

No. 002/DDAS/09

DATA: 21/12/2009

## DESCRIÇÃO DO LAUDO PERICIAL

**LOCAL: BIOTÉRIO CENTRAL/PROINFRA**

### SETORES PERICIADOS:

- Direção
- Canis
- Pombal
- Ovinos
- Sala de Roedores
- Sala de Cobaías
- Sala de Coelhoos
- Setor de Limpeza e Higienização

### 1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de verificar se as atividades desenvolvidas pelos servidores do Biotério Central/PROINFRA são realizadas em condições insalubres e/ou perigosas, a equipe técnica da DSST/DDAS realizou visita técnica a todas as instalações desta unidade. Esta visita contou com a presença da Médica do Trabalho Norma Garcia Lopes e do Engenheiro de Segurança do Trabalho Marcelo Fontanella Webster, bem como contou com a participação de vários trabalhadores dos setores analisados, inclusive da direção.

Norma Garcia Lopes  
Médica do Trabalho  
CRM - 3323  
SSO/DDAS/PROHS

Marcelo Fontanella Webster, Msc  
Engenheiro de Segurança do Trabalho  
CREA/SC 37489-0 UFSC 110153  
Biotério 21/12/09 Laudo 002/2009

Marcelo Fontanella Webster, Msc  
Engenheiro de Segurança do Trabalho  
CREA/SC 37489-0 UFSC 110153

## 2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NOS SETORES

São desenvolvidas atividades de manutenção e reprodução de animais de pequeno porte para pesquisa, como: cães, camundongos, rato, coelhos, ovelhas, pombos, etc.

## 3- EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

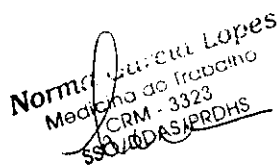
Para as diligências em questão, não foram utilizados equipamentos de medição, tendo em vista os riscos serem de características qualitativas.

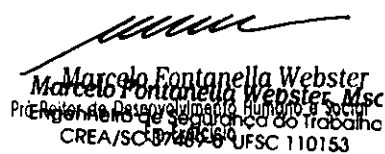
## 4- METODOLOGIA EMPREGADA

Nesta revisão de laudo pericial de insalubridade e periculosidade, aplicou-se a seguinte metodologia:

- Visita técnico-pericial nos locais de trabalho, realizada pela equipe técnica da DDAS.
- Antes das visitas aos locais de trabalho, foram observados os laudos anteriores, bem como os registros existentes no banco de dados do DDAS, no que diz respeito a segurança do trabalho de cada ambiente
- A emissão do laudo seguiu os procedimentos da análise quantitativa da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho.

## 5 AGENTES FÍSICOS/QUÍMICOS/BIOLÓGICOS, ANÁLISE DE INSALUBRIDADE E PERICULOSIDADE (ver tabela anexo)

  
Norma Lucretia Lopes  
Medicina do Trabalho  
CRM - 3323  
SSO/DDAS/PRDHS

  
Marcelo Fontanella Webster  
Msc  
Pró-Reitor de Desenvolvimento Humano e Social  
Coordenador de Segurança do Trabalho  
CREA/SC 074879-0 UFSC 110153

**LAUDO PERICIAL****CARACTERIZAÇÃO DA INSALUBRIDADE E/OU PERICULOSIDADE**

(Decreto 97.458 de 15/01/89)

LOCAL DE EXERCÍCIO OU TIPO DE TRABALHO REALIZADO	AGENTE NOCIVO À SAÚDE OU IDENTIFICADOR DO RISCO	GRAU DE AGRESSIVIDADE AO HOMEM		ADICIONAL A SER CONCEDIDO [%]	
		Tolerância Conhecida/ Tempo	Medição Efetuada/ Tempo	INSALU- BRIDADE	PERICU- LOSIDADE
Sala de Roedores	Risco químico: Exposição a Amônia acima de LT (*).  Risco Biológico Trabalho habitual em contato com fezes, coleta de sangue e vacinação de animais	14 mg/m <sup>3</sup>  Qualitativa	4 medições: todas > 14mg/m <sup>3</sup>  Habitual	Média  Máxima	Não há.
Pombal	Risco Biológico Trabalho habitual em contato com animais de procedência externa (natureza) com possibilidade de contaminação	Qualitativo	Habitual	Máxima	Não há.
Limpeza e higienização	Risco Biológico Fezes de animais inclusive de pombos	Qualitativo	Habitual	Máxima	Não há
Atividades de veterinária: Pombal, Canis, Ovinos, Coelhos	Risco Biológico Trabalho habitual em contato com fezes, coleta de sangue e vacinação de animais	Qualitativo	Habitual	Máxima	Não há.
Manutenção e Criação: Canis, Ovinos, Coelhos	Risco Biológico Trabalho habitual em contato com fezes e mordida de animais	Qualitativo	Habitual	Máxima	Não há.
Direção e demais setores administrativos	Não há.	-	-	Não há	Não há

- Lei 8270/91 Art. 12- 5%, 10% e 20% equivalem respectivamente ao grau mínimo, médio e máximo.  
**MEDIDAS CORRETIVAS – COMENTÁRIOS**  
- Os servidores fazem jus ao adicional de insalubridade e/ou periculosidade quando desenvolvem atividades em exposição **habitual e permanente**, aos agentes nocivos.  
-O fornecimento e o uso de EPIs apropriados para os agentes de risco, quando a proteção coletiva for insuficiente, se faz necessário.  
(\*) Conforme medições realizadas pelo Departamento de Eng. Sanitária e Ambiental da UFSC (anexo)

Norma Garcia Lopes  
Medicina do Trabalho  
CRM 13323  
SSO/DDAS/PRDHS

Marcelo Fontanella Webster, Msc  
Engenheiro de Segurança do Trabalho  
CREA/SC 37489-0 UFSC 110153



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO**

**Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**



**ENS 5133 – CONTROLE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA  
SEMESTRE 2006 - 01**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DA DISCIPLINA (TCD)**

***ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR DO  
BIOTÉRIO CENTRAL DA UFSC***

Por

Fernando Grison  
Marcelo M. C. S. Fonseca  
Mariana Moller de Limas  
Roberta Becker Montibeller

Acadêmicos do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária-Ambiental

**RESUMO:** Um dos problemas atuais referentes à qualidade do ar em ambientes internos é a alta concentração de amônia em biotérios. Isso acontece devido a grande quantidade de fezes e urina dos animais criados nestes locais. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a qualidade do ar das salas dos roedores do Biotério Central da UFSC. Para isso foram realizadas análises físico-químicas e olfatométricas a fim de quantificar a concentração de amônia que pode ser prejudicial à saúde dos animais e dos seus servidores. Também foram aplicados questionários aos servidores para saber sobre suas reais condições de trabalho. Pelas análises físico-químicas constatou-se que a concentração de amônia encontra-se fora dos limites permitidos pelo Ministério do Trabalho. Nas análises olfatométricas, em geral, os resultados também mostraram altos valores para concentração odorante das amostras de ar do biotério.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade do ar; amônia; biotérios; análises físico-químicas; análises olfatométricas.

Florianópolis, 14 de agosto de 2006.

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1. Objetivos Gerais.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
3.1. Odores.....	3
3.2. Olfatometria.....	4
3.4. Valores Orientadores para Amônia.....	7
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
4.1 Identificação do Problema.....	7
4.2 Caracterização do local de coleta.....	7
4.3 Coletas das Amostras.....	8
4.3.2 Coleta de Amônia por Absorção.....	8
4.3.1 Coleta de Ar para Análise Olfatométrica.....	9
4.4 Análises Realizadas.....	9
4.4.1 Análise da Amônia.....	9
4.4.2 Análises Olfatométricas.....	11
<b>5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>12</b>
5.1 – Resultados do Questionário.....	12
5.2 Umidade nos Dias de Coleta.....	13
Data.....	13
5.3 – Resultados da Análise da Amônia.....	13
5.4 Resultados da Análise Olfatométrica.....	14
5.4.1 – Concentração Odorante.....	14
5.4.2 – Intensidade, Valor Hedonístico e Caráter do Odor.....	16
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>18</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Biotérios são instalações capazes de produzir e manter espécies animais destinadas a servir como reagentes biológicos em diversos tipos de ensaios controlados.

para atender as necessidades dos programas de pesquisa, ensino, produção e controle de qualidade nas áreas biomédicas, ciências humanas e tecnológicas. Um dos problemas que ocorre neste tipo de ambiente é a grande quantidade de fezes e urina dos animais criados nestes locais. Isso pode resultar em concentrações elevadas de amônia no ar que pode interferir na saúde dos animais e dos seus criadores.

O Biotério Central da Universidade Federal de Santa Catarina, que tem por missão produzir reagentes biológicos de qualidade, atendendo a comunidade universitária, nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, não é exceção quanto a este tipo de problema. A fim de avaliar as condições sanitárias relacionadas à concentração de amônia neste local foram realizadas análises físico-químicas e olfatométricas, com o apoio da equipe técnica do Laboratório de Qualidade do Ar (LCQAr) e do Laboratório Integrado do Meio Ambiente (LIMA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Este relatório faz parte do programa da disciplina de Controle de Poluição Atmosférica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivos Gerais**

Analisar a qualidade do ar da sala dos roedores do Biotério Central da UFSC através da quantificação da amônia e por meio da medida da concentração, do poder hedonístico, do caráter e da intensidade do odor no local.

### **2.2. Objetivos específicos**

Os objetivos específicos são:

- Detectar o problema (e em qual das salas do biotério ele é pior) através da aplicação de questionários aos trabalhadores do Biotério Central da UFSC;
- Coletar amônia do ar do biotério por meio da técnica de absorção em ácido clorídrico;
- Coletar amostras de ar em sacos próprios para análises olfatométricas;
- Realizar análises físico-químicas para quantificar a amônia coletada;
- Realizar análises olfatométricas para descobrir a concentração, a hedonicidade, o caráter e a intensidade do odor do ar do biotério;
- Comparar os resultados obtidos com os valores limites estipulados pela legislação.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. Odores**

O odor é uma mistura de moléculas voláteis de origem orgânica ou mineral com propriedades físico-químicas distintas que afetam sensorialmente a mucosa nasal, segundo Belli F<sup>o</sup> e De Melo Lisboa (*apud* Quadros, 2003). Há evidências, mostradas em estudos sob condições controladas, que determinados odores podem induzir a alterações fisiológicas e morfológicas, sobretudo do sistema respiratório cardiovascular (Álvares Jr et.al. 2002).

Os efeitos crônicos dos odores resultam da exposição a repetidos impactos causados por odores objetáveis ou ofensivos, por um longo período de tempo. Já a importância dos odores em baixas concentrações, para o ser humano, está relacionada, especialmente, com a tensão psicológica que eles produzem.

Entretanto, há ainda uma grande dificuldade no estabelecimento de uma relação entre a intensidade e o tempo de exposição com a magnitude dos efeitos citados (Álvares Jr et.al, 2002). Sabe-se que a sensação provocada pela percepção de um odor pode ser considerada sob quatro aspectos: qualitativo (sua natureza específica), detectabilidade e concentração do odor, hedonístico (agradável ou desagradável) e intensivo (Le Cloirec, 1991; Fernandez, 1997).

A qualidade de uma substância odorante é uma medida inteiramente subjetiva. Nela usa-se uma linguagem de analogia baseada em interpretações pessoais. McGinley e McGinley (2002) destacam oito categorias reconhecidas da descrição do odor, em que são ilustradas como a “roda de odor”: vegetal (pepino, alho, cebola, entre outros), frutífero (como por exemplo: cítrico, hortelã, maçã...), floral (como rosa, eucalipto, canela...), medicinal (como álcool, vinagre, mentol...), químico (gasolina, enxofre, verniz, entre outros...), piscoso (amina e peixe morto), ofensivo (como por exemplo vômito, urina e sangue) e térreo (como cogumelo, fumaça e madeira).

A concentração do odor corresponde ao número de diluições necessárias para alcançar o limite de percepção odorante. O valor absoluto é dado pelo fluxo volumétrico da amostra do gás odorante e o ar neutro no instante em que o limite do odor é obtido. É expressa em unidade de odor por metro cúbico.

Já o valor hedônico é uma categoria de julgamento quanto à característica do odor de ser ou não prazeroso. Para Fernandez (1997), a hedonicidade de um odor é imediatamente estimada, podendo ser agradável, aceitável, desagradável ou intolerante. Estas noções são muito subjetivas, porque a sensação olfativa é individualizada.

Por fim, a intensidade percebida de um odor é relativa à sua força acima do limite de reconhecimento. É normalmente medida com um olfatômetro, sendo que o composto de referência é o butanol.

### **3.2. Olfatometria**

A olfatometria se baseia na importância das mucosas olfativas como os únicos captadores disponíveis na avaliação dos odores. Nestes estudos, o detector para avaliação dos odores é o sistema olfativo do ser humano, encarregando-se de discriminar e identificar os corpos odorantes (Belli Fº e De Melo Lisboa, 1998).

Segundo Perrin (1994), a olfatometria consiste em medir a concentração da mistura odorante, expressa em unidade de odor, e a intensidade odorante de uma atmosfera, normalmente expressa em relação aos níveis de odores em uma escala de referência.

O aparelho utilizado na olfatometria é o olfatômetro. Este aparelho permite a realização da diluição de uma mistura odorante por um gás inodoro e a apresentação da mistura diluída a um júri de pessoas a fim de se determinar o limite de percepção. Dependendo do tipo do olfatômetro e do método de cálculo utilizado, a concentração de odor pode ser apresentada de diferentes maneiras.

O ponto de partida para a quantificação dos aspectos relativos ao odor é a definição de sua concentração limite. Podem-se definir diferentes valores limites envolvidos com a percepção do odor. Um dos mais importantes é o limite de percepção olfativa (K50). Este limite indica a concentração na qual 50% do conjunto de indivíduos expostos detectam o odor a que estão sendo submetidos (Bichara, 1997).

Para os procedimentos de coleta, diluição e análise das amostras de ar existem diversas técnicas utilizadas na olfatometria. Segundo Le Cloirec et al. (1991), a olfatometria pode ser trabalhada de duas maneiras: em linha ou não. Para a olfatometria em linha, a atmosfera odorante é coletada com a ajuda de uma sonda, e encaminhada diretamente para dentro do olfatômetro à pressão atmosférica. Já na amostragem para a olfatometria que não é em linha as amostras são coletadas em recipientes próprios para coleta de odores, como sacos e garrafas, e transportados ao laboratório para análise.

Conforme a VDI 3881 - parte 2 (1991), basicamente existem também duas técnicas de amostragem para análise com um olfatômetro: amostragem dinâmica (um fluxo parcial da amostragem a ser investigada é transportado continuamente para o olfatômetro) e amostragem estática (um recipiente é preenchido com a amostra odorante e é conectado ao olfatômetro para investigação).

Já o princípio de amostragem para odores é descrito em Le Cloirec et al. (1991) e na prEN 13725 (1999). Segundo os autores, as amostragens de ar podem ser realizadas pelas técnicas direta (a coleta é realizada por bombeamento da amostra de ar para dentro do saco de amostragem) ou indireta (o saco de amostragem é colocado em um vaso fechado que é conectado, para sucção, em uma bomba de ar, provocando depressão. A amostra de ar é aspirada para dentro do saco).

Todo método de determinação de intensidade ou concentração de um odor necessita de um sistema de diluição. A diluição pode ser efetuada de forma estática (a diluição é obtida introduzindo uma quantidade conhecida de substância odorante em um volume conhecido de gás inodoro contido em um recinto fechado) ou dinâmica (a vazão de ar odorante, neste caso, é diluída de forma contínua em uma vazão de ar puro) (Le Cloirec, 1991).

Com relação à análise da amostra, é necessário que os jurados constituam uma amostra representativa da população padrão. Além disso, segundo a norma prEN 17325 (1999) e Sneath (2001) existem diferentes maneiras para apresentação da amostra odorante ao júri. Uma delas é a escolha forçada. Ao júri são apresentados dois ou mais pontos de saída, sendo que um apresenta o fluxo de odor diluído e o outro(s), o gás neutro. A localização do estímulo, em consecutiva apresentação, é fortuitamente



distribuído em um dos tubos. Ao júri é pedido para indicar qual dos pontos está com o estímulo. Quando o júri tiver dúvida, é pedido para indicar ao acaso.

### 3.3. Amônia

A amônia é um gás incolor a temperatura ambiente, com odor extremamente forte. É um gás tóxico, corrosivo, mais leve que o ar e altamente reativo. Sua fórmula química é  $NH_3$ . De odor bastante característico (pungente), ela é perceptível a concentrações acima de 50 ppm (BUSCA e PISTARINO, 2003).

A amônia dissolve-se facilmente em água, onde se transforma em amônio ( $NH_4^+$ ) conforme a Reação 1 (caráter básico). O deslocamento do equilíbrio da Reação 1 depende do pH do meio.

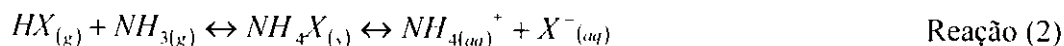


Através da urina os mamíferos eliminam substâncias químicas que estejam em excesso ou que sejam tóxicas ao seu organismo. Desta forma, a amônia é eliminada do organismo destes animais. Ela é produzida pela decomposição enzimática e bacteriológica de compostos nitrogenados (HARTUNG e PHILLIPS, 1994).

Alergias às proteínas da urina do rato aerossolizadas (detectadas pelo cheiro de amônia) são particularmente perigosas, porque tendem a se associar à congestão pulmonar grave. Os sintomas se desenvolvem rapidamente após a entrada de pessoas sensibilizadas em instalações com pouca ventilação ou trocas pouco frequentes das caixas dos animais.

Os sintomas clínicos de uma alergia desenvolvida de laboratório são aumento de secreção ocular, coriza nasal, principalmente à noite, asma ou diminuição do fôlego, ou várias manifestações cutâneas. As reações podem ocorrer de 15 a 20 minutos após a exposição, ou várias horas mais tarde, por exemplo, à noite, depois que a pessoa deixa o local de trabalho, onde manteve contato com animais.

Entretanto, o papel desempenhado pela amônia atmosférica é de fundamental importância para a química ambiental, pois trata-se de um composto capaz de tamponar, em determinada extensão, a acidez provocada por gases e partículas. Reações de neutralização parecem ser, juntamente com as deposições seca e úmida, os meios de remoção mais comuns dos compostos ácidos na atmosfera. A reação abaixo (Reação 2) descreve a representação geral desses processos de neutralização.



O material particulado formado pela neutralização da amônia apresenta maior tempo de residência na atmosfera, quando comparado com a espécie gasosa. Por isso, as partículas constituem um dos principais mecanismos de transporte desses materiais a longas distâncias e, dependendo da concentração, podem afetar o equilíbrio do ecossistema atingido.

Quando cresce a quantidade de material particulado na atmosfera, ocorre uma diminuição da visibilidade. Outra consequência da presença do material particulado fino na atmosfera está associada com possíveis riscos à saúde, decorrentes da ação de partículas inaláveis no trato respiratório. Como as partículas formadas são menores que 2,5 µm, não são retidas nos mecanismos naturais existentes no trato superior respiratório e chegam até os pulmões, provocando danos à saúde do homem.

### **3.4. Valores Orientadores para Amônia**

Conforme anexo nº 11 da NR15, do Ministério do Trabalho, que dispõe sobre agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho (115.015-4 / i4), o limite de tolerância para exposição à amônia de no máximo 48 horas por semana é de 14 mg/m<sup>3</sup> (miligramas por metro cúbico de ar). O grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização é médio.

Existem outros padrões de qualidade do ar e valores limites estabelecidos para amônia por outros órgãos no Brasil. Estes valores, no entanto, não se referem à ambientes internos (fechados), e sim à qualidade do ar externo, e por este motivo não serão abordados neste relatório.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Identificação do Problema**

A fim de investigar sobre as reais condições do ambiente de trabalho dos servidores do Biotério Central da UFSC, foi elaborado um questionário, que foi repassado a esses trabalhadores. O questionário continha perguntas que procuravam identificar em qual das salas do Biotério havia pior cheiro, qual a intensidade e o incômodo causado por este odor e com o que ele se parecia. Com estas informações prévias a equipe pode elaborar de forma mais correta um roteiro de coletas e análises a ser seguido. Todos os questionários respondidos estão anexados a este trabalho.

### **4.2 Caracterização do local de coleta**

O biotério da UFSC trabalha com animais como: *Rattus norvegicus* (Rato Wistar), *Mus musculus* (camundongo Swiss), *Cavia porcellus* (cobaia origem inglesa), *Canis familiares* (cão da raça Beagle), ovinos (ovelha da raça Santa Inês), *Oryctolagus cuniculus* (coelho Nova Zelândia Branco), *Paloma domésticos* (pombo doméstico), *Rana catesbiana* (rã Touro Gigante), e frangos rústicos. Em suas instalações há oito salas adaptadas para a criação de roedores, canis, pequenos criadouros de ovelhas, pombal, entre outras dependências.

As salas dos roedores, por serem fechadas e por contarem com um elevado número de animais, caracterizam um ambiente de trabalho extremamente desagradável, devido ao odor característico das excretas dos animais. Nestas salas, trabalham cerca de sete pessoas, sendo que cada uma, por semana, passa em torno de 40 horas neste local de trabalho.

Com as respostas dos questionários, foi estabelecido que as salas onde havia pior problema de poluição do ar pela amônia eram as salas piloto e de crescimento de ratos. Foi justamente nestas salas em que foram realizadas as coletas para as análises olfatométricas e físico-químicas (para análise da concentração de amônia).

A sala piloto de ratos possui cerca de 30 m<sup>2</sup>, e abriga aproximadamente 870 ratos adultos. É nesta sala que acontece a reprodução dos ratos, gerando inúmeros filhotes (no biotério, cada ninhada de rato origina cerca de 14 filhotes, dos quais somente 8 são mantidos vivos). Já a sala de crescimento de ratos possui aproximadamente 39 m<sup>2</sup>, onde cerca de 1200 ratos adultos são alimentados. Neste local, os ratos chegam a pesar 500g.

### **4.3 Coletas das Amostras**

Foram realizados dois diferentes tipos de coletas: coleta de amostra de ar em sacos para análise olfatométrica e coleta de amônia do ar por absorção. As coletas foram realizadas nos dias 21 e 24 de julho (para a Sala Piloto de Ratos) e 28 e 31 de julho (para a Sala de Crescimento de Ratos), sempre no período da manhã, por volta das oito horas.

Os dias 21 e 28 de julho eram sexta-feira, dia em que ocorrem 50% das trocas das camas dos roedores. Nesta troca também são retirados todos os excrementos, o que diminui a concentração de amônia na sala. Já as amostras do dia 24 e 31 de julho representam uma segunda-feira, justamente quando os funcionários do biotério se sentem mais sensibilizados pelas ruins condições do ar do ambiente em que trabalham. As camas dos roedores já estão há 2 dias sem troca, concentrando amônia. Além disso, no final de semana as salas ficam fechadas e com pouca troca de ar.

#### **4.3.2 Coleta de Amônia por Absorção**

A coleta (pré-concentração) da amostra foi feita por absorção. Foi instalada uma bomba à jusante do sistema, de modo a permitir a sucção dos gases e sua passagem através do mesmo. A vazão do sistema (3L/min) foi determinada através de um medidor de vazão. De tempos em tempos a vazão do sistema era medida novamente para evitar que as perdas do sistema alterassem a vazão da bomba. Um frasco com sílica gel (*Trapping*) foi colocado para proteger a bomba, em caso de refluxo e também para retenção de umidade. O frasco com o ácido clorídrico (ácido para absorção da amônia) foi colocado logo em seguida ao frasco de sílica gel (Figura 1).

A solução de HCl (0,1 N) utilizada para coleta de amônia foi preparada no LIMA, com a supervisão da técnica responsável Arlete Malvina Medeiros. Diluíram-se 8,6 mL de ácido clorídrico concentrado (a 37%, da marca Nuclear) em 1 litro de água destilada, obtendo-se assim a solução desejada.

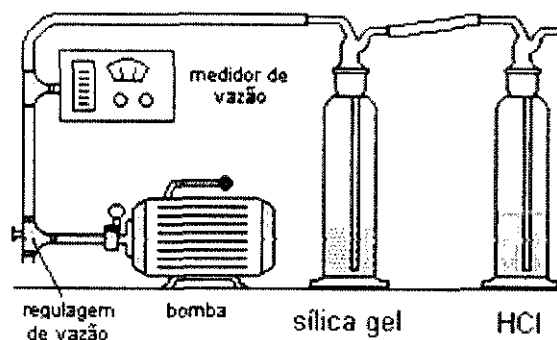


Figura 1 - Esquema da amostragem para a coleta de amônia (NH<sub>3</sub>)

#### 4.3.1 Coleta de Ar para Análise Olfatométrica

A olfatometria realizada durante os experimentos não era em linha, e sua amostragem era estática. Portanto, as amostras foram coletadas em recipientes próprios para coleta de odores, mais tarde conectados ao olfatômetro para investigação. Os recipientes utilizados foram sacos Tedlar® previamente limpos, e posteriormente transportados para o laboratório de análise.

As coletas de amostras de ar para a análise olfatométrica foram realizadas através de um compressor a vácuo, um estabilizador e conexões, além dos sacos já citados. A amostragem foi feita por técnica direta: bombeamento da amostra de ar para dentro do saco de amostragem. A coleta dos gases foi feita por intermédio de uma válvula fixa no saco. Para cada amostra a ser analisada foram coletados dois sacos de ar, ou seja: todas as coletas e as análises foram realizadas em duplicata, a fim de se reduzir ao máximo possíveis erros experimentais. Durante cada coleta a umidade do ar na região foi investigada através de dados *on line* disponíveis no *site* do Laboratório de Hidrologia (LabHidro) da UFSC.

### 4.4 Análises Realizadas

#### 4.4.1 Análise da Amônia

A medição da quantidade de amônia presente no ácido absorvedor (HCl) foi realizada através do aparelho destilador *Velp*. O aparelho utilizado encontra-se no LIMA. O destilador foi lavado antes de se fazer qualquer tipo de medição para eliminar possíveis contaminações no sistema.

As amostras para análise foram preparadas medindo-se 100 ml do volume amostrado na proveta, transferido posteriormente para um béquer. Acrescentaram-se, então, 10 ml de solução tampão borato. Mediu-se o pH, que estava abaixo de 9,5. Para alcançar este valor, foi adicionada uma solução de NaOH (0,1N). A realização deste procedimento é necessária pois a amônia só é liberada em meio alcalino.

Após o preparo, as amostras foram colocadas em um tubo de digestão do aparelho e destiladas (Figura 2), recolhendo-se o destilado em ácido bórico dentro de um

erlenmeyer de 50ml. Depois de destiladas, as amostras foram tituladas com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) até que o ponto de viragem (de verde pra roxo) fosse atingido (Figura 3). Ao fim, anotou-se o volume de ácido gasto na titulação e calculou-se a quantidade de amônia através da Equação 1. Todo este procedimento foi realizado também com uma amostra de água destilada pura, o branco.

$$NH_3(mg/L) = \frac{(a-b) \times 280}{V} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde,  $a$  = Volume (ml) de  $H_2SO_4$  gasto para titular a amostra  
 $b$  = volume (ml) de  $H_2SO_4$  gasto para titular o branco  
 $V$  = volume (ml) de amostra utilizada

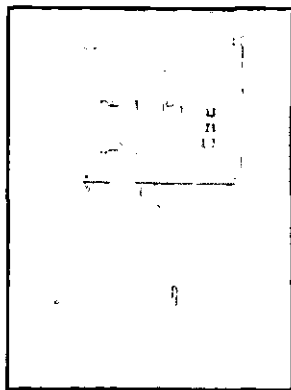


Figura 2- Destilador

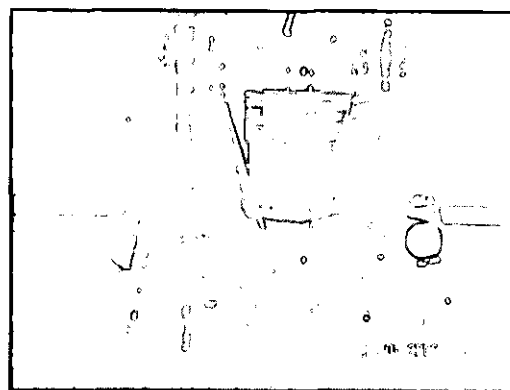


Figura 3 – Amostra Titulada

Após descoberta a quantidade de amônia no ácido clorídrico deve-se descobrir a quantidade de amônia presente propriamente no ar das salas do biotério. Primeiramente, a massa de amônia presente na solução de ácido é calculada através da Equação 2.

$$C = \frac{m}{V} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde,  $C$  = Concentração de amônia no ácido (mg/L)  
 $m$  = massa de amônia no volume de ácido (mg)  
 $V$  = Volume de ácido clorídrico (L)

A bomba utilizada para pré-concentração para a análise da amônia possuía vazão de 3L/min. Transformando esta vazão para litros por dia e considerando que a amostra foi deixada borbulhando por um dia, foi encontrado o volume de ar do biotério que passou pela bomba e entrou no frasco.

Conhecendo-se este volume de ar, bem como a massa de amônia absorvida pelo ácido durante 1 dia de borbulhamento, é possível encontrar a concentração da amônia no

ar, novamente através da Equação 2. Neste caso, no entanto, o volume corresponde à quantidade de ar que passou pela bomba, e não à quantidade de ácido utilizada.

Para garantir que a solução de ácido não fosse saturada pela amônia, foi calculada a concentração de saturação da amônia. Primeiro, descobriu-se o número de mols contidos na solução de ácido clorídrico através das Equações 3 e 4.

$$N = M \cdot x \quad \text{Equação (3)}$$

$$M = \frac{n' \text{ mols}}{V} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:  $N$  = Normalidade do ácido (0,1N)

$M$  = Molaridade do ácido (M/L)

$x$  = Valência do ácido (1)

$V$  = Volume do ácido (L)

Sabendo-se que a reação do HCl com o  $\text{NH}_3$  é representado pela Reação 2, pode-se descobrir o número máximo de mols de amônia que podem reagir com o ácido (essa relação é 1:1). Sendo o peso molecular da amônia 17 g/mol, calcula-se a massa máxima de amônia que pode estar presente na solução de ácido. Colocando-se este valor na Equação 2, e usando no lugar do volume a quantidade de ácido utilizada, encontra-se a concentração de saturação da amônia no ácido.

#### 4.4.2 Análises Olfatométricas

O olfatômetro de diluição dinâmica da marca Odile, produzido pela Odotech, foi utilizado nas análises olfatométricas. Este olfatômetro encontra-se no LCQAr. O Olfatômetro Odile 2000 é composto por um sistema de ar puro; uma unidade de pressurização; uma unidade de diluição; uma mesa olfatométrica com seis baias; e software de operação em computador. A unidade de diluição é composta por reguladores de vazões mássicas que permitem a diluição em ar puro numa gama de 3 a 2000000 vezes o volume da amostra gasosa. Todas as análises foram realizadas pelo bolsista de pós-graduação Marcos Lopes.

O saco contendo o ar coletado (Figura 4) é colocado na unidade de pressurização, que depois de pressurizar o gás o lança para uma unidade diluidora. Após ser realizada a diluição do gás pela forma dinâmica (a vazão de ar odorante, neste caso, é diluída de forma contínua em uma vazão de ar puro), ele é encaminhado para ser analisado pelo júri, composto por seis pessoas. Cada uma delas tem 15 segundos para cheirar os três tubos (Figura 5) e identificar em qual deles foi lançada a amostra, sendo que há somente uma resposta certa. Quando o jurado não consegue identificar odor em nenhum dos tubos, ele opta pela opção "nenhum odor".

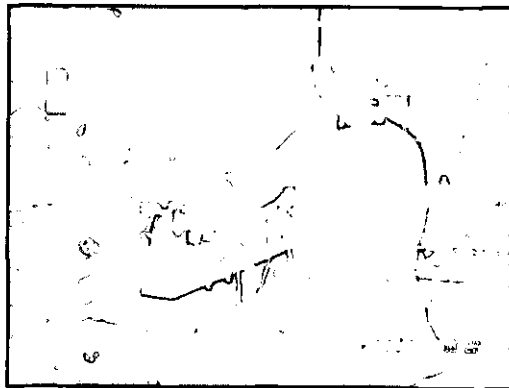


Figura 4 – Coleta de ar

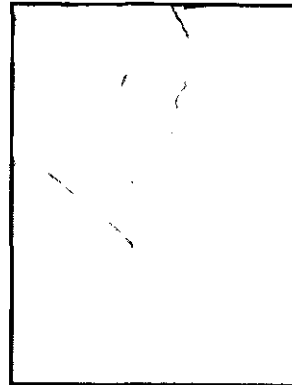


Figura 5 – Análise Olfatométrica

A análise de cada saco de ar é composta por três etapas (*rounds*). Inicialmente, o ar odorante é bastante diluído. O valor da diluição vai diminuindo até que todos os jurados acertem, por duas vezes seguidas, em qual dos tubos estava a amostra. Quando isso ocorre, inicia-se a próxima etapa, novamente com a amostra bem diluída (pouco concentrada). Ao fim das três etapas obtém-se uma análise estatística capaz de avaliar a concentração odorante da amostra de ar.

Para avaliar a intensidade da amostra de ar cada jurado foi questionado para que, numa escala de 1 a 5, desse uma nota. Nesta escala, 1 representa a menor intensidade, enquanto 5 representa a maior intensidade.

No caso da hedonicidade, os jurados tiveram que avaliar a amostra odorante numa escala de -5 a 5, incluindo o valor 0 (neutro). O valor 5 significa um odor muito agradável e, portanto, o valor -5 representa um odor extremamente desagradável.

Para caracterizar as amostras quanto à qualidade, cada jurado indicou com o que, segundo sua opinião, o cheiro do ar se parecia. Todas as respostas foram devidamente anotadas.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 – Resultados do Questionário

Todas as pessoas questionadas responderam que sentem algum odor que as incomode (primeira pergunta do questionário). Das 6 pessoas entrevistadas, todas sentem irritação nos olhos, 5 sentem irritação na garganta, 1 intranquilidade, 1 alergia e 1 irritação nas narinas. Sobre a descrição do odor, todos sentem o odor de esgoto e urina, e responderam que na sua opinião a proveniência do odor percebido é das fezes, da urina e da ração dos roedores.

Na escala de intensidade de odor, de muito fraco (1) até muito forte (5), todos responderam a opção 4, que é considerada forte. Com relação à percepção do odor, todos responderam que o odor incomoda.

O período do dia em que o odor mais incomoda, conforme os resultados do questionário, é pela manhã. Isto pode ser explicado pelo fato de que o biotério fica fechado durante à noite, sem trocas de camas.

Todas as pessoas responderam que sentem odor mais desagradável quando o tempo está nublado e chuvoso, e também que a estação do ano em que é mais freqüente a percepção dos odores desagradáveis é no inverno. Portanto, quanto maior a umidade relativa do ar, maiores os problemas de poluição atmosférica nas salas do biotério.

## 5.2 Umidade nos Dias de Coleta

Os valores da umidade relativa do ar nos dias e nos horários das coletas, na região da Bacia do Campus da UFSC, são mostrados na Tabela 1. Segundo esta tabela, no dia 31 de julho ocorreu a menor umidade relativa (64%), enquanto que no dia 28 de julho a umidade relativa foi a mais elevada (90%). Apesar destes valores não corresponderem exatamente à umidade interna do biotério, eles foram tomados como base neste relatório, já que a umidade interna da sala dos roedores varia conforme a umidade externa do ar.

Data	Horário (horas)	Umidade (%)
21/julho	08:30	82
24/julho	08:30	84
28/julho	08:30	90
31/julho	08:30	64

Tabela 1 – Umidade do Ar nos Dias de Coleta

## 5.3 – Resultados da Análise da Amônia

As análises realizadas no primeiro e no segundo dia foram feitas com amostras contendo 225 ml de ácido clorídrico (0,1N). Já as amostras dos 2 últimos dias possuíam 200 ml deste ácido.

O resultado da concentração de saturação da amônia no ácido clorídrico foi de aproximadamente 1700 mg/L (independente da quantidade de ácido utilizada). A Tabela 2 mostra os resultados da concentração de amônia no ácido clorídrico nas amostras das análises realizadas. Ela demonstra que os resultados são coerentes com a concentração de amônia esperada conforme os dias da semana. Sendo assim, dos valores encontrados para concentração de amônia no ácido, nenhum deles estava saturado.

Data	21/julho sexta-feira	24/julho segunda-feira	28/julho sexta-feira	31/julho segunda-feira
1 amostra (mg/L)	261,52	736,4	363,44	553,56
2 amostra (mg/L)	293,18	916,125	391,65	536,67
média (mg/L)	277,35	826,2625	377,545	545,115

Tabela 2 - Resultados da Concentração de Amônia no Ácido Clorídrico



Com base nos resultados da tabela acima foram calculados os valores da concentração da amônia no ar. Neste cálculos foram utilizadas as médias encontradas para a concentração da amônia no ácido clorídrico em cada coleta. A concentração de amônia no ar no dia 21 de julho após 24 horas de borbulhamento foi de 14,44 mg/m<sup>3</sup>. No dia 24 de julho foi de 43,03 mg/m<sup>3</sup>. Esses valores são referentes à sala piloto.

Já no dia 28 de julho encontrou-se o valor de concentração de amônia no ar de 17,48 mg/m<sup>3</sup>, e no dia 31 de julho 25,24 mg/m<sup>3</sup>, ambos após 24 horas de borbulhamento. Esses resultados foram encontrados na sala de crescimento dos roedores.

De acordo com a NR 15 do Ministério do Trabalho, em todos os dias em que foram coletadas amostras a concentração da amônia no ar estava acima do valor limite de 14 mg/m<sup>3</sup>.

#### **5.4 Resultados da Análise Olfatométrica**

Foram analisados a concentração, a qualidade (caráter), o poder hedonístico e a intensidade do odor das amostras de ar. Apesar das coletas e das análises terem sido realizadas em duplicata, somente os resultados que apresentaram maior coerência no cálculo da concentração odorante (ou seja, os resultados cujas concentrações odorantes calculadas segundo diferentes normas técnicas foram mais semelhantes) foram utilizados.

##### **5.4.1 – Concentração Odorante**

Existem diferentes normas utilizadas para calcular a concentração odorante de uma amostra. A ASTM E679-91 é a norma americana. A pr EN 13725 é a norma usada na comunidade europeia. O LCQAr emite laudos baseados nessas duas normas. Por este motivo, estas foram as normas também utilizadas neste relatório para discussão dos resultados. A CUM 90 é uma norma pouco abrangente, pois é válida somente para a região de Montreal no Canadá. Já a PROBIT é o modelo estatístico sem caráter de norma, mas que também calcula concentração odorante.

As Figuras 6 e 7 mostram os valores calculados para concentração odorante do ar da Sala Piloto de Roedores nos dias 21 (sexta-feira) e 24 (segunda-feira) de julho, de forma respectiva. Conforme mostram os resultados, para o ar coletado na sexta-feira foram necessárias 837 diluições para que 50% dos jurados deixassem de sentir o odor (segundo norma ASTM). Portanto, o limite de percepção olfativo desta amostra foi de 837 e sua concentração odorante de 837 u.o/m<sup>3</sup>. Pela norma pr EN13725 a concentração odorante desta amostra foi de 836 u.o/m<sup>3</sup>.

Já na segunda-feira as concentrações odorantes foram 1676 (ASTM) e 1908 u.o/m<sup>3</sup> para norma pr EN13725. O limite de percepção olfativo neste caso foi bem maior. Isso já era esperado, pois durante o final de semana as camas dos roedores permanecem sujas, fazendo com que o ar na segunda-feira de manhã torne-se extremamente mal cheiroso.

ASTM E679-91	PROBIT	CUM 90	pr EN13725
Z50 = 837 SD (Log) = 0.12	Z50 = NA Z50+ = NA Z50- = NA	Z50 = 907 SD (Log) =	Z50 = 836 SD (Log) = 0.15

Figura 6 – Concentração Odorante na Sala Piloto de Roedores no Dia 21 de julho.

ASTM E679-91	PROBIT	CUM 90	pr EN13725
Z50 = 1 676 SD (Log) = 0.12	Z50 = 2 072 Z50+ = 2 291 Z50- = 1 873	Z50 = 1 908 SD (Log) =	Z50 = 1 908 SD (Log) = 0.16

Figura 7 – Concentração Odorante na Sala Piloto de Roedores no Dia 24 de Julho.

As Figuras 8 e 9 indicam, por sua vez, o limite de percepção olfativa das amostras de ar da Sala de Crescimento de Roedores coletadas nos dias 28 e 31 de julho. Os resultados para a concentração odorante da amostra do dia 28 de julho foram 519 u.o/m<sup>3</sup> para norma ASTM, e de 586 u.o/m<sup>3</sup> para norma pr EN 13725. Já para o dia 31 de julho foi constatado o valor de 316 (ASTM) e 328 u.o/m<sup>3</sup> (pr EN 13725).

Apesar de que teoricamente o valor da concentração odorante deveria ser maior na segunda-feira do que na sexta-feira (por causa da permanência das camas sujas durante todo o final de semana), a umidade relativa do ar explica os valores encontrados. Segundo os trabalhadores do biotério, quanto maior a umidade relativa do dia, pior as condições do ar nas salas do biotério (com relação a fortes odores e também às reações alérgicas). A umidade relativa para a Bacia do Campus da UFSC no dia 28 de julho (sexta-feira) foi em torno de 90%, enquanto que no dia 31 este valor baixou para apenas 64%, o que torna compreensíveis os valores encontrados nas análises olfatométricas.

ASTM E679-91	PROBIT	CUM 90	pr EN13725
Z50 = 519 SD (Log) = 0.25	Z50 = 680 Z50+ = 747 Z50- = 619	Z50 = 520 SD (Log) =	Z50 = 586 SD (Log) = 0.29

Figura 8 – Concentração odorante na Sala de Crescimento de Roedores no Dia 28 de Julho

ASTM E679-91		PROBIT		CUM 90		pr EN13725	
Z50 =	316	Z50 =	322	Z50 =	355	Z50 =	328
SD (Log) =	0.06	Z50+ =	341	SD (Log) =		SD (Log) =	0.1
		Z50- =	305				

Figura 9- Concentração odorante na Sala de Crescimento de Roedores no Dia 31 de Julho

#### 5.4.2 – Intensidade, Valor Hedonístico e Caráter do Odor

A Tabela 3 mostra os valores encontrados para a intensidade e para o caráter hedônico do odor na Sala Piloto de Roedores. No dia 21 de julho o valor médio da intensidade do odor ficou próximo de 3, enquanto que no dia 24 esse valor foi 4. Já quanto ao caráter hedônico, o valor encontrado para o dia 21 de julho foi aproximadamente -3, e no dia 24 de julho este valor aproximou-se de -4. Portanto, os jurados apontaram que o odor era mais intenso e mais desagradável no dia 24 de julho, justamente depois de um final de semana inteiro sem haver a troca de camas dos roedores.

Sala Piloto de Ratos				
Jurado	21 de julho		24 de julho	
	Intensidade	Hedonicidade	Intensidade	Hedonicidade
1	2	-2	3	-3
2	3	-5	4	-5
3	4	-2	5	-4
4	3	-2	5	-5
5	3	-3	4	-5
6	2	-3	3	-4
<b>Média</b>	2.8	-2.8	4.0	-4.3

Tabela 3- Valores de Intensidade e Hedonicidade para o Ar da Sala Piloto de Ratos

Para a Sala de Crescimento de Roedores são apresentados na Tabela 4 os valores para a intensidade e a hedonicidade da amostra odorante. Em 28 de julho o valor médio da intensidade do odor foi 3, enquanto que no dia 31 esse valor foi um pouco mais baixo (2,7), mas muito próximo. Com relação ao caráter hedônico, o valor encontrado para o dia 28 de julho foi aproximadamente -4 (-3,7), e no dia 31 de julho este valor aproximou-se mais de -3 (-3,2). Desta forma, o odor na Sala de Crescimento de Roedores foi mais forte e mais desagradável na sexta-feira do dia 28, ao contrário do que ocorreu na Sala Piloto de Roedores, em que isso ocorreu na segunda-feira. Estes resultados foram coerentes com o que foi apresentado para a concentração odorante, ou seja: o odor foi mais intenso na sexta-feira, pois a umidade neste dia (cerca de 90%) estava muito mais alta do que na segunda-feira (aproximadamente 64%).

<b>Sala de Crescimento de Ratos</b>				
<b>Jurado</b>	<b>28 de julho</b>		<b>31 de julho</b>	
	<b>Intensidade</b>	<b>Hedonicidade</b>	<b>Intensidade</b>	<b>Hedonicidade</b>
1	3	-2	2	-2
2	3	-4	3	-4
3	3	-3	2	-3
4	4	-5	4	-5
5	2	-3	2	-2
6	3	-5	3	-3
<b>Média</b>	3.0	-3.7	2.7	-3.2

Tabela 4- Valores de Intensidade e Hedonicidade para o Ar de Crescimento de Ratos

Com relação ao caráter (qualidade) do odor, os jurados tiveram muita dificuldade em identificar nominalmente os compostos presentes nas amostras de ar analisadas. Em virtude disso, foi decidido que este parâmetro não seria discutido neste relatório.

## 6. CONCLUSÃO

A qualidade do ar em ambientes de trabalho é motivo de grande preocupação das leis trabalhistas. Em biotérios, a criação de roedores é uma constante ameaça à salubridade dos trabalhadores que passam cerca de 40 horas semanais neste ambiente. Isso ocorre devido à quantidade de amônia exaurida das excretas dos animais, que ficam confinados em pequenas salas com ventilação pouco eficiente.

No Biotério Central da UFSC este problema também foi constatado. A qualidade do ar na Sala Piloto e na Sala de Crescimento de Roedores foi apontada como o ponto crítico desta problemática. Questionários respondidos pelos servidores do biotério mostraram que era justamente nestas salas onde o odor e o efeito irritante provocado pela amônia (sobretudo nas mucosas nasais e nos olhos) eram piores. Segundo esses questionários, os dias nos quais a umidade do ar se encontra mais elevada coincidem com os dias nos quais o ar se torna de pior qualidade. Além disso, os trabalhadores se queixaram de alergias, irritações e outros incômodos causados pela amônia proveniente das excretas dos animais. Todos os entrevistados consideraram a intensidade do odor das salas dos roedores forte.

As análises para quantificação da amônia na Sala Piloto de Roedores apontou os valores de 14,44 mg/m<sup>3</sup>, para o dia 21 de julho (sexta-feira), e 43,03 mg/m<sup>3</sup> para o dia 24 de julho (segunda-feira). Em ambos os dias a umidade relativa do ar na Bacia do Campus da UFSC era praticamente a mesma, e por isso os resultados confirmam que após um final de semana sem trocas de cama dos roedores a qualidade do ar tem uma piora considerável.

Já para a Sala de Crescimento de Roedores o valor encontrado para a concentração da amônia no ar no dia 28 de julho (sexta-feira) foi maior (17,48 mg/m<sup>3</sup>) do que o encontrado no dia 31 de julho (25,24 mg/m<sup>3</sup>), uma segunda-feira.

Para todos os dias de coleta foram encontradas concentrações de amônia superiores aos valores limites recomendados pela NR15 (Ministério do Trabalho). Isto indica que não há um sistema de ventilação eficiente no biotério.

Com relação às análises olfatométricas, os maiores valores de concentração odorante da amostra foram verificados no dia 24 de julho (Sala Piloto), sendo que o valor foi 1676 (ASMT) e 1908 u.o/m<sup>3</sup> (prEN) . Neste dia (logo após o final de semana sem trocas de cama) também foi constatada a maior intensidade do odor, e a maior desagradabilidade dentre todas as coletas. Para a Sala de Crescimento a pior concentração odorante foi no dia 28, de 519 (ASMT) e 586 u.o/m<sup>3</sup> (prEN). Isso foi explicado pela umidade relativa do ar, que no dia 28 estava muito mais alta do que no dia 31.

Desta forma, foi diagnosticado que o ar do Biotério Central da UFSC está comprometido por altas concentrações de amônia e pelo odor provocado pelas excretas dos animais. Recomenda-se que haja uma verificação do sistema de ventilação do biotério para que o ambiente de trabalho dos seus servidores possa se tornar mais salubre.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASTM -E679 – 91.EUA (1997).

Determinação de limites de percepção de sabor e odor através dos métodos de escolha forçada em concentração ascendente.

BELLI, P. F.; DE MELO, L. H. Avaliação de emissões odorantes. Engenharia Sanitária e Ambiental. 3-Nº 3, Jul/Set, Nº 4 Out/Dez, 1998.

BICHARA, M. J. Odores – parte I Aspectos básicos. Meio Ambiente Industrial, n. 6, p. 64- 67, maio/jun. 1997.

BRASIL. NR15. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2006.

BUSCA G, PISTARINO C. Abatement of ammonia and amines from waste gases: a summary. *J Loss Prevention in the Process Industries*, 16: 157-66. 2003.

FERNANDEZ, B. Contribution a l'elaboration d'une methodologie d'analyse hysicochimique de composes odorants. Tese (doutorado em chimie et microbiologie de l'eau)- l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. France 1997.

HARTUNG, J., and V.R. PHILLIPS. Control of gaseous emissions from livestock buildings and manure stores. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 57:173-189. 1994.

BRASIL. Download dos dados de julho de 2006. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/>>. Acesso em: 01 ago. 2006.

LE CLOIREC, P.; FANLO, J.L.; DEGORGÉ-DUMAS, J. R. Odeurs et désodorisation industrielles. Ecole des Mines D'Alès, 1991.

MCGINLEY C.; MCGINLEY M. Odor testing biosolids for decision making. Apresented at: Water Environment Federation Specialty Conference: Residuals and Biosolids Management Conference. Austin, TX: 3-6 March, 2002.

MELO ALVARES JR, °; VIANNA LACAVA, C.I. e FERNANDES, P.S. (2002) – Emissões atmosféricas. SENAI, 376 pág.

PERRIN M.L. L'olfactométrie ou la mesure des odeurs. *L'Environnement*. 38, 4-5, 1994.

SNEATH, R. W. In: *Odours in wastewater treatment: measurement, modelling and control. Olfactometry and the CEN standard prEN17325*. Edited by Richard Stuetz and Franz- Bernd Frechen. IWA. 2001.

VDI 3883 part 2 – VDI –Verein Deutscher Ingenieure. Effects and assessment of odours – Determination of Annoyance Parameters by Questioning –Reapted Brief Questioning of Neighbour Panellist. 1993.