

RESUMO

A presença de sulfetos, freqüentemente o sulfeto de hidrogênio, é responsável pela geração de odor, como também pela corrosão nas instalações de tratamento de esgotos. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar e analisar a questão da geração de maus odores na rede coletora de esgotos do município de Pereira Barreto, com ênfase na formação do sulfeto de hidrogênio, focalizando a questão como problema de saúde pública, e também analisar o método de controle implantado em sua rede de esgotos para minimizar o odor freqüente e intenso. Dos resultados obtidos, concluiu-se que o método de nitrificação com a aplicação do nitrato de amônio, revelou-se eficaz em inibir a produção de concentrações de gás sulfídrico (H_2S) superiores a 1,0 mg/L de H_2S . Entretanto, para a região na qual se encontra a lagoa de estabilização, a dosagem de nitrato de amônio ao esgoto apresentou-se inadequada, sendo necessário reavaliá-la. Os sintomas apresentados pelos entrevistados decorrentes da exposição ao odor freqüente e ofensivo, como dor de cabeça, náusea, ardor nasal, tontura e alterações no estado de humor, vieram a desaparecer, quando o odor passou a ser controlado e sua intensidade diminuída.

PALAVRAS-CHAVE

Odor, gás sulfídrico, nitrato de amônio, saúde pública.

ABSTRACT

The presence of sulfides, particularly the hydrogen sulfide, are caused to emanate odor and corrosive attack on pipe line from the wastewater treatment facilities. The present research work was developed in order to identify and analyze the creation of bad odors matter in the sewer system in the city of Pereira Barreto, giving emphasis to the formation of hydrogen sulfide, focusing it as a public health problem, and also analyzing the control method implemented in the sewer system to reduce frequent and intense odor. The nitrification method with the ammonia nitrate is efficient to inhibit the production of the sulphydric gas concentrations were at over 1,0 mg/L H_2S . However, the area that is found the stabilization lagoon, the dosage of the ammonia nitrate in the sewer system was not inadequate, it is necessary to evaluate again. The symptoms presented by the people had been exposed to the frequent and offensive odor were: headache, nausea, nose irritation, dizziness and mood alterations. These symptoms were disappeared as soon the odor was once controlled and the intensity was reduced.

KEY WORDS

Odor, sulphydric gas, ammonium nitrate, public health.

A APLICAÇÃO DE NITRATO DE AMÔNIO PARA O CONTROLE DE ODORES EM SISTEMAS DE COLETA DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Teodosia Basile Liliantis

Engenheira química pela Universidade de Mogi das Cruzes, mestre e doutoranda em saúde pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Teodosia@usp.br

Pedro Caetano Sanches Mancuso

Engenheiro industrial pela Faculdade de Engenharia Industrial da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, mestre e doutor em saúde pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, professor doutor do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

mancuso@usp.br

INTRODUÇÃO

A problemática do odor associada aos sistemas de esgotos urbanos é uma questão extremamente complexa e pouco abordada no campo da saúde pública e ambiental.

Uma causa importante de odor nas coleções de águas residuárias é atribuída à geração de sulfetos, principalmente ao sulfeto de hidrogênio (H_2S). A presença de sulfetos é também responsável pela corrosão das tubulações de concreto nas instalações de tratamento de esgotos.

O processo de geração de odor ocorre, fundamentalmente, pela presença de sulfetos em esgotos, principalmente em decorrência de atividade biológica.

Por outro lado, a formação de atividades biológicas favorece a produção de gases não derivados de sulfetos, os quais podem ser odoríferos e inodoros.

Em algumas situações, a produção de odor no esgoto não resulta de atividade química ou biológica, mas da introdução de fatores externos, como os despejos industriais.

De acordo com o guia de primeiros socorros para o sulfeto de hidrogênio da USEPA (2001), a toxicidade do H_2S ocorre por inalação ou pelo contato com a pele e olhos. Os efeitos do odor na saúde são vários como:

- exposição aguda – taquicardia, palpitações cardíacas, arritmias cardíacas, bronquites, edemas pulmonares, depressão respiratória e também, possivelmente, uma paralisia respiratória;
- os efeitos neurológicos incluem: vertigem, irritabilidade, dor de cabeça, tontura, tosse, convulsões e até o estado de coma. Náusea, vômito e diarreia são geralmente observados.

A exposição ao gás sulfídrico pode também provocar irritação na pele, lacrimejamento, incapacidade de percepção de odores, fotofobia e visão embaçada.

A bibliografia consultada, até o momento, permitiu identificar que em vários países existe preocupação com relação à ocorrência de odores.

No Brasil, a problemática da emissão de odores provenientes de fontes de poluição como: plantas industriais, usinas de tratamento de resíduos sólidos e estações de tratamento de esgotos, ainda não vem sendo regulamentada de forma específica.

No tocante ao H_2S existe legislação, em âmbito estadual, para o controle de emissão do gás na água, expressa no Decreto n. 8.468 de 8 de setembro de 1976, em seu artigo 19-A, a restringir o limite de lançamento de sulfeto em sistemas de esgoto a 1 mg/L.

Assim sendo, problemas relacionados a exposições contínuas de seres humanos a substâncias odorantes, como os trabalhadores de ETEs, além de moradores, transeuntes e trabalhadores em áreas próximas às estações de tratamento, devem ser priorizados à luz da saúde pública e ambiental.

OBJETIVOS

- Identificar e analisar a questão da geração de maus odores na rede coletora de esgotos do município de Pereira Barreto, com ênfase na geração do sulfeto de hidrogênio, focalizando a questão como problema de saúde pública;
- Analisar o método de controle de odor utilizado para combater os maus odores exalados pelo sistema de esgoto da cidade; e,
- Identificar, por meio de um questionário “próprio”, os efeitos do odor na saúde da população e a percepção desta com relação ao odor antes e depois da técnica da aplicação do nitrato de amônio implantada.

O PROBLEMA DA GERAÇÃO DE ODOR NO SISTEMA DE ESGOTO DE PEREIRA BARRETO

Histórico

Em 1979, a Companhia Energética de São Paulo (Cesp) iniciou a construção da Usina Hidroelétrica (UHE) de Três Irmãos, no município de Pereira Barreto, com a finalidade de exploração do rio Tietê para a produção de energia elétrica. A obra foi concluída em março de 1991, contudo, produziu sérios danos ao meio ambiente, apontados, inclusive, no Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Dentre eles devemos ressaltar a elevação do lençol de água e a contaminação do esgoto urbano, cujo sistema de disposição entrou em colapso.

O antigo e precário tratamento de esgotos sanitários que atendia em torno de 63% da população urbana da cidade foi reformulado pela Cesp.

O novo sistema de esgoto implantado pela Cesp e elaborado pela Coplasa Engenharia de Projetos S/A, em 1983, inclui cinco sub-bacias de esgotamento com vazão total de 8.800 m³/dia (coeficiente de retorno de 0,8), cada uma delas contando com uma estação elevatória. Cada sub-bacia bombeia seus efluentes para a sub-bacia vizinha. Assim, os efluentes da EE-2 são bombeados para a EE-1 e desta para a EE-5. O esgoto da EE-4 é recalcado para a EE-3 e desta para a EE-5. As estações elevatórias EE-1, EE-2 e EE-3 localizam-se na área urbana, enquanto a EE-4 e a EE-5 na área rural.

Da EE-5 o esgoto é recalcado pelo emissário até a caixa de passagem e desta por gravidade, até a estação de tratamento, constituída por um conjunto de lagoas de estabilização (anaeróbia e facultativa), de onde o efluente é

encaminhado para o lago do reservatório da UHE de Três Irmãos, a jusante da cidade. Esse sistema foi proposto em função do relevo topográfico da cidade e das possibilidades de assentamento dos coletores.

Ação pública ambiental

Em novembro de 1991, a Promotoria Pública do Meio Ambiente entrou com uma ação civil pública ambiental cautelar (Processo n. 318/91 da 2ª. Vara da Comarca de Pereira Barreto) contra a Cesp por danos causados ao meio ambiente, estipulando multas e prazos para a solução dos problemas.

Entre os danos ambientais temos a remessa de resíduos de esgoto *in natura* no rio Tietê e o odor desagradável produzido e exalado pelo esgoto em todas as estações elevatórias, nas caixas de passagens, em algumas regiões da cidade e dentro das residências.

Caracterização do odor proveniente do sistema de esgoto

Da análise do desempenho hidráulico do sistema de esgoto realizado pela Cesp, constatou-se que vários foram os fatores a propiciarem a decomposição de material orgânico e, conseqüentemente, ao desprendimento do gás sulfídrico em tempo insuficiente de atingir-se o sistema de tratamento. Dentre eles, destacam-se:

- a) A elevada temperatura do esgoto, em torno de 35° C, aumentando a velocidade de decomposição anaeróbica da matéria orgânica. A solubilidade do gás sulfídrico é inversamente proporcional à temperatura. Nesses níveis constatados de temperatura, é propiciada uma maior liberação do gás;
- b) o elevado teor de sulfato existente na água de abastecimento;
- c) trechos da rede coletora, com baixa declividade que propiciam um

aumento no teor de sulfetos, em função do depósito de matéria orgânica, fato agravado pela temperatura do esgoto. Próximo de 7,5% da extensão da rede urbana apresentaram esse problema;

d) a existência de diversas obstruções parciais e/ou totais de trechos da rede, dificultando o escoamento e provocando deposições de matéria orgânica que poderão entrar em decomposição. Esse problema de obstrução está relacionado com as ligações indevidas, caixas de gordura ou passagens mal construídas (ou ligações diretas sem sifão) que acabam carregando grandes quantidades de areia e terra para o sistema coletor de esgotos;

e) falhas nos trechos hídricos das instalações prediais de esgoto e a existência de ralos de drenagem pluvial ligados indevidamente ao sistema, sem fecho hídrico, bem como a não-existência de sistema de ventilação às redes das casas.

Medidas corretivas propostas visando à redução do odor

As medidas corretivas necessárias e implantadas para amenizar o problema de odor gerado pelo esgoto em Pereira Barreto, propostas pela Cesp, no período anterior a 1995, foram:

- a) limpeza da rede coletora e das elevatórias, tendo a finalidade de eliminar os depósitos e obstruções existentes;
- b) rebaixamento do nível das bóias de acionamento dos conjuntos de recalque das elevatórias, para diminuir o intervalo de tempo de retenção do esgoto;
- c) implantação de um programa de limpeza constante dos cestos de retenção de sólidos das estações elevatórias;
- d) instalação de caixas de gordura;
- e) remanejamento de todos os trechos da rede coletora com declividades baixas; e

f) estabelecimento de programa de desconexão dos ralos de drenagem ligados ao sistema de esgotos. Foram enviadas correspondências à Secretaria de Saúde e prefeitura municipal de Pereira Barreto, para que as irregularidades detectadas fossem corrigidas.

Solução escolhida para eliminação do odor

A Cesp optou pelo método da adição de nitrato de amônio; sua aplicação foi intensamente pesquisada pela Sabesp, que utilizou esse produto de forma pioneira. A Sabesp, no período de 1988 a 1993, desenvolvia método de combate à formação do gás sulfídrico, adicionando nitrato de amônio ao esgoto nas cidades de Santos e Monte Aprazível, ambas no estado de São Paulo, com ótimos resultados. Como esse método também era preconizado pela Coplasa, a Cesp, com a supervisão da Sabesp, implantou um campo experimental em Pereira Barreto, com a finalidade de resolver os dois problemas: odor e corrosão.

Desde o início foi definido que as elevatórias e a lagoa seriam pontos de aplicação e monitoramento, pois próximo a estes locais se verifica o maior número de reclamações.

Os parâmetros analisados são:

- (a) **Temperatura ambiente e do esgoto (° C)** – Determinada por meio de um termômetro de mercúrio;
- (b) **PH** – Método eletrométrico;
- (c) **Potencial de oxirredução, POR (mV)** – O POR mede a capacidade de oxidação ou redução de uma substância. A medida é feita utilizando-se um pHmetro digital na escala de milimetragens com eletrodo específico a medir a minitensão, a qual é correlacionável com o grau de oxidabilidade ou redutibilidade de uma mistura (BRAILE & CAVALCANTI, 1993).

Em Pereira Barreto a aplicação de nitrato de amônio elevou o POR do

esgoto e, conseqüentemente, interferiu na formação de sulfetos;

(d) **Teor de sulfeto de hidrogênio (mg/L)** – O teor de sulfeto de hidrogênio é obtido por meio de uma técnica de análise adotada pela Sabesp.

Com base no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (CLESCERI et al, 1992), o teste de sulfeto é qualitativo e consiste na reação da amostra de esgoto com acetato de chumbo e utilização de um catalisador (CO₂).

A reação do gás liberado da amostra produz uma coloração na membrana branca. A coloração obtida é comparada com uma tabela, na qual encontramos seis níveis de coloração diferentes que correspondem a valores compreendidos entre 0 a 5 mg/L de H₂S.

Dessa forma, avalia-se, então, o teor de sulfeto de hidrogênio contido na água do esgoto.

Cabe frisar que, atualmente, em Pereira Barreto existem 11 pontos de aplicação do produto, nos quais a quantidade aplicada é verificada diariamente em três horários diferentes e 14 pontos de monitoramento, redefinidos conforme remanejamento dos pontos de gotejamento de nitrato. A frequência estipulada é de uma medição semanal.

ESTUDO DE CASO — QUESTIONÁRIO PARA ENTREVISTAS

O questionário utilizado para identificar os efeitos do odor na saúde das populações circunvizinhas à ETE de Pereira Barreto é do tipo de perguntas fechadas e de contato direto.

O questionário elaborado é composto por um total de 20 questões objetivas, divididas nos seguintes itens:

I. Identificação – seis questões referentes a (o): Município/ Data/ Nome do entrevistado/ Sexo/ Idade/ Endereço.

II. Urbanidade – duas questões referentes a (o): Tempo de moradia/ Localização do imóvel em relação a outras fontes potenciais de incômodos (cemitério, lixões, indústrias).

III. Descrição do odor – seis questões referentes a (o): Localização do entrevistado quando da percepção do odor/ Classificação do odor (antes da solução do problema)/ Descrição do odor propriamente dita/ Permanência do odor na vizinhança/ Percepção atual do odor/ Classificação do odor (após o controle do problema).

IV. Problemas de saúde causados pelo odor – três questões referentes aos (a): Problemas de saúde que o entrevistado já manifesta/ Problemas de saúde manifestados após exposição ao odor/ Insistência dos problemas de saúde surgidos, após o controle do odor.

V. Questões ligadas à empresa de saneamento – três questões referentes a (o) (s): Conhecimento acerca da empresa prestadora dos serviços de saneamento/ Conhecimento acerca das providências do órgão responsável com relação ao problema de odor/ Forma de manifestação adotada pelo entrevistado para reclamar do odor.

Para aplicação do mesmo, resolveu-se adotar, para fins de pesquisa, os seguintes critérios:

- Um raio de cerca de 500 metros do foco de propagação, no caso, as estações elevatórias EE-1, EE-2, e um posto de visita (PV) na região central de Pereira Barreto. Esse raio foi fixado levando-se em conta a repercussão de impactos, como proliferação de odores os quais se constitui na principal queixa contra as estações de tratamento de esgotos próximas às áreas urbanas; e,
- Os domicílios em que os moradores possuem um tempo de

residência de pelo menos 5 anos; este valor foi estipulado para avaliar o odor nas áreas críticas estabelecidas no presente trabalho, antes e após a aplicação do nitrato de amônia, utilizando-se uma escala de intensidade de odor.

A percepção olfativa humana apresenta grande variabilidade. A variabilidade é o resultado de diferentes percepções dos odores (a percepção varia devido às diferentes classes de compostos odorantes); aceitar ou rejeitar um odor depende muito de experiências anteriores, das circunstâncias nas quais o odor é determinado, da idade, saúde e atitudes do receptor humano (WPCF, 1979).

Amostragem estabelecida

O tipo de amostragem adotada é dita amostragem não-probabilística intencional, ou seja, as unidades que compõem a amostra são escolhidas pelo pesquisador, não servindo, conseqüentemente, os resultados obtidos nessa amostra, para se fazer uma generalização à população “normal” (RUDIO, 1989).

Considerou-se, para fins de pesquisa, o domicílio como unidade amostral.

Aplicação do questionário

Na aplicação do questionário foram adotados os seguintes procedimentos básicos:

- Quando da abordagem dos entrevistados, foram dadas informações referentes à pesquisa, objetivo e procedência;
- Foram respeitados os indivíduos que preferiram, por qualquer motivo, não responder ao questionário, tomando-se a residência imediatamente seguinte;
- No caso de residência fechada (ausência de moradores), foi tomada a residência mais próxima;

• Aos entrevistados se garantiu a manutenção de sua identidade em anonimato, quando da publicação dos resultados da pesquisa, podendo responder livremente às questões, sem medo de ficarem expostos a críticas ou represálias de quaisquer ordem ou procedência.

Foram realizadas 17 entrevistas, com uma média de duração de 30 minutos cada uma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos valores de sulfeto de hidrogênio obtidos no monitoramento da rede de esgotos

O sulfeto de hidrogênio é o principal parâmetro a ser analisado, pois sua ausência define o sucesso da utilização da tecnologia que emprega o nitrato de amônio.

Segundo experiências executadas pela Sabesp, apenas concentrações superiores a 1,0 mg/L, na massa líquida, causam odor, procedente do gás sulfídrico.

O monitoramento para o parâmetro em questão restringiu-se aos seguintes períodos: 10 de maio a 18 de setembro de 1995 e 3 de janeiro a 25 de julho de 2001.

Para cada amostra há dados correlatos de gás sulfídrico medidos ao longo da rede.

Como forma de melhor avaliar a eficácia desse método no controle de odor, resolveu-se dividir a cidade de Pereira Barreto em cinco regiões distintas:

a) Região 1 – Estação elevatória 1. PV (posto de visita) da rua Auto Leite com a avenida D. Pedro II, próximo à EE – 1 e PV da avenida D. Pedro II anterior à EE-1.

b) Região 2 – Estação elevatória 2.

c) Região 3 – Estação elevatória 3. PV da avenida Francisco Pacca com a rua Washington Luís, próximo à EE – 3.

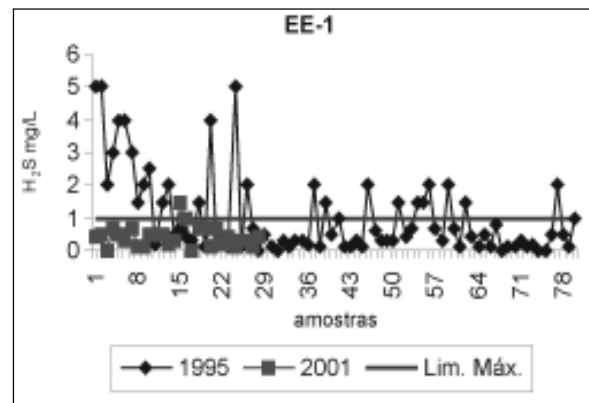
d) Região 4 – Estação elevatória 5. PV da entrada da EE – 5.

e) Região 5 – Entrada da lagoa de estabilização (caixa de areia) e saída da lagoa de estabilização (lagoa facultativa).

Na análise dos resultados procurou-se verificar se as concentrações de H_2S para o sistema de esgotos da cidade atendia ao limite máximo permitido de

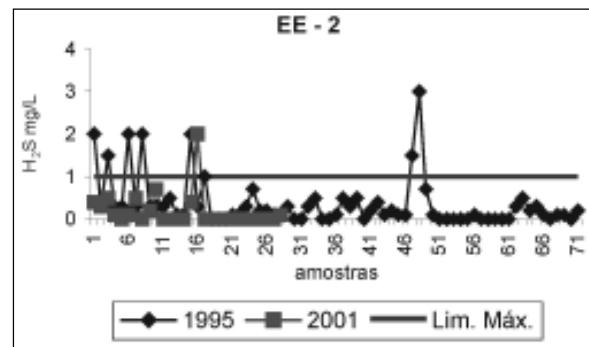
1,0 mg/L, valor este adotado pela legislação vigente. Nessa abordagem foi analisado se a aplicação de nitrato de amônio conseguiu eliminar o odor fétido em todo o sistema de coleta do município.

As Figuras 1, 2 e 3 mostram as concentrações de gás obtidas nas regiões 1, 2 e 5, comparando-se os



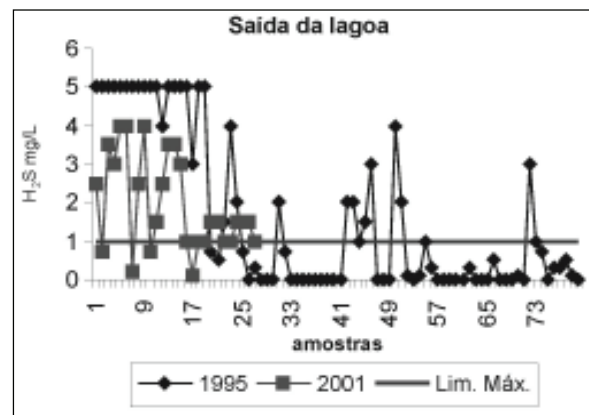
Região 1

Figura 1 – Concentração de H_2S (mg/L) nos esgotos da EE-1, nos anos de 1995 e 2001, comparando-se com o limite máximo permitido
Fonte: Autores



Região 2

Figura 2 – Concentrações de H_2S (mg/L) nos esgotos da EE-2, nos anos de 1995 e 2001, comparando-se com o limite máximo permitido
Fonte: Autores



Região 5

Figura 3 – Concentrações de H_2S (mg/L) nos esgotos da saída da lagoa de estabilização (lagoa facultativa), no ano de 1995 e 2001, comparando-se com o limite máximo permitido
Fonte: Autores

anos de 1995 (início da implantação da tecnologia da adição de nitrato de amônio) e 2001 (seis anos após o nitrato ser implantado) com o limite máximo permitido de sulfeto.

Observa-se, pela Figura 1, que no ano de 1995 a região 1 se apresentou crítica em termos de odor, pois a maioria dos valores obtidos de sulfeto está acima de 1.0 mg/L. Para o ano de 2001, verifica-se que quase não se registrou a presença de gás sulfídrico nessa região.

De acordo com os dados apresentados, a aplicação de nitrato de amônio, na região 2, conseguiu praticamente inibir a formação de sulfetos, pois a maior parte de suas concentrações se encontram abaixo de 1.0 mg/L.

A dosagem de nitrato de amônio, supostamente suficiente para esse trecho, não conseguiu impedir a produção de gás, tornando esta uma região crítica em termos de odor.

A Tabela 1 resume os resultados obtidos no monitoramento da rede de efluentes de Pereira Barreto.

Análise dos resultados obtidos na pesquisa de campo

O questionário foi aplicado no período de 11 a 13 de julho de 2001.

Na análise dos resultados, optou-se por abordar as questões referentes aos

efeitos do odor na saúde da população e a descrição do odor antes e depois da alternativa escolhida pela Cesp, para solucionar o problema de geração de odor intenso em Pereira Barreto.

É evidente que nessa abordagem não foram analisados todos os parâmetros considerados no questionário, pois isso cabe a trabalhos de pesquisa posteriores e complementares a este.

As variáveis consideradas foram:

Variável 1 – sexo dos entrevistados; e

Variável 2 – idade dos entrevistados.

Os indicadores são:

1. Intensidade do odor (antes) – tem por objetivo analisar como os entrevistados classificaram o odor gerado pela ETE antes de o problema ser solucionado;

2. intensidade do odor (atual) – este indicador analisa como os entrevistados classificam o odor hoje, após implantado o método de nitrato de amônio no sistema de esgotamento da cidade;

3. efeitos do odor na saúde dos entrevistados após sua exposição ao odor ofensivo – dentre os sintomas potenciais surgidos, quais os que a população manifestou com maior intensidade.

Os indicadores foram estudados um a um, e depois se buscou apresentar o comportamento das variáveis (sexo e idade) em face de cada um deles.

Indicadores estipulados

No que se refere ao indicador 1, 11 entrevistados (64,7% do total) classificaram o odor como forte, e seis entrevistados (35,0%) como muito forte.

Quanto ao indicador 2, dividiu-se da seguinte forma: a grande maioria correspondente a 47,0% dos entrevistados afirma que, hoje, o odor é fraco; 41,0% moderado; 6,0% muito fraco; e os outros 6,0% dos entrevistados disseram que o odor é não-perceptível.

O indicador 3 mostrou que a maioria dos entrevistados, correspondendo a 76,5% do total, apresentou algum sintoma, enquanto os 23,5% do restante afirmaram não sentirem absolutamente nada diferente.

Dos 76,5% dos entrevistados a manifestarem alguma anomalia, os sintomas mais comuns em ordem decrescente foram: dor de cabeça, náusea e ardor nasal; outros sintomas (piora de rinite/sinusite; azia); tontura e alterações do estado de humor.

Comportamento da variável 1 em relação aos indicadores

Com relação à variável 1, pode-se afirmar que a disposição feminina em responder ao questionário foi bem maior que a masculina. O número de mulheres (10) correspondeu a 58,8%

Região	1995						2001					
	Média mg/L	σ	CV %	V máx.	V mín.	AV	Média mg/L	σ	CV %	V máx	V mín.	AV
1	1,03	1,26	122,33	5	0	5	0,42	0,33	78,57	1,5	0	1,5
2	0,37	0,60	161,53	3	0	3	0,19	0,41	214,88	2,0	0	2,0
3	1,33	1,68	126,09	5	0	5	0,17	0,23	142,33	0,7	0	0,7
4	0,50	1,12	224,00	5	0	5	0,20	0,27	135,00	1,0	0	1,0
5	1,60	2,03	126,62	5	0	5	1,95	1,23	62,88	4,0	0,1	3,9

Tabela 1 – Resultados do monitoramento
Fonte: Autores

do total das entrevistas, e o número (7) foi de 41,2% do total.

O comportamento de homens e mulheres em relação aos indicadores estudados pode ser observado nas Figuras 4, 5 e 6.

A Figura 4 apresenta o comportamento de ambos os sexos em relação à intensidade de odor antes da aplicação de nitrato de amônio.

Observa-se, na Figura 4, que tanto a maioria das mulheres (seis entrevistadas, perfazendo 60% do total feminino) quanto a maioria dos homens (cinco entrevistados, perfazendo 71,4% do total masculino) classificou como forte o odor na cidade, antes do nitrato.

Na classificação do odor, hoje, o comportamento da variável 1 é demonstrado na Figura 5.

De acordo com a Figura 5, a classificação do odor, hoje, segundo a opinião de ambos os sexos, divide-se da seguinte forma:

- Não-perceptível – 10% das mulheres contra 0% dos homens;
- Muito fraco – 10% das mulheres contra 0% dos homens;
- Fraco – 40% das mulheres contra 57,1% dos homens;
- Moderado – 40% das mulheres contra 42,9% dos homens;
- Forte – 0% das mulheres contra 0% dos homens;
- Muito forte – 0% das mulheres contra 0% dos homens.

Com relação aos efeitos do odor na saúde dos entrevistados, a Figura 6 apresenta o comportamento de homens e mulheres.

Pela Figura 6 percebe-se que as mulheres apresentaram uma maior susceptibilidade a problemas de saúde que os homens, quando da exposição freqüente ao odor intenso.

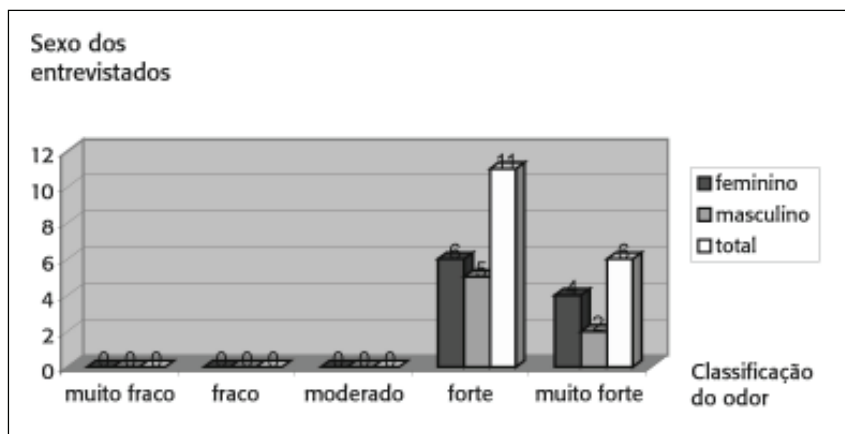


Figura 4 – Sexo dos entrevistados x classificação do odor (antes) – (variável 1 x indicador 1)
Fonte: Autores

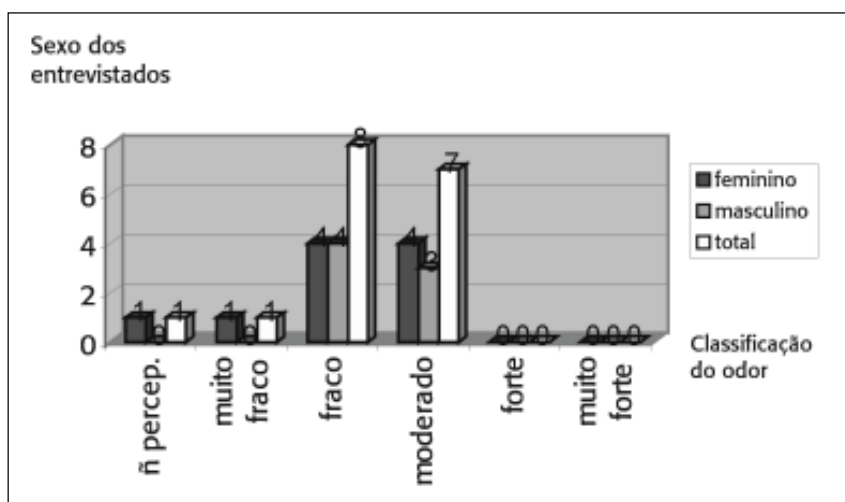


Figura 5 – Sexo dos entrevistados x classificação do odor atualmente – (variável 1 x indicador 2)
Fonte: Autores

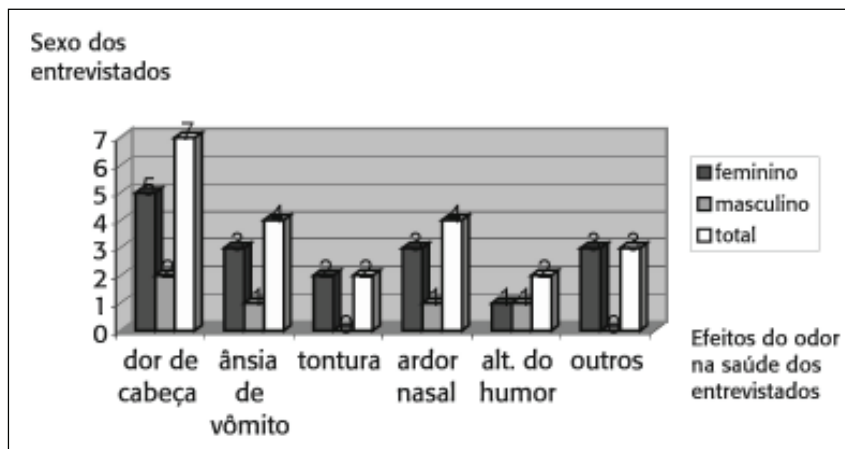


Figura 6 – Sexo dos entrevistados x efeitos do odor na saúde dos entrevistados – (variável 1 x indicador 3)
Fonte: Autores

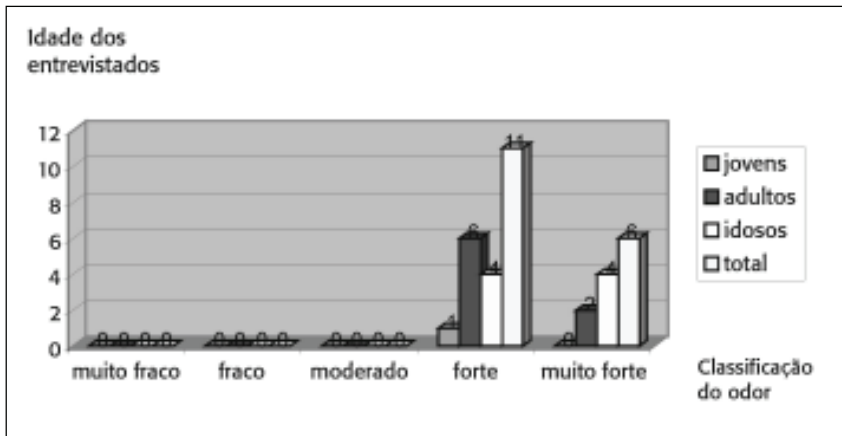


Figura 7 – Idade dos entrevistados x classificação do odor antes – (variável 2 x indicador 1)
Fonte: Autores

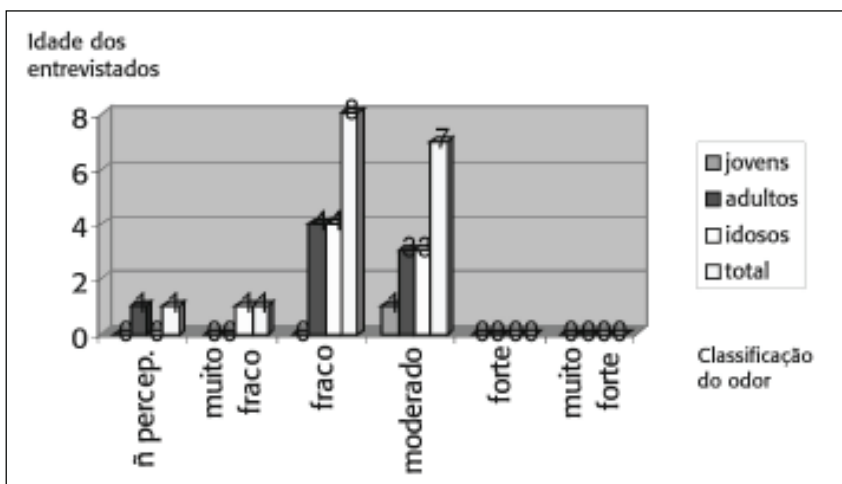


Figura 8 – Idade dos entrevistados x classificação do odor atualmente – (variável 2 x indicador 2)
Fonte: Autores

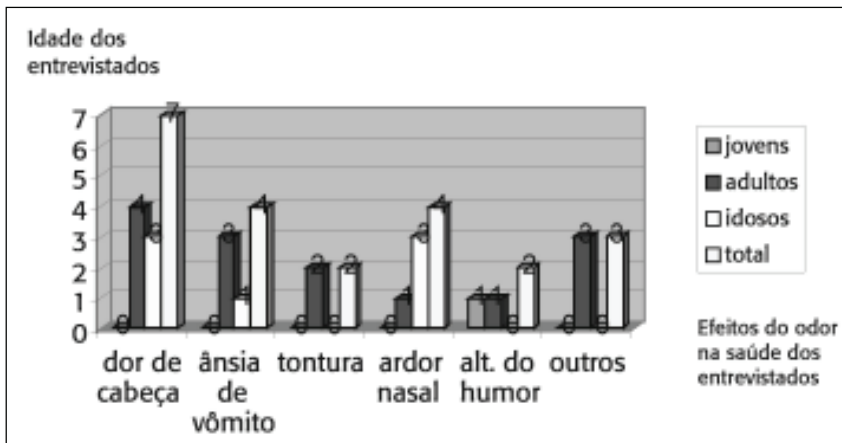


Figura 9 – Idade dos entrevistados x efeitos do odor na saúde dos entrevistados – (variável 2 x indicador 3)
Fonte: Autores

Comportamento da variável 2 com relação aos indicadores

A variável 2 – idade dos entrevistados, aparece no questionário dividida em faixas etárias de 10 a 15; 16 a 25; 26 a 35; 36 a 45; 46 a 55; 56 a 65, e acima de 65 anos.

Para facilitar a análise dessa variável ante os indicadores de percepção, decidiu-se agrupar as faixas etárias, da seguinte forma:

- Jovens – grupos de 10-15; 16-25 (anos);
- Adultos – grupos de 26-35; 36-45; 46-55 (anos);
- Idosos – grupos de 56-65; acima de 65 (anos).

De acordo com a variável 2 (idade), os 17 entrevistados da pesquisa de campo ficaram divididos em:

- Jovens = 1 (6%);
- Adultos = 8 (47%);
- Idosos = 8 (47%).

Conforme se observa, a porcentagem de adultos e idosos que respondeu ao questionário foi equivalente.

Nas Figuras 7, 8 e 9, observa-se as diferenças de comportamento dos grupos etários considerados.

O comportamento da variável 2, em face da classificação do odor antes do nitrato de amônio, é objeto da Figura 7.

A partir dos dados apresentados na Figura 7, observa-se que tanto a maioria dos adultos (75% dos indivíduos) quanto 50% dos idosos entrevistados classificaram o odor como forte em Pereira Barreto, antes do nitrato de amônio.

Em termos da classificação do odor, hoje, na Figura 8, encontram-se os resultados em face da variável 2.

A classificação do odor, hoje, para os grupos etários considerados, apresentaram os seguintes resultados:

- Não-perceptível – 0% dos jovens, contra 12,5% dos adultos e 0% dos idosos;

- Muito fraco – 0% dos jovens, contra 0% dos adultos e 12,5% dos idosos;
- Fraco – 0% dos jovens, contra 50% dos adultos e 50% dos idosos;
- Moderado – 100% dos jovens, contra 37,5% dos adultos e 37,5% dos idosos;
- Forte – 0% dos jovens, contra 0% dos adultos e 0% dos idosos;
- Muito forte – 0% dos jovens, contra 0% dos adultos e 0% dos idosos.

O desempenho da variável 2, em vista dos efeitos do odor freqüente e ofensivo na saúde dos entrevistados, apresentase na Figura 9.

Da Figura 9, destacam-se como os mais sensíveis os adultos, seguidos pelos idosos e jovens.

Conclusões

Dos resultados obtidos se concluiu:

- O nitrato de amônio aplicado em trechos da rede coletora, correspondente às regiões 1, 2, 3 e 4 do município de Pereira Barreto, revelou-se eficaz em inibir a produção de concentrações superiores a 1,0 mg/L de H₂S, sendo eficiente no controle de odor procedente deste gás para os anos de 1995 (início do experimento) e 2001 (seis anos após o método de controle do odor ser implantado).

- Para a região 5, na qual se encontra a lagoa de estabilização, a dosagem aplicada de nitrato ao esgoto apresentou-se inadequada para inibir a formação de sulfetos nesse local, sendo necessário reavaliá-la.

- Analisando-se os resultados obtidos com a aplicação do questionário, verifica-

se, pelas pessoas entrevistadas, que o odor na cidade de Pereira Barreto, antes da aplicação do nitrato, era forte. Em 2001, foi classificado como fraco. Isso vem comprovar que o método de nitrificação com o nitrato de amônio é eficiente no controle de odor.

- Os sintomas mais freqüentes apresentados pelos entrevistados foram: dor de cabeça, ardor nasal, náusea, alterações do estado de humor e tontura.

- As mulheres se mostraram mais susceptíveis aos efeitos do odor, provavelmente pelo fato de existir uma maior ligação feminina com a residência e seu entorno (o bairro, a vizinhança, entre outros).

- Vale comentar que os sintomas apresentados pelas pessoas entrevistadas vieram a desaparecer, assim que o método da aplicação do nitrato de amônio foi implantado no sistema de esgotos de Pereira Barreto, minimizando o odor intenso.

- Deve-se ressaltar que os resultados apresentados neste trabalho devem ser encarados com reserva, mais como uma tendência do que uma regra, dado o fato de a amostragem estipulada para a aplicação do questionário ser não-probabilística intencional.

BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, A. D. P. et al. Redução do odor através da aplicação de nitrato de amônio. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1993, Natal. *Anais ...* São Paulo: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 1993, p. 693-704.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. *Manual de tratamento de águas residuárias industriais*. São Paulo: Cetesb – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1993.

CLESCERI, L. S.; EATON, A. D.; GREENBERG, A. E. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18th ed. Washington (DC): American Public Health Association, 1992.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP). *Implantação do sistema experimental de adição de nitrato de amônio no esgoto de Pereira Barreto*. Ilha Solteira: CESP, 1996.

RUDIO, F. V. *Introdução ao projeto de pesquisa científica*. 13. ed. Petrópolis: Vozes Ltda., 1989.

SÃO PAULO (Estado). Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976. Aprova o regulamento da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/leisinternet/76.8468.zip>> Acesso em: 18 out. 2004.

SOUZA, R. C. *Avaliação de impactos sociais dos processos de implantação e gestão dos serviços de tratamento de esgotos sanitários*. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1998.

[U. S. EPA] United State Environmental Protection Agency. *Emergency first aid treatment guide for hydrogen sulfide*. [online] Available from: <URL: <http://www.epa.gov/swercepp/ehs/firstaid/7783064.txt>> Acesso em: 01 ago. 2001.

[WPCF] Water Pollution Control Federation. *Odor control for wastewater facilities*. Washington (DC); 1979. (WPCF Manual of Practice, 22).