. In intention to find options for this crossroads, this project intends as subject to show a overview of the water quality used in Itaperuna City , north west of Rio de Janeiro State en also made a purpose of a process to treatment of effluent named "LIVING MACHINE" and the "photo hydrogen peroxide activation". The union of this two effluent technologies can be used as an efficient one half of treatment of in a period of time the three days or less. Currently technologies of treatment of effluent meet in use diverse with hydrogen peroxide. The abated pollutants are in the majority of the cases, organic, cianeto composites, nitrous and sulphets, arsenic, oxides. For more satisfactory than they are these processes, practical of use the sample that still exists space to improve operational aspects, as well as extending the specter of pollutants that can be abated. For this the union of the photo technologies activation of peroxide, with the technology of "LIVING MACHINE" can generate a cheap, ecologic compatible system, of easy maintenance (or same free of maintenance), and simple in order to be able to be applied to a*



*residence, industry, quarter, city or same region  
only varying the scale.*

**Keywords:** *effluent, photo activated,  
peroxid, living machine.*

## Abundância Absoluta, Relativa e Sazonalidade de Dípteros Califorídeos (Diptera, Calliphoridae) na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.

Roney Rodrigues-Guimarães<sup>(1, 2, 3)</sup>; Ronald Rodrigues Guimarães<sup>(1)</sup>; Hélcio Magalhães Barros<sup>(1)</sup>; Raimundo Wilson de Carvalho<sup>(1,4)</sup> & Gonzalo Efrain Moya-Borja<sup>(3)</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Iguazu (UNIG) – Av. Abílio Augusto Távora, 2134, Nova Iguaçu, RJ.

[roneyrg@gmail.com](mailto:roneyrg@gmail.com); [ronaldr@gmail.com](mailto:ronaldr@gmail.com); [biologia@campus1.unig.br](mailto:biologia@campus1.unig.br)

<sup>2</sup> Universidade Estácio de Sá (UNESA), Rua Oscar Soares, 1466, Califórnia, Nova Iguaçu, RJ.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Rodovia BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ. [gemoya@ufrj.br](mailto:gemoya@ufrj.br)

<sup>4</sup> Laboratório de Ixodídeos – Fundação Oswaldo Cruz, (FIOCRUZ) – Av. Brasil, 4365, Manguinhos, RJ. [raicar@ioc.fiocruz.br](mailto:raicar@ioc.fiocruz.br)

### Resumo

A ocorrência, distribuição e predominância dos dípteros muscóides como, por exemplo, os Calliphoridae e Sarcophagidae em áreas metropolitanas são fatores de grande importância na Saúde Pública, pois os adultos são vetores de patógenos e suas larvas atacam tanto o homem como animais domésticos. A captura da fauna califorídica foi realizada através de armadilhas, iscadas com vísceras frescas de frango, em três ecótopos distintos (rural, urbano e de floresta). Foram capturados 31.480 dípteros califorídeos distribuídos nas seguintes espécies: *Chrysomya megacephala* (54,45%), *C. putoria* (11,18%), *C. albiceps* (13,63%), *Phaenicia eximia* (5,90%), *P. cuprina* (1,07%), *Cochliomyia macellaria* (9,06%), *C. hominivorax* (0,53%), *Hemilucilia segmentaria* (0,80%), *H. semidiaphana* (1,40%), *Mesembrinella bellardiana* (1,24%), *Eumesembrinella* sp. (0,51%), *Chloroprocta idioidea* (0,09%) e *P. sericata* (0,13%). Em relação a flutuação sazonal dos califorídeos capturados nos três ecótopos, o maior número de espécimes ocorreu na área urbana no verão de 2002 e a menor frequência ocorreu no outono de 2002 na área de floresta.

**Palavras-chave:** Calliphoridae, Moscas Varejeiras, Rio de Janeiro, Variação Sazonal.

### 1. Introdução

As moscas, (Insecta: Diptera) têm biologia variada, sendo algumas espécies utilizadas pelo homem como, por exemplo, na entomologia forense (Von Zuben, 2001) e outras podem ter importância médica e veterinária, por sugarem sangue, parasitarem tecidos e ou transmitirem parasitos (Marcondes, 2001). As moscas adultas freqüentam vários ambientes, a depender da espécie e das condições, alimentando-se de várias substâncias (D'Almeida & Lopes,

1983; Rodrigues-Guimarães *et al.*, 2001; Koller *et al.*, 2002 e Fraga & D'Almeida, 2005). Os dípteros pertencentes à família Calliphoridae apresentam uma grande diversidade ecológica ocupando diversos habitats e desenvolvendo-se em variados substratos, por exemplo, matéria orgânica em decomposição e tecidos vivos (Zumpt, 1965).

Os mecanismos que levam um muscóide a ovipor ou larvipor em determinados substratos ainda causam controvérsias. Alguns pesquisadores

sugerem que os odores exalados estimulam as fêmeas a ovipor, enquanto outros afirmam que o comportamento de oviposição se relaciona diretamente com a capacidade das moscas de reconhecer os alimentos larvares (D'Almeida & Mello, 1996).

A ocorrência, distribuição e predominância dos dípteros muscóides como, por exemplo, os Calliphoridae e Sarcophagidae em áreas metropolitanas são fatores de grande importância na Saúde Pública, pois os adultos são vetores de patógenos e suas larvas atacam tanto o homem como animais domésticos (Ferreira, 1978). As moscas varejeiras são dípteros caliptratos de tamanho médio (4 a 16 mm), de coloração escura, com reflexos metálicos azulados, violáceos, esverdeados e ou cúpreos, principalmente no tórax e abdome. São atraídas por matéria orgânica animal ou vegetal em decomposição. (Rodrigues-Guimarães *et al.*, 2004).

Os fatores bióticos e abióticos são responsáveis pela flutuação e composição das populações de dípteros muscóides (Dajoz, 1983). A incidência e a constância está intimamente relacionada à sazonalidade como demonstram Ferreira, (1978 e 1983) e Rodrigues-Guimarães *et al.* (2000, 2001 e 2004).

As diferentes espécies de califorídeos possuem preferências por ambientes diversos, conseqüentemente são encontradas em áreas urbanas, rurais e florestais (Hall, 1948; Avancini, 1988; Baumgartner, 1988 e Rodrigues-Guimarães *et al.* 2004), sendo algumas espécies mais sinantrópicas que outras.

O estudo objetivou fornecer referência sobre o comportamento de califorídeos na Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro, Brasil, que possa servir como subsídios para desenvolvimento de medidas de controle de insetos *de importância médica e sanitária*.

As hipóteses aventadas para nortear o

estudo foram de que a população de moscas califorídeos na Baixada Fluminense é influenciada por fatores climáticos, que podem determinar variações sazonais. Finalmente, verificar se as populações das espécies de califorídeos dos três ecótopos (rural, urbano e florestal) têm comportamento diferenciado.

## 2. Material e Métodos

A captura dos insetos foi realizada com a utilização de armadilhas segundo Ferreira (1978) modificadas por Guimarães & Rodrigues-Guimarães (2003) duas vezes por mês durante dois anos.

O trabalho foi realizado no Estado do Rio de Janeiro, em área urbana, *Campus I* da Universidade Iguazu – UNIG, localizada no município de Nova Iguaçu, em uma área rural, Estação W. O. Neitz – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, localizada no Município de Seropédica, e em uma área florestada, Unidade de Conservação da Reserva Biológica do Tinguá (REBIO – Tinguá) – área do Rio D'Ouro, localizada no município de Nova Iguaçu.

As armadilhas, uma por local de coleta, foram instaladas nas áreas estabelecidas e permaneciam por um período mínimo de uma semana. Em cada armadilha foram colocadas aproximadamente 150 gramas de vísceras frescas de frango, que eram retiradas após a exposição durante sete dias, quando então eram recolhidos os insetos aprisionados. Todos os espécimes foram levados ao Laboratório de Microbiologia e Parasitologia da Universidade Iguazu e acondicionados em álcool hidratado a 70%. Os insetos eram triados de acordo com a Ordem a que pertenciam. Os Díptera: Calliphoridae foram separados de acordo com o sexo para posterior identificação das espécies e os demais espécimes eram apenas identificados

até o nível de Ordem e algumas famílias, assim como quantificados.

A identificação dos espécimes foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico binocular, marca Nikon, modelo SMZ-U, utilizando chaves dicotômicas, segundo Carvalho & Ribeiro (2000) e Mello (2003), para a identificação de dípteros, no laboratório de Microbiologia e Parasitologia e de Zoologia da Universidade Iguazu – UNIG.

As análises comparativas (teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), ao nível de significância de 5%), foram realizadas através do programa estatístico Bioestat 2.0.

Para averiguar se houve diferença entre as populações de cada espécie em relação aos três ecótopos, realizou-se a comparação através do teste de Kruskal-Wallis.

Para a determinação da diversidade biológica e a equitabilidade foi utilizado o programa DivEs - Diversidade de espécies. Versão 2.0, desenvolvido por Rodrigues (2005), disponível no endereço <http://www.ebras.vbweb.com.br/>.

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir dos registros feitos pela Estação Experimental de Seropédica/PESAGRO - (Estação Ecológica Agrícola, Seropédica – RJ).

### 3. Resultados

Foram capturados 31.480 espécimes de califorídeos, sendo 45,87% de machos e 54,13% de fêmeas, pertencentes a três subfamílias: Chrysomyinae, Calliphorinae e Mesembrinellinae, assim distribuídos: *Chrysomya megacephala* (9.028♀ e 8.112♂), *C. putoria* (1.863♀ e 1.655♂), *C. albiceps* (2.504♀ e 1.788♂), *Phaenicia eximia* (1.034♀ e 823♂), *P. cuprina* (201♀ e 137♂), *P. sericata* (29♀ e 13♂), *Cochliomyia macellaria* (1.606♀ e 1.246♂), *C. hominivorax* (93♀ e 75♂), *Hemilucilia*

*segmentaria* (152♀ e 101♂), *H. semidiaphana* (228♀ e 214♂), *Chloroprocta idioidea* (15♀ e 14♂), *Mesembrinella bellardiana* (209♀ e 180♂). *Eumesebrinella sp.* foi a única espécie em que o número de machos (83) foi maior que o número de fêmeas (77).

Entre as 13 espécies capturadas *Chrysomya megacephala* foi a que apresentou a maior abundância relativa, seguida por *C. albiceps* e *C. putoria*. O ecótopo rural foi o que apresentou a maior abundância relativa com sete espécies capturadas, por outro lado não apresentou o maior índice de diversidade. No ecótopo florestal, foram capturadas 13 espécies, apresentando a maior diversidade com equitabilidade menor, porém insignificante quando comparado com o anterior. Notou-se que as espécies, *H. semidiaphana*, *H. segmentaria*, *C. idioidea*, *P. sericata*, *M. bellardiana* e *Eumesebrinella sp.* somente ocorreram nesse ecótopo, o que se supõe ter, este ecótopo, o maior índice de diversidade, já o ecótopo urbano apresentou os menores índices com o mesmo número de espécies capturadas que o rural. O número de espécimes dos ecótopos foram comparados entre si através do teste de Kruskal-Wallis, obtendo-se  $H=2,29$ ,  $p>0,05$ , inferindo-se que, em que pese, os números divergentes obtidos nos índices, principalmente, o de diversidade, não há diferença entre as populações de califorídeos dos três ecótopos estudados (Tabela).

Nas figuras 1 e 2 expõe-se a sazonalidade das espécies nos três ecótopos, comparando-as com as temperaturas e umidade relativa do ar anotadas na Estação Ecológica Agrícola, Seropédica, RJ (PESAGRO). Apurou-se correlação positiva ( $r=0,39$   $p>0,05$ ) e de modo geral, o maior número de espécimes capturado ocorreu no verão. Considerando a umidade relativa do ar, obteve-se, os mesmos resultados relativos à temperatura.

#### 4. Discussão

*C. megacephala* foi a espécie capturada em maior quantidade, com 17.140 exemplares (54,45%), sendo encontrada nos três ambientes estudados: 6.909 exemplares na área urbana (62,38%), 5988 na área rural (53,23%) e 4.243 na área de floresta (46,35%).

*C. megacephala* apresentou sua maior frequência nos verões dos anos de estudo e sua menor frequência no inverno. Nos estudos de Vianna *et al.*, (2004), esta espécie também teve a sua maior flutuação populacional, nos meses de fevereiro e março. Ainda neste mesmo estudo entre dezembro de 1994 e janeiro de 1995 esta espécie também foi a mais frequente. Nos estudos de Paraluppi & Castellón (1994a), *C. megacephala* foi a espécie mais abundante, com 12.590 exemplares, com predominância de fêmeas e maior flutuação sazonal nos meses de setembro de 1988, julho e agosto de 1989, diferindo dos resultados do presente estudo. Os resultados de Koller *et al.* (2002), também não confirmam os achados do presente trabalho, pois foi durante a primavera de 1999 e no mês de julho de 2000 que esta espécie foi mais abundante. Entretanto, Oliveira *et al.*, (1999), obteve esta espécie como a mais abundante no verão, corroborando os resultados do presente estudo. Santos (1995), capturou esta espécie em maior número no mês dezembro e também Barros & Huber (1999), apesar de não ter determinado as espécies do gênero *Chrysomya*, esta, apresentou preferência para armadilha iscada com banana, durante os meses de janeiro a abril. Os resultados obtidos por Lopes (2000), corroboram os do presente artigo, pois esta espécie foi a mais abundante e ocorreu nos três locais de coleta (terreno, escola e hospital) quando a temperatura oscilou entre 30°C a pouco mais de 35°C. Também, Rodrigues-Guimarães *et*

*al.*, (2001), coletaram *C. megacephala* com maior frequência nos meses de janeiro, fevereiro e março e Rodrigues-Guimarães *et al.*, (2004), também encontraram esta espécie em maior frequência no verão, confirmando os achados no presente estudo. Também, Carraro & Milward-de-Azevedo, (1999), coletaram 12.035 exemplares de *C. megacephala* durante o mês de novembro, mês que se observou a segunda maior temperatura média durante o período do experimento, confirmando os resultados do presente estudo.

*C. megacephala*, no presente estudo, teve a sua menor frequência nos meses que representam a estação fria, tanto no ano de 2002 quanto em 2003, resultado que confirma os de Vianna *et al.*, (2004), onde foi observada uma redução acentuada nos meses mais frios do ano. Também, Koller *et al.*, (2002), coletaram esta espécie em menor frequência no mês de junho do período de realização do experimento. Paraluppi & Castellón (1994a), capturaram quatro exemplares desta espécie, nos meses de maio e junho, num total de 1.417 exemplares capturados.

A segunda espécie mais encontrada, neste estudo, foi *C. albiceps* com 4.292 espécimes (13,63%). Segundo Povolny (1971), esta espécie tem preferência por altas temperaturas e suas larvas são predadoras de larvas de outras espécies de moscas, o que assume importância como um dos prováveis fatores que contribuíram para o sucesso da disseminação da espécie no Brasil. Na pesquisa atual, *C. albiceps*, no outono de 2002 e na primavera de 2003 teve sua menor flutuação e no verão, dos dois anos, obteve o seu maior pico populacional, resultados que não confirmam os de Paraluppi & Castellón (1994b), pois nos meses de abril, maio e junho, nas três áreas de estudo (urbana, rural e de mata) esta espécie foi mais frequente na estação seca. Também Vianna *et al.* (2004), coletaram

esta espécie com maior frequência nos meses em que os picos de temperatura foi maior, apesar de que a flutuação populacional para as três espécies de *Chrysomya* apresentou modelo similar, com evidente influência da temperatura. Entretanto, Oliveira *et al.* (1999), obtiveram, para esta espécie, os picos populacionais nos meses de abril, maio e julho, e a menor frequência aconteceu na primavera, resultados que também não conferem com os da presente pesquisa. Santos (1995), coletou *C. albiceps*, apesar do pequeno número de coletas realizadas, em maior número no mês de dezembro, resultados que são confirmados com os deste experimento, pois também na área de floresta e no verão de 2003 que esta espécie teve a seu pico populacional. Também, Rodrigues-Guimarães *et al.* (2001 e 2004), coletaram esta espécie, com maior frequência absoluta, durante as estações de clima quente, entretanto foi no outono que, também, Rodrigues-Guimarães *et al.* (2001 e 2004) obtiveram a menor frequência populacional, resultado que confirmam os achados neste experimento quando comparados com os dados do primeiro ano de pesquisa do presente trabalho. Os estudos realizados por Carraro & Milward-de-Azevedo em 1999, revelaram que *C. albiceps* teve o seu maior pico populacional também no outono.

A terceira espécie mais frequente foi *C. putoria* (= *C. chloropyga*) com um total de 3.518 exemplares (11,18%). Nos estudos de Ferreira (1983), esta espécie ocorreu todos os meses em que se realizou a coleta, porém sua maior abundância foi em janeiro, resultados semelhantes aos do presente trabalho, pois os seus maiores picos populacionais aconteceram nos verões dos dois anos de coleta. Entretanto, Vianna *et al.* (2004), constataram que o pico populacional, desta espécie, aconteceu no outono. Koller *et al.* (2002), coletaram esta espécie em maior quantidade nos meses de

setembro de 1999 e julho de 2000, resultados que diferem dos da presente pesquisa, uma vez que, a maior abundância desta espécie aconteceu no verão dos dois anos de estudo. Nas pesquisas realizadas por Madeira *et al.* (1982), *C. putoria* teve sua maior abundância no mês de julho sendo a mais abundante. Oliveira *et al.* (1999), obtiveram a maior frequência absoluta, desta espécie, no inverno e nas pesquisas realizadas por Ferreira (1983), *C. putoria* teve o maior pico populacional nos meses de dezembro de 1978 e janeiro de 1979, resultados que corroboram o do presente estudo, pois, foi nos verões de 2002 e 2003 que ocorreram a sua maior abundância. Esta espécie também teve a sua maior frequência absoluta nas pesquisas realizadas por Rodrigues-Guimarães *et al.* (2000 e 2004).

A quarta espécie mais frequente foi *C. macellaria* com 2.852 exemplares, com frequência absoluta de 9,06%. Na pesquisa realizada por Ferreira (1978), *C. macellaria* predominou em um dos períodos dos experimentos sendo a maior ocorrência nos meses de janeiro, maio, setembro e outubro, resultados que diferem com os da presente pesquisa, pois foi durante os verões dos anos do experimento, que esta espécie teve os seus maiores picos populacionais. No trabalho de Koller *et al.* (2002), esta espécie teve o maior pico populacional no mês de agosto de 1999 e o seu segundo pico, no mês de julho de 2000, resultados que também diferem dos do presente trabalho, pois foi no outono e no inverno que esta espécie teve a sua menor frequência durante os dois anos de estudo. Nos estudos de Paraluppi & Castellón (1994b) em três áreas distintas (rural, urbana e de floresta), esta espécie foi mais frequente nos meses de setembro e outubro corroborando os do presente trabalho. Entretanto, Madeira *et al.* (1982) capturou o maior número de exemplares de *C. macellaria* em julho. Estudos realizados, por Gomes *et al.* (2000) revelaram a maior

freqüência de *C. macellaria* nos meses de setembro, outubro de dezembro, durante o período chuvoso e quente e a menor abundância foi observada nos meses de junho e julho, durante a época seca, resultados que corroboram os do estudo atual. Oliveira *et al.* (1999), coletaram 29 exemplares de *C. macellaria* sendo 12 durante o verão. Santos (1995), entre os meses de outubro e dezembro (primavera) coletou 206 exemplares. Rodrigues-Guimarães *et al.* (2004), coletaram o maior número desta espécie também na estação quente do ano. Carraro & Milward-de-Azevedo (1999), entre agosto de 1993 e julho de 1994, a espécie *C. macellaria* teve o seu maior pico populacional nos meses de outubro (primavera) e julho (inverno), apesar da espécie ocorrer durante todo o período de coleta, assim, estes resultados confirmam os da presente pesquisa que também teve esta espécie representada nos três ambientes de coleta (rural, urbano e de floresta) e durante todo o período de estudo. Ribeiro *et al.* (1993) explicaram que o pico populacional da *C. macellaria* ocorre nos meses de verão, quando a temperatura está nitidamente elevada, pois Ribeiro *et al.* (1993), capturaram esta espécie sob temperaturas médias semanais superiores a 16°C, ressaltando que 79,2% dos espécimes foram capturados sob temperaturas entre 20 e 24°C.

*P. eximia* foi a quinta mais freqüente com 1.857 exemplares capturados (5,90%). Esta espécie, no outono de 2002 e no inverno de 2003, teve sua menor flutuação e no verão desses dois anos aconteceram seus maiores picos populacionais. Na pesquisa realizada por Oliveira *et al.* (1999) os autores coletaram o menor número desta espécie, durante a primavera e foi durante o outono que aconteceu o maior pico populacional, divergindo dos resultados do presente experimento. Paraluppi & Castellón (1994a) coletaram 129 exemplares, exibindo

um padrão sazonal cuja maior atividade coincidiu com os meses de alta pluviosidade, entre janeiro e abril. Paraluppi (1996) coletou o maior número de exemplares durante o mês de janeiro e o menor durante o mês de junho, confirmando os achados do presente trabalho. Entretanto, Madeira *et al.* (1982), coletaram o maior número de espécimes de *P. eximia* durante o mês de junho e o menor no mês de setembro. Kasai *et al.* (1990), coletaram apenas um exemplar de *P. eximia* durante o mês de agosto, sendo nula a presença desta espécie durante todos os meses do ano. Santos (1995) capturou *P. eximia*, durante o período de outubro a dezembro. Rodrigues-Guimarães *et al.* (2001), nos estudos realizados em uma área de reflorestamento e Rodrigues-Guimarães *et al.* (2004) no *Campus I* da UNIG, coletaram esta espécie, em ambos experimentos, com maior flutuação populacional, durante a estação de clima quente, sendo estes resultados confirmados com os da atual pesquisa.

A sexta espécie mais freqüente foi *H. semidiaphana* (= *H. flavifacies*) com 442 espécimes capturados (1,40%). No outono de 2002 e 2003, esta espécie, teve a sua menor flutuação e no verão de 2002 e na primavera de 2003 aconteceu os seus maiores picos populacionais, resultados que confirmam os dados de Moura *et al.* (1997) *in* Ferreira & Barbola (1998) que encontraram esta espécie, criando-se em carcaças, nos meses mais quentes do ano (verão e primavera). Entretanto, Koller *et al.* (2002), coletaram esta espécie em maior número no mês de julho. Ferreira (1983), coletou *H. flavifacies* (= *H. semidiaphana*), na primeira etapa do experimento, no mês de setembro (primavera) e na segunda etapa o pico populacional aconteceu no mês de abril (outono). Entretanto, Oliveira *et al.* (1999), de dezembro de 1993 a novembro de 1994, coletaram um exemplar no verão e dois exemplares no inverno. Madeira *et al.*

(1982), coletaram esta espécie nos meses de junho e julho. Paraluppi (1996), contabilizou esta espécie com maior frequência no mês de maio. Santos (1995), coletou esta espécie entre outubro e dezembro de 1994, confirmando os resultados de outros autores, com relação a preferência desta espécie pelas estações climáticas com temperaturas mais elevadas. Rodrigues-Guimarães *et al.* (2004), coletaram *H. semidiaphana*, em maior frequência absoluta, durante a primavera. No entanto, Marinho (2002), contabilizou a maior frequência desta espécie durante o mês de julho, divergindo com os resultados anteriormente citados.

*M. bellardiana* foi a sétima espécie em frequência capturada durante o presente estudo totalizando 389 exemplares com frequência 1,24%, sendo apenas encontrada na área florestada (4,25%). No estudo realizado por Marinho (2002), esta espécie foi a terceira mais frequente com 13,7% do total dos Calliphoridae capturados. Todavia, Rodrigues-Guimarães *et al.* (2004) e Ferreira (1983), não encontraram esta espécie em seus estudos.

A oitava espécie capturada em relação a frequência foi *P. cuprina* com 338 exemplares (1,07%). Em relação a variação sazonal, esta espécie, teve a menor flutuação no outono de 2002 e no inverno de 2003 entretanto, foi no verão desses dois anos, que aconteceu o seu maior pico populacional. Oliveira *et al.*, (1999), coletaram esta espécie com maior frequência no outono, porém foi no inverno que ocorreu o menor número de espécimes. Também Madeira *et al.*, (1982), coletaram esta espécie, com maior frequência durante a primavera, entretanto, os resultados do presente estudo, corroboram os de Rodrigues-Guimarães *et al.*, (2001 e 2004), pois foi no verão e no outono que os autores coletaram o maior e menor número desta espécie, respectivamente. Contudo, Marinho

(2002) e Santos (1995) não coletaram esta espécie em seus experimentos.

*H. segmentaria* foi a nona espécie em relação a frequência relativa, encontrada no estudo. Esta espécie foi encontrada apenas na área florestada com 253 exemplares (2,77%). *H. segmentaria* obteve seus menores índices de flutuação sazonal na primavera de 2002 e no outono e no inverno de 2003, porém a maior flutuação sazonal em 2002 e 2003 aconteceu no verão. Santos (1995) coletou esta espécie durante a primavera, contudo Marinho (2002) capturou *H. segmentaria*, com maior frequência durante o inverno. Rodrigues-Guimarães *et al.* (2000) coletaram esta espécie durante a primavera. Contudo, Rodrigues-Guimarães *et al.* (2001), capturaram esta espécie, com maior e menor frequência durante o inverno e o outono, respectivamente. Mas, foi na primavera que, Rodrigues-Guimarães *et al.* (2004), que *H. segmentaria* foi coletada em maior quantidade e no inverno, em menor. Os estudos realizados por Ferreira (1983), revelaram que esta espécie foi encontrada com maior frequência, no período de 1975-1976, durante o inverno e na segunda etapa do experimento, durante julho e dezembro de 1978 e janeiro-fevereiro de 1979, a maior frequência foi no mês de julho, caracterizando a presença desta espécie, com maior frequência, nos meses de temperatura mais baixa. Kasai *et al.* (1990), nas coletas realizadas entre abril e setembro de 1984, capturaram esta espécie apenas nos meses de abril (três exemplares) e no mês de setembro (um exemplar). Contudo, Paraluppi (1996), capturou esta espécie, em maior quantidade, durante o mês de novembro. Os resultados obtidos por Oliveira *et al.* (1999), revelaram que *H. segmentaria* foi capturada com maior e menor frequência durante o inverno e verão, contradizendo os resultados do presente estudo. Também, Ferreira & Barbola (1998), coletaram esta espécie na



zona florestada durante o verão e a primavera, resultados que são corroborados com os do presente estudo.

*C. hominivorax* foi a décima espécie encontrada com 168 exemplares (0,53%), tendo no outono e verão de 2002 e 2003, a sua menor e maior flutuação sazonal, respectivamente. Gomes *et al.* (1998), coletaram *C. hominivorax* durante todo o período de experimento, entretanto, as maiores capturas foram verificadas no período considerado como época seca, que compreende os meses de maio a setembro, enquanto que para o período chuvoso, que compreende os meses de outubro a abril, a média foi menor, resultado que divergem com os do presente estudo. Contudo, os resultados obtidos por Oliveira *et al.* (1999) corroboram os do presente experimento, pois foi no verão que esta espécie teve a sua maior frequência. Também, Koler *et al.* (2002), coletaram, esta espécie, durante todos os meses de captura, entretanto foram nos meses de agosto e setembro de 1999 e no mês de julho de 2000 que houve o maior pico populacional, tendo este último a maior frequência desta espécie. Esses resultados diferem dos apresentado no presente trabalho. Wiegand *et al.* (1991), observou que o pico populacional ocorreu no outono, influenciado pela alta temperatura média mensal do verão, resultados semelhantes aos do presente estudo. Também, Ribeiro *et al.* (1993), demonstrou que esta espécie foi encontrada em maior quantidade durante o outono, quando a temperatura está mais amena em relação às temperaturas do verão.

*Eumesebrinella sp.* décima primeira espécie encontrada, foi capturada apenas na região de floresta, totalizou 160 espécimes (1,74%). A frequência relativa em relação ao total de espécimes capturados foi de 0,51%. *Eumesebrinella*, no presente estudo, na primavera e no verão de 2002 teve as suas menores e maiores flutuações, respectivamente e no ano de 2003, a menor

ocorrência, foi no outono e a maior aconteceu no verão. Contudo, Marinho (2002), coletou *Eumesebrinella sp.* no período de maio de 2001 a abril de 2002, não determinando o período de variação sazonal naquele estudo. Devido a inexistência de trabalhos, em relação a flutuação sazonal deste gênero na literatura consultada, ficou impossibilitado o processo de análise comparativa a partir dos resultados obtidos no presente estudo.

*P. sericata* foi a décima segunda espécie encontrada com 42 exemplares (0,13%) apenas na área de floresta (0,45%). Esta espécie, teve o seu menor índice de flutuação populacional, na primavera de 2002, com nenhum espécime capturado. Porém, no verão, desse mesmo ano, ocorreu a sua maior flutuação com quatro exemplares capturados. Também na primavera e no inverno de 2003, aconteceu a seu menor e maior pico populacional, respectivamente. Figueroa-Roa & Linhares (2002), durante o período de setembro de 1996 a agosto de 1997, revelaram que esta espécie ocorreu com maior frequência no mês de janeiro seguido do mês de fevereiro, cuja variação anual, desta espécie, tem relação direta com as temperaturas médias, aumentando seu número nos meses de maior temperatura e desaparecendo nos meses de menor temperatura. Resultados que concordam com os do presente experimento, quando comparados com os dados das coletas referentes ao ano de 2002, entretanto, divergem com os dados obtidos, através das coletas referentes ao ano de 2003. Nos estudos de Ferreira (1978), esta espécie ocorreu durante todas as estações do ano, entretanto, sua maior frequência foi no inverno, confirmando os resultado do presente experimento quando comparado com os dados referentes ao ano de 2003. Ainda Ferreira (1983), *P. sericata*, no período entre 1975-1976, durante a primavera, e no período de julho e dezembro

de 1978 e janeiro-fevereiro de 1979, o seu maior pico populacional aconteceu no mês de julho, também confirmando os achados no artigo em discussão. Os estudos realizados por Madeira *et al.* (1982) revelaram que *P. sericata* foi coletada apenas no mês de setembro divergindo dos resultados do presente trabalho.

A espécie com menor frequência foi *C. idioidea* também encontrada apenas na área florestada com 29 exemplares (0,32%) e 0,09% do total de dípteros capturados. *C. idioidea*, no presente estudo, no ano de 2002, teve a sua menor flutuação entre primavera e o verão e a maior aconteceu no outono e no inverno. No ano de 2003 a sua menor incidência ocorreu entre outono e a primavera. Entretanto, a maior flutuação dessa espécie, neste ano, aconteceu no verão. Nos estudos de Koller *et al.* (2002), durante agosto de 1999 e julho de 2000, esta espécie teve o seu maior pico populacional no mês de julho e a menor ocorrência aconteceu o mês de outubro, resultado que confirmam os do presente artigo, quando comparados com os elementos obtidos no período referente ao ano de 2002, porém discordam quando checados com os do ano de 2003. Marinho (2002) coletou esta espécie durante o período de maio de 2001 a abril de 2002, entretanto não foi determinada a sua variação sazonal. Também, Santos (1995), durante os meses de outubro e dezembro de 1994, coletou *C. idioidea*, não determinando a variação sazonal, porém, de acordo com o período de pesquisa, estes resultados corroboram os do presente experimento, uma vez que, durante a primavera também foram coletados exemplares desta espécie. Paraluppi & Castellón (1994a) no levantamento taxonômico e sazonalidade, coletaram esta espécie com maior ocorrência na área de mata, corroborando os do presente artigo, entretanto a maior frequência aconteceu em setembro de 1998 e abril de 1999,

divergindo com os dados obtidos no presente experimento. Os estudos de Paraluppi (1996), revelaram que esta espécie ocorreu, com maior frequência, nos meses de janeiro e dezembro durante o período de pesquisa, confirmando os resultados achados no presente artigo, quando comparados com os dados auferidos durante as pesquisas realizadas no período de 2003.

## 5. Conclusões

Os fatores climáticos aferidos, temperatura média e umidade relativa do ar, determinam variação sazonal para cada uma das espécies de califorídeos presentes nos três ecótopos estudados;

As espécies *C. megacephala*, *C. albiceps*, *C. putoria*, *P. eximia*, *P. cuprina*, *C. macellaria*, e *C. hominivorax* são encontradas nos ecótopos urbano e rural;

As espécies *C. megacephala*, *C. albiceps*, *C. putoria*, *P. eximia*, *P. cuprina*, *C. macellaria*, *C. hominivorax*, *C. idioidea*, *H. semidiaphana*, *H. segmentaria*, *P. sericata*, *M. bellardiana* e *Eumesebrinella* sp. são encontradas no ecótopo florestal;

A abundância das espécies foi maior nas estações de clima quente;

As populações de califorídeos nos três ecótopos são iguais estatisticamente.

## Referências bibliográficas

- [1] AVANCINI, R. M. P. 1988. The influence of non-protein diet on ovarian development in *Chrysomya putoria* (Diptera, Calliphoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 32(2):103-105.
- [2] BARROS, L. A. & HUBER, F. 1999. Frequência de moscas (Diptera, Cyclorrhapha) de importância médica veterinária no zoológico da Universidade Federal de Mato Grosso,

- Brasil. **Parasitologia al Día**, **23**(1-2):53-56.
- [3] BAUMGARTNER, D. L. 1988. Spread of introduced *Chrysomya* blowflies (Diptera, Calliphoridae) in the Neotropic with records new to Venezuela. **Biotropica**, **20**:167-68.
- [4] CARRARO, V. M. & MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V. 1999. Quantitative description of calliphorid dipterans captured on the *Campus* of the Federal Rural University of Rio de Janeiro using sardine bait. **Revista Brasileira de Zootecias**, **1**(1):77-89.
- [5] CARVALHO C. J. B. & RIBEIRO, P. B. 2000. Chave para identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, **9**(2): 169-173.
- [6] D' ALMEIDA, J. M. & LOPES, H. S. 1983. Sinantropia de dípteros calíptros (Calliphoridae) no Estado do Rio de Janeiro. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, **6**(1):31-38.
- [7] D' ALMEIDA, J. M. & MELLO, R. P. 1996. Comportamento de Dípteros Muscóides Frente Substratos de Oviposição, em Laboratório, no Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, **91**(1):131-136.
- [8] DAJOZ, J. P. 1983. **Ecologia Geral**. 4ª edição. Petrópolis, Editora Vozes. 472p.
- [9] FERREIRA, M. J. M. & BARBOLA, I. F. 1998. Sinantropia de Calíptros (Insecta, Diptera) de Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, **58**(2): 203-209.
- [10] FERREIRA, M. J. M. 1978. Sinantropia de dípteros muscóides de Curitiba, Paraná, I. Calliphoridae. **Revista Brasileira de Biologia**, **38**(2):445-454.
- [11] FERREIRA, M. J. M. 1983. Sinantropia de Calliphoridae (Diptera) em Goiânia, Goiás. **Revista Brasileira de Biologia**, **43**(2):199-210.
- [12] FIGUEROA-ROA, L. & LINHARES, A. X. 2002. Synantropy of the de Los Calliphoridae (Diptera) from Valdivia, Chile. **Neotropical Entomology**, **31**(2):233-239.
- [13] FRAGA, M. B. & D'ALMEIDA, J. M. 2005. Observações preliminares sobre a atratividade por diferentes cores em Calliphoridae (Diptera), Niterói, RJ. Brasil. **Entomologia y Vectores**, **12**(1): 141-147.
- [14] GOMES, A.; KOLLER, W. W. & BARROS, A. T. M. 2000. Sazonalidade da mosca-varejeira, *Cochliomyia macellaria* (Diptera: calliphoridae), na região dos cerrados, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, **9**(2): 125-128.
- [15] Gomes, A.; Koller, W. W.; Honer, M. R. & Silva, R. L. 1998. Flutuação populacional da mosca *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) (Diptera; Calliphoridae) capturada em Armadilhas Orientadas pelo Vento (W. O. T.), no Município de Campo Grande, MS. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, **7**(1): 41-45.
- [16] GUIMARÃES, R. G. & RODRIGUES-GUIMARÃES, R. 2003. Armadilha usadas para coleta de dípteros Muscóides (Insecta: Diptera). **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, **33**: 281-283.
- [17] Hall, D. G. 1948. The blowflies of North America. Thomas Say Foundation. **Entomological Society of America, College Park, Maryland**, **4**:477 p.
- [18] KASAI, N.; SCHUMAKER, T. T. S.; DELL'PORTO, A. & LA SALVIA, V. 1990. Variação sazonal de dípteros capturados em armadilhas de Magoon modificada, em Santana do Parnaíba,

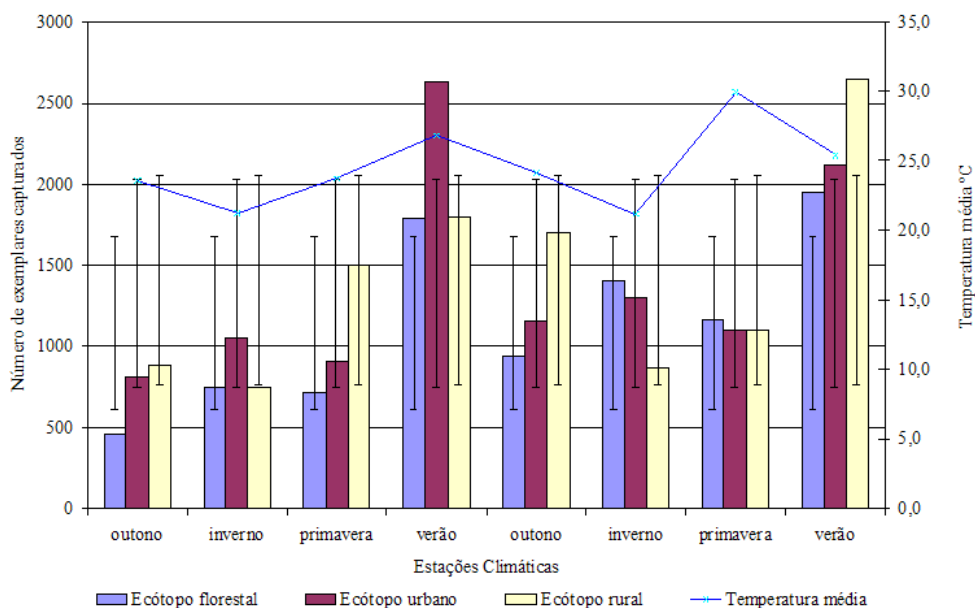
- Estado de São de Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**, **34**(2): 369-380.
- [19] KOLLER, W. W.; GOMES, A.; GOMES, P. R.; UMAKI, A.; SANTOS, S. T. P. & CARVALHO, C. J. B. 2002. Dípteros Calliphoridae em mata ciliar remanescente no interior de pastagem cultivada, em Campo Grande, MS, Brasil. *In: Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária*, 12. Rio de Janeiro.
- [20] LOPES, S. M. 2000. A influência de vários fatores abióticos na atratividade de dípteros muscóides em lixo urbano exposto. **Entomologia y Vectores**, **7**(2): 163-189.
- [21] MADEIRA, N. G.; DIAS, E. S. & MASCARENHAS, C. S. 1982. Contribuição aos conhecimento da fauna de Calliphoridae (Diptera) sinantrópicos da Pampulha – Belo Horizonte, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Entomologia**, **26**(2): 137-140.
- [22] MARCONDES, C. B. 2001. **Entomologia Médica e Veterinária**. São Paulo. Editora Atheneu. 432p.
- [23] MARINHO, C. R. 2002. Diversidade de Califorídeos (Diptera) na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Iguaçu. 68p.
- [24] MELLO, R. P. 2003. Chave para identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. **Entomologia y Vectores**, **10**(2): 255-268.
- [25] MOURA, M. O.; CARVALHO, C. J. B. & MONTEIRO-FILHO, L. A. 1997. **A Preliminary Analysis of Insects of Medico-legal Importance in Curitiba, State of Paraná**. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **92**(2): 269-274.
- [26] OLIVEIRA, V. C.; D' ALMEIDA, J. M.; SANTOS, M. J. P. & SANAVRIA, A. 1999. Dinâmica populacional dos dípteros Calliphoridae na Fundação Rio-Zoo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Entomologia y Vectores**, **6**(3):264-276.
- [27] PARALUPPI, N. D. & CASTELLÓN, E. G. 1994a. Calliphoridae (Diptera) in Manaus, Amazonas. II. Flight activity pattern in five species. **Revista Brasileira de Zoologia**, **10**(4):665-672.
- [28] PARALUPPI, N. D. & CASTELLÓN, E. G. 1994b. Calliphoridae (Diptera) in Manaus: I. Taxonomic survey and seasonality. **Revista Brasileira de Entomologia**, **38**(3-4): 661-68.
- [29] PARALUPPI, N. D. 1996. Calliphoridae (Diptera) da Bacia do Alto Urucu, Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **13**(3):553-559.
- [30] POVOLNY, D. 1971. Synantropy *in*: Greenberg, B. Flies and Diseases: Ecology, classification, and biotic associations. **Princeton University Press**, **1**:17-54.
- [31] RIBEIRO, P. B.; BRUM, J. G. W.; COSTA, P. P. R. & SAUL, I. 1993. Influência da temperatura na captura de califorídeos em armadilhas W. O. T. *Cochliomyia hominivorax* e *C. macellaria*. (Diptera: Calliphoridae). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, **2**(1): 53-54.
- [32] RODRIGUES- GUIMARÃES, R.; MOYABORJA, G. E.; PILE, E. A.; GUIMARÃES, R. R. & SAMPAIO, F. R. 2004. Constance coefficient of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brazil. **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, **35**: 251-255.
- [33] RODRIGUES, W. C. 2005. **DivEs - Diversidade de espécies. Versão 2.0. Software e Guia do Usuário**. Disponível em:

- <<http://www.ebras.vbweb.com.br>>.  
Acesso em: 02 nov., 2005.
- [34] RODRIGUES-GUIMARÃES, R.; GUIMARÃES, R. R.; PILE, E. A. M.; NORBERG, A. N. & QUEIROZ, M. M. C. 2001. Ocorrência de dípteros califorídeos (Diptera: Calliphoridae) no Campus I da Universidade Iguazu – UNIG, Nova Iguazu, Rio de Janeiro, Brasil. **Entomologia y Vectores**, **8**(2):245-260.
- [35] RODRIGUES-GUIMARÃES, R.; GUIMARÃES, R. R.; QUEIROZ, M. M. C.; PILE, E. A. M.; DUTRA, A. E. A. & SERRA-FREIRE, N. M. 2000. Ocorrência de dípteros califorídeos (Diptera: Calliphoridae) na Campo de Instrução do Gericinó – Nilópolis, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Ciências Biológicas e da Saúde**, **1**(1):67-71.
- [36] SANTOS, A. R. 1995. Contribuição ao conhecimento da Família Calliphoridae (Diptera: Cyclorrhapha) na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguazu, Estado do Rio de Janeiro. **Monografia para Obtenção do Título de Especialista em Entomologia**. FIOCRUZ. 28p.
- [37] VIANNA, E. E. S.; COSTA, P. R. P.; FERNANDES, A. L. & RIBEIRO, P. B. 2004. Abundância e flutuação das espécies de *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) em Pelotas, Rio de Grande do Sul. **Iheringia Serie Zoologia**, **94**(3): 231-234.
- [38] VON ZUBEN, C. J. 2001. Zoologia Aplicada: Recentes avanços em estudos de entomologia forense. **Entomologia y Vectores**, **8**(2):173-183.
- [39] WIEGAND, M. M.; RIBEIRO, P. B.; BRUM, J. G. W. & COSTA, P. R. P. 1991. Flutuação populacional de *Cochliomyia hominivorax* e *C. Macellaria* (Diptera: Calliphoridae) no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, **43**(2): 155-162.
- [40] ZUMPT, F. 1965. **Myiasis in man and animals in the Old World**. Butterworths, London, 257p.

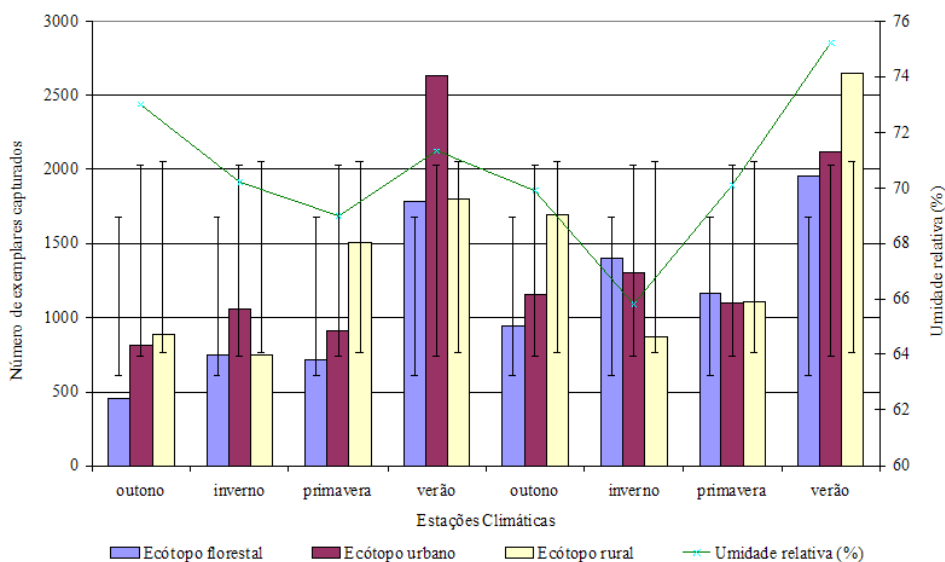
### Abstract

*Their occurrence, distribution and predominance in metropolitan areas are factors of great importance in the Public Health, because its adults are vectors of pathogens and its larvae attack the man as well the domestic animals. The capture of the calliphorid fauna was realized if through traps, bait with viscera cool of chicken, in three distinct ecotypes (rural, urban and of forest). 31.480 califorids dipterans distributed in the following species had been captured: **Chrysomya megacephala** (54,45%), **C. putoria** (11,18%), **C. albiceps** (13,63%), **Phaenicia eximia** (5,90%), **P. cuprina** (1,07%), **Cochliomyia macellaria** would (9,06%), **C. hominivorax** (0,53%), **Hemilucilia segmentaria** would (0,80%), **H. semidiaphana** (1,40%), **Mesembrinella bellardiana** (1,24%), **Eumesebrinella sp.** (0,51%), **Chloroprocta idioidea** (0,09%) and **P. sericata** (0,13%). About the seasonal fluctuation of the captured in the three different ecotypes, the biggest specimen number occurred in the urban area in the summer of 2002 and the lesser frequency occurred in the autumn of 2002 in the forest area.*

**Key-words:** Blowfly, Calliphoridae, Rio de Janeiro, Seasonal Variation.



**Figura 1** – Comparação da fauna de californídeos de acordo com a temperatura registrada na Estação Ecológica Agrícola (PESAGRO), Seropédica, RJ, capturada nos municípios de Nova Iguaçu e Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, Brasil, entre outono/abril de 2002 e o verão/março de 2004.



**Figura 2** – Comparação da fauna de californídeos de acordo com a umidade relativa do ar registrada na Estação Ecológica Agrícola (PESAGRO), Seropédica, RJ, capturada nos municípios de Nova Iguaçu e Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, Brasil, entre outono/abril de 2002 e o verão/março de 2004.

Tabela - Califórniídeos capturados nos ecótipos, floresta, urbano e rural, distribuídos conforme Abundância Absoluta e Abundância Relativa. Municípios de Nova Iguaçu e Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Entre o outono/abril de 2002 e o verão/março de 2004.

Espécies de califórniídeos	Ecótipos						Total
	Floresta		Urbano		Rural		
	Abundância Absoluta	Abundância Relativa (%)	Abundância Absoluta	Abundância Relativa (%)	Abundância Absoluta	Abundância Relativa (%)	Abundância Absoluta
<i>Chrysomyinae</i>							
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)	4243	46,35	6909	62,38	5988	53,23	17140
<i>C. albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	786	8,58	1645	14,85	1861	16,53	4292
<i>C. putoria</i> (Wiedemann, 1818)	1007	11	1269	11,46	1242	11,04	3518
<i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius, 1775)	802	8,76	760	6,86	1290	11,47	2852
<i>C. hominivorax</i> (Coquerel, 1858)	42	0,46	39	0,36	87	0,77	168
<i>Chloroprocta idioidea</i> (Robineu-Desvoidy, 1830)	29	0,32	0	0	0	0	29
<i>Hemitecilia semitaiphana</i> (Rondani, 1850)	442	4,82	0	0	0	0	442
<i>H. segmentaria</i> (Fabricius, 1805)	253	2,77	0	0	0	0	253
<i>Calliphorinae</i>							
<i>Phaenicia eximia</i> (Wiedemann, 1819)	861	9,4	367	3,31	629	5,6	1857
<i>P. cuprina</i> (Wiedemann, 1830)	99	1,1	86	0,78	153	1,36	338
<i>P. sericata</i> (Meigen, 1826)	42	0,45	0	0	0	0	42
<i>Mesembrinellinae</i>							
<i>Mesembrinella bellarçiana</i> (Aldrich, 1922)	389	4,25	0	0	0	0	389
<i>Eumecurus niella</i> sp. (Townsend, 1931)	160	1,74	0	0	0	0	160
Total	9155	100	11075	100	11250	100	31480
Abundância relativa por ecótipo	29,08		35,18		35,74		100
Diversidade de Shannon-Weaver	0,78		0,51		0,60		-
Equitabilidade	0,70		0,60		0,71		-

H=2,29 p<0,05.