

MÓDULO 3

CONTROLE DE EFLUENTES LÍQUIDOS E EMISSIONES GASOSAS

Neste módulo você vai estudar

- ▶ A importância do tratamento dos efluentes líquidos e emissões gasosas para o meio ambiente, com implicações na saúde pública
- ▶ A legislação pertinente ao tema
- ▶ Os princípios de prevenção na geração de efluentes líquidos e emissões gasosas

CAPÍTULO 1 – TRATAMENTO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS

No cotidiano de um estabelecimento de saúde são consumidos em média 230 litros de água por leito/dia. Esta água, após sua utilização, contém diversas substâncias e torna-se um efluente líquido com potencial poluente, podendo gerar problemas ambientais e de saúde pública caso não seja devidamente tratado (PRÜSS *et al.*, 1999).

Quanto ao destino dos efluentes líquidos, existem duas opções: o tratamento em uma estação no próprio estabelecimento, ou a canalização desses efluentes (com ou sem tratamento preliminar) para serem tratados externamente, em instalações especializadas. Ambas as opções envolvem várias etapas, com diferentes graus de complexidade. Vale lembrar que o assunto tratado neste capítulo, ainda que resumidamente, é de suma importância para os estabelecimentos de saúde que se preocupam em assegurar boas relações com as comunidades nas quais estão inseridos, como também para fins de licenciamento ambiental.

Caracterização Qualitativa do Esgoto Sanitário

O Que é Esgoto Doméstico

A composição do esgoto sanitário doméstico depende dos hábitos culturais de quem utiliza a água. A transformação da água em esgoto nada mais é do que a incorporação de novos componentes quando de sua passagem pelas **instalações sanitárias**. É essencial, portanto, observarmos a origem do esgoto, a fim de entendermos qual é a sua composição e o que representa seu lançamento no ambiente. Dessa forma, fica mais fácil entender o significado do tratamento dos efluentes.

Instalações sanitárias:
lavatórios, pias, boxes,
vasos sanitários, etc.

O Que Há no Esgoto Sanitário

Os pontos de captação do esgoto (aparelhos sanitários, como ralos, caixas sifonadas, pias, lavatórios, mictórios, vasos sanitários) conduzem a água recolhida através de tubulações (rede predial de esgoto).

O esgoto sanitário é composto, basicamente, pela água e pelos resíduos que ele transporta: fezes, urina, sabões, detergentes, gorduras, partículas de alimentos e outros componentes utilizados nas atividades cotidianas. Os efluentes líquidos de estabelecimentos de saúde têm características muito próximas das do esgoto sanitário urbano, podendo ser considerado como tal (Figura 18). Assim, o conhecimento das características dos esgotos, principalmente do impacto que podem causar ao meio ambiente, vai, certamente, resultar na diminuição da quantidade de esgoto gerado. E pode nos levar a adquirir hábitos mais convenientes, como, por exemplo, dispô-lo de uma forma aceitável do ponto de vista ecológico e de saúde pública.

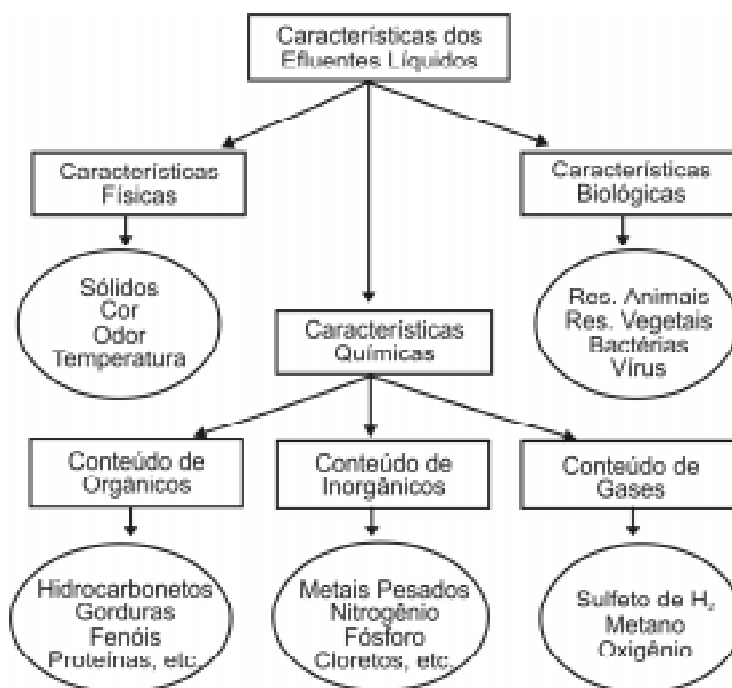
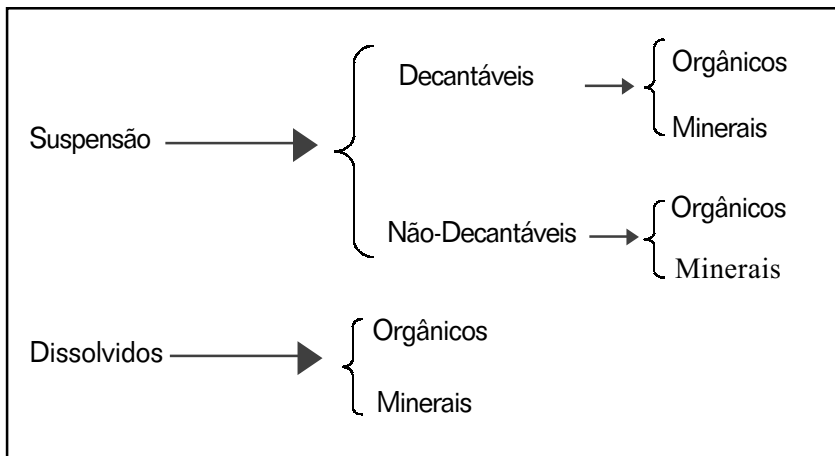


Figura 18 – Características dos esgotos sanitários (LORA, 2000)

Os principais componentes do esgoto, para fins de tratamento, podem se apresentar sob diferentes aspectos, tais como (VON SPERLING, 1996):

a) materiais gordurosos (óleos e graxas): esses materiais por serem mais leves que a água ficam na superfície do esgoto. Assim, o uso de caixas de gordura diminui bastante a presença destes componentes no esgoto. Cabe salientar que a caixa de gordura é um componente obrigatório em qualquer instalação predial. É importante observar que, quando as caixas de gordura são limpas, o material retirado deve ser tratado e disposto de forma adequada;

b) sólidos: em função do tamanho das partículas, os sólidos presentes no esgoto podem ser divididos da seguinte maneira:



c) microorganismos: existe uma grande variedade de microorganismos presentes nos esgotos, pois este é um meio rico em nutrientes. Embora certos microorganismos sejam causadores de doenças, são importantes no tratamento de esgoto porque realizam a degradação da matéria orgânica.

Essas três categorias de componentes são os condicionantes que determinarão o que chamamos de “tratamento do esgoto”, o qual veremos em detalhes mais adiante.

Qual o Impacto de se Lançar Esgoto no Meio Ambiente

Os esgotos cedo ou tarde chegarão a um **corpo receptor superficial** ou subterrânea. Em função da sua composição, o esgoto promove alterações

Corpo receptor superficial:
rio, lago, lagoa, mar, etc.

nesses ecossistemas. De maneira geral, os materiais de origem orgânica são responsáveis por uma parcela considerável dos prejuízos ao meio ambiente causados pelos esgotos. Entretanto, os mananciais possuem uma capacidade de autodepuração, isto é, a capacidade que os microorganismos têm de degradar a matéria orgânica. Se a quantidade de matéria orgânica for muito elevada, a autodepuração não a eliminará por completo, o que pode levar a um dano ambiental considerável.

O processo de degradação da matéria orgânica pode ocorrer de duas formas (HAMMER; HAMMER, 1996):

A) DEGRADAÇÃO AERÓBIA

Nesse processo, os microorganismos presentes no esgoto utilizam o oxigênio dissolvido (O_2) presente nas fontes d'água para poder degradar a matéria orgânica. Com isso, o teor de O_2 dissolvido na água diminui, afetando a vida de todos os organismos que dependem do oxigênio. O resultado pode ser, por exemplo, a morte dos peixes no corpo d'água.

B) DEGRADAÇÃO ANAERÓBIA

Quando não há O_2 dissolvido no meio onde o esgoto é lançado, outros tipos de microorganismos irão degradar a matéria orgânica retirando o oxigênio de compostos oxigenados (exemplo SO_4^{2-}). Esse processo pode dar origem a compostos com odor desagradável (exemplo H_2S), mas gera principalmente o gás metano, que é um combustível. Esse fenômeno natural de degradação anaeróbia é utilizado para o tratamento dos esgotos nas fossas (tanques) sépticas.

Os processos naturais de degradação (mineralização) da matéria orgânica usados para tratar os esgotos sanitários recebem a designação de tratamento secundário dos esgotos. Normalmente, Municípios que tratam seus esgotos utilizam esses processos naturais de tratamento, havendo vários tipos de instalações tecnológicas disponíveis.

Considerações Iniciais sobre o Tratamento dos Esgotos

Tratar esgoto significa adequar os efluentes líquidos ao corpo receptor. Assim, é importante verificar a ação dos efluentes das estações de tratamento liberados no meio ambiente.

Dessa forma, os efluentes líquidos provenientes de estabelecimentos de saúde devem atender às exigências do órgão ambiental competente, antes do seu lançamento na rede de esgoto pública. Nos locais onde não exista rede pública de esgoto, ou existe rede mas não existe o tratamento do efluente coletado, é necessário que o estabelecimento possua estação de tratamento de seus efluentes de acordo com as exigência do órgão de controle ambiental.

As características mais importantes do esgoto sanitário são: a carga orgânica, responsável pelo consumo de oxigênio dos corpos receptores (rios, por exemplo); a quantidade de sólidos presentes (suspensos ou dissolvidos); e a presença de **microorganismos patogênicos**. Assim, o tratamento de efluentes líquidos refere-se a (DAVIS; CORNWELL, 1998):

Microorganismos patogênicos: microorganismos que podem causar doenças.

- ▶ diminuição da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que corresponde à quantidade de oxigênio necessária para a mineralização (estabilização) da matéria orgânica pelos microorganismos;
- ▶ sedimentação e posterior remoção dos sólidos presentes no efluente;
- ▶ retirada, por flotação, de materiais flutuantes;

- ▶ encaminhamento dos materiais sólidos retirados para aterros sanitários; e
- ▶ lançamento do efluente tratado no corpo receptor.

Assim, os níveis de tratamento podem ser apresentados como sendo:

- a) primário (processos físicos);
- b) secundário (processos biológicos); e
- c) terciário (específicos).

Quanto aos objetivos a atingir, no caso dos efluentes líquidos de unidades de saúde, são fundamentais:

- a) redução da carga orgânica Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO);
- b) redução de sólidos; e
- c) redução de microorganismos patogênicos.

NMP/100 ml:
número mais provável de coliformes em 100 ml de amostra.

Para a verificação dos resultados obtidos no tratamento, os indicadores utilizados são: Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO (mg/l); **NMP/100 ml**; mg/l de sólidos sedimentados.

A instalação de equipamentos ou sistemas para tratamento de efluentes líquidos pelo estabelecimento de saúde ou pelo Município, Estado ou Distrito Federal deve ser objeto de licenciamento ambiental. Os equipamentos ou sistemas para tratamento de efluentes líquidos existentes são passíveis de fiscalização e de controle pelos órgãos de vigilância sanitária, de meio ambiente do Estado, Município e do Distrito Federal e pela companhia de saneamento do Município ou do Distrito Federal.

No caso específico dos estabelecimentos de saúde, são consideradas duas hipóteses:

- a) o local possui rede de esgoto sanitário doméstico e estação de tratamento de efluentes (ETE) centralizada. Neste caso, há a necessidade de anuência do órgão de

saneamento, liberando o estabelecimento da realização de tratamento intramuros, pois isso ocorrerá ao final do recolhimento, em conjunto com os demais efluentes domésticos, ou, caso necessário, a recomendação de realização de tratamento preliminar antes do lançamento dos efluentes na rede pública;

b) o local não conta com rede pública de esgoto sanitário ou, na existência da rede não existe o tratamento do efluente coletado. Neste caso pode ser necessário que o estabelecimento possua estação de tratamento de seus efluentes de acordo com as exigências dos órgãos de controle ambiental. Os principais tipos de tratamento (quadro 2) serão discutidos brevemente, na seqüência deste módulo.

QUADRO 2 – CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE TRATAMENTO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS (LORA, 2000).

Tipo de Tratamento	Processos Inclusos e Objetivos
Preliminar	Remoção de metais pesados, pesticidas e outras substâncias que podem inibir o tratamento biológico.
Primário	Prepara o efluente para o tratamento biológico. Inclui a separação dos sólidos grossos com grades ou desinteradores, a equalização (do fluxo e da composição) e a neutralização. Os óleos, as gorduras e o sólidos em suspensão são removidos por flotação, decantação ou filtração.
Secundário	Inclui a degradação biológica dos compostos orgânicos solúveis. São típicos níveis da entrada de 50-100mg/l de DBO e de saída < 30mg/l de DBO. Geralmente, o tratamento é aeróbico, porém pode-se realizar um tratamento combinado anaeróbico-aeróbico.
Terciário	Remoção de tipos específicos de poluentes, fundamentalmente orgânicos não biodegradáveis. Inclui operações de filtração, absorção com carvão ativado granular, oxidação química, etc.
Tratamento dos lodos	Inclui processos de espessamento dos lodos por decantação e flotação, ou processo de secagem e deposição final.

Pré-Tratamento

a) Gradeamento

Ao chegar o esgoto na ETE, o canal condutor é atravessado transversalmente por grades, cujo espaçamento entre barras depende das características locais. As grades retêm sólidos, não deixando que estes tenham acesso ao tratamento propriamente dito, visto não serem alvos do processo.

b) Caixas de Areia ou de Desarenação

As caixas de areia têm o papel de reter material **sólido pesado** através da redução de velocidade do esgoto no canal de acesso. As caixas de areia são, em realidade, um alargamento do canal que conduz à ETE, com rebaixamento do fundo, que serve como depósito de material recolhido. Há a necessidade de duas caixas de areia, em paralelo, atuando alternadamente, para que não haja solução de continuidade quando da remoção do material retido.

Sólido pesado:
rio, lago, lagoa, mar, etc.

Veja um esquema geral de sistema de tratamento de esgotos sanitários na Figura 19.

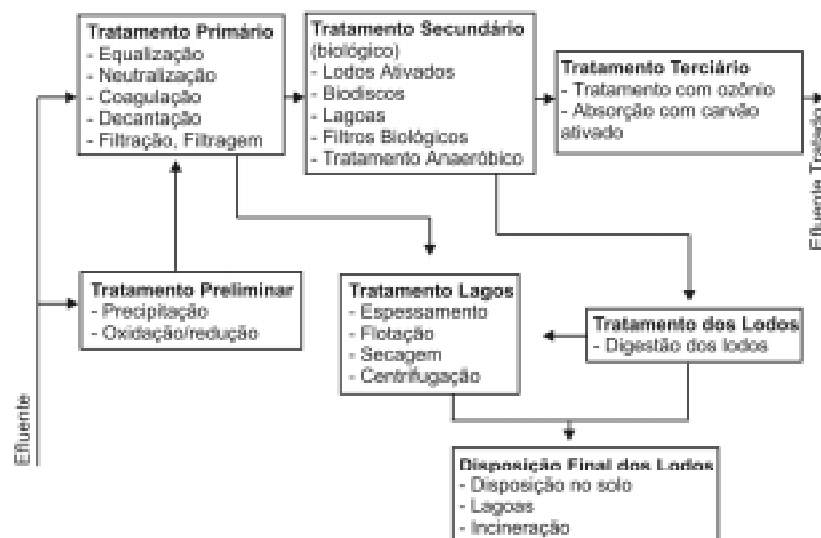


Figura 19 – Esquema de um sistema de tratamento de esgoto sanitário

Tratamento Primário dos Efluentes Líquidos

O tratamento primário consiste na aplicação de métodos para remoção de uma considerável parcela de materiais flutuantes, sólidos suspensos e substâncias coloidais presentes no efluente. Basicamente, o tratamento primário é feito através de tanques de sedimentação, cujo objetivo principal é a separação de sólidos (sedimentáveis) do líquido (efluente tratado primariamente) (HENRY; HEINKE, 1996). Para que se dê um tratamento primário adequado, é necessário o conhecimento das características do “esgoto bruto”, como:

- a) contribuição diária (m^3) (em função do número de usuários);
- b) quantidade de sólidos sedimentáveis (mg/l);
- c) velocidade de sedimentação;
- d) tempo de permanência (horas) no decantador.

Esses dados são fundamentais para o dimensionamento do decantador, que, na realidade, é simplesmente um tanque em que o esgoto repousa por determinado tempo para que haja a possibilidade de sedimentação dos sólidos ricos em matéria orgânica, deixando que o “efluente tratado” seja vertido na superfície para um dispositivo que o conduza ao **local de disposição** ou para o tratamento secundário. Por outro lado, o mesmo tanque serve para a retirada de material mais leve (gordura) que porventura fique remanescente, por raspagem superficial.

Local de disposição:
rede pública ou para outro local de disposição no solo ou corpo d'água.

A redução da carga orgânica e do número de microorganismos presentes no esgoto está associada à massa de lodo sedimentado, que vai finalmente ser disposto no solo, possivelmente em aterros sanitários (VON SPERLING, 1996).

Tratamento Secundário

Tratamento Secundário:
degradação biológica.

O **Tratamento Secundário** oxida os sólidos suspensos e os sólidos orgânicos em solução que remaneceram após o tratamento primário. Os métodos principais de tratamento secundário são:

- ▶ lodo ativado;
- ▶ filtro gotejador;
- ▶ lagoas de estabilização.

Apesar de as lagoas de estabilização realizarem tratamento secundário, através de sistemas aeróbicos, anaeróbicos, ou mistos, necessitam de terrenos com grandes dimensões para a instalação.

Tratamento Terciário

Tratamentos convencionais
tratamentos primário e secundário

O tratamento terciário, ou avançado, é definido como tratamento de efluentes líquidos para remoção de poluentes e contaminantes que permaneceram após **tratamentos convencionais**. Esses poluentes e contaminantes podem ser sólidos suspensos, matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio e fósforo), sais inorgânicos, microrganismos patogênicos, metais pesados, compostos químicos orgânicos e inorgânicos. O tratamento avançado é um sistema que emprega a combinação de processos de tratamento convencionais e avançados para aumentar a eficácia da remoção de contaminantes (TCHOBANOGLIOUS; BURTON, 1991; LINSLEY et al., 1992; USEPA, 1998).

Tanque Séptico

Outra forma de tratar o esgoto sanitário é a utilização de tanques sépticos (conhecidos também como “fossas sépticas”). São instalações que promovem o tratamento primário (sedimentação) e o tratamento secundário (biológico) (VON SPERLING, 1996).

O tanque séptico é indicado onde não há rede pública de esgoto sanitário. É importante salientar que suas dimensões são definidas em função da quantidade de esgoto gerada. Requer limpeza periódica e manutenção adequada da rede predial que conduz o efluente, devendo ter espaço para armazenamento do lodo em estabilização ou já mineralizado.

O lodo seco, *in natura* ou estabilizado (digerido), resultante do tratamento do efluente, deve ser depositado em um aterro sanitário para minimizar o impacto ambiental. Existem normas específicas para instalação de aterros sanitários (ver no assunto “disposição final”, no Módulo 5).



RESUMO

Neste capítulo, apresentamos algumas informações necessárias para desenvolver e aplicar estratégias e técnicas para gerenciar e tratar os efluentes líquidos, bem como as principais características desses efluentes nos estabelecimentos de saúde. Foram traçadas algumas considerações sobre o impacto que os efluentes líquidos podem causar no meio ambiente, ressaltando a necessidade de tratamento adequado, além de detalhar mais precisamente o tratamento primário, de fundamental importância para reduzir a carga orgânica presente nos efluentes líquidos dos estabelecimentos de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAVIS, M. L.; CORNWELL, D. A. **Introduction to Environmental Engineering**. 3. ed. New York: WCB McGraw-Hill, 1998. ISBN: 0-07-015918-1.

HAMMER, J. M.; HAMMER JR., J. M. **Water and Wastewater Technology**. 3. ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1996. ISBN: 0-13-205626-7.

HENRY, J. G.; HEINKE, G. W. **Environmental Science and Engineering**. 2. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B.; FREYBERG, D. L.; TCHOBANOGLOUS, G. **Water-Resources Engineering**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1992. ISBN: 0-07-112689-9.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Brasília: ANEEL, 2000. ISBN: 85-87491-04-0.

PRÜSS, A.; GIROULT, E.; RUSHBROOK, P. **Safe Management of Wastes from Health-Care Activities**. Geneva: World Health Organization, 1999.

TCHOBANOGLOUS, G.; BURTON, F. L. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse**. 3. ed. New York: Metcalf & Eddy, Inc. McGraw-Hill. 1991. ISBN: 0-07-041690-7.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Advanced Photochemical Oxidation Processes**. Washington, D.C., Handbook, 1998. EPA/625/R-98/004.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996. v. 1. ISBN: 85-7041-114-6.

ATIVIDADE DE AUTO-AVALIAÇÃO

- a. () O tratamento de efluentes líquidos pode ser feito com a autorização do Comissão Nacional de Energia Nuclear.
- b. () Cozinhas e lavanderias não devem ter caixas para a retenção de gorduras.
- c. () O tratamento primário sozinho é suficiente para tratar efluentes líquidos orgânicos.
- d. () Os microorganismos presentes no esgoto contribuem para a degradação da matéria orgânica.
- e. () O tanque séptico realiza um tratamento primário e secundário no mesmo local.

EXERCÍCIO PARA ELABORAÇÃO DO PLANO

Com base no conteúdo abordado nesta unidade, coletar as informações necessárias e realizar a seguinte atividade:

a) preencher o formulário FEL-01 com os tipos de tratamento realizados no estabelecimento, informando ainda como é realizada a disposição final do efluente líquido (tratado ou não). Para cada tipo de tratamento (pré-tratamento, tratamento primário, etc.), descrever sucintamente suas etapas.

CAPÍTULO 2 – TRATAMENTO DAS EMISSÕES GASOSAS

As emissões gasosas nos estabelecimentos de saúde podem ter várias origens: queima de combustível (lenha, óleo, gás); gases/vapores utilizados como anestésicos ou desinfetantes (óxido de etileno); gases oriundos do processo de incineração, entre outros (PRÜSS *et al.*, 1999). Os gases e vapores anestésicos têm suas concentrações-limites em ambientes interiores descritos na legislação, constituindo-se em um problema de saúde ocupacional. A legislação atual não exige um tratamento específico para os gases/vapores anestésicos ou desinfetantes, pois é suficiente um sistema de exaustão simples para eliminar esses compostos para o ambiente exterior. Os outros processos de queima também têm seus limites de emissão de gases descritos na legislação pertinente. A Tabela 8 apresenta os padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA nº 3, de 1990).

TABELA 8 – PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR (LORA, 2000)

Poluentes	Tempo de amostragem	Padrão primário, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão secundário, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de medição
Partículas totais em suspensão	24 horas (1) MGA (2)	240 80	150 60	Amostrador de grandes volumes
Dióxido de enxofre	24 horas (1) MAA (3)	365 80	100 40	Parosanilina
Monóxido de carbono	1 hora (1) 8 horas (1)	40.000 (35 ppm) 10.000 (9 ppm)	40.000 (35 ppm) 10.000 (9 ppm)	Infravermelho não dispersivo
Ozônio	1 hora (1)	160	160	Quimioluminescência
Fumaça	24 horas (1) MAA (3)	150 60	100 40	Refletância
Partículas inaláveis	24 horas (1) MAA (3)	150 50	150 50	Separação inercial/filtração
Dióxido de nitrogênio	1 hora (1) MAA (3)	320 100	190 100	Quimioluminescência

(1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano. (2) Média geométrica anual. (3) Média aritmética anual.

As reações químicas envolvidas na combustão são complexas e envolvem uma variedade de compostos orgânicos e espécies de radicais livres. Mas a combustão pode ser tratada por uma simples reação envolvendo matéria orgânica, carbono, hidrogênio e oxigênio ($C + O_2 \rightarrow CO_2 + \text{calor}$ e $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + \text{calor}$). Se a combustão for incompleta, é formado monóxido de carbono (CO). O cloro orgânico em combustão forma ácido clorídrico (HCl) e cloro elementar (Cl_2). O enxofre é oxidado durante o processo de combustão para a forma de dióxido de enxofre (SO_2), a taxa proporcional do enxofre presente no resíduo. O nitrogênio entra no processo de combustão por ser componente de resíduos, e na combustão do ar, no processo de combustão, reage para óxido nítrico (NOx).

Poluentes Gerados nos Processos de Combustão

ABNT/NBR-1265: Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos: Padrões de Desempenho (1989).

Os incineradores e as caldeiras são fontes potenciais de poluição atmosférica. Estes poluentes são materiais particulados, metais tóxicos, tóxicos orgânicos, monóxido de carbono, ácido clorídrico, dióxido de enxofre, óxido nítrico (USEPA, 1990; LORA, 2000).

Material Particulado

As emissões de materiais particulados provenientes de combustão de resíduos são determinadas por três fatores:

suspensão de materiais não combustíveis, com-

Materiais vaporizados:

geralmente estes materiais vaporizados se condensam na superfície de partículas finas.

combustão incompleta do material combustível e condensação de **materiais vaporizados**.

Vale ressaltar que o material particulado em suspensão com diâmetro igual ou inferior a 10 μm consegue penetrar nos alvéolos pulmonares causando danos, em vários casos, de maneira permanente, pois a cicatrização da ferida impede as trocas gasosas, inutilizando o alvéolo biologicamente. Partículas de 10 μm a 50 μm entopem a entrada do alvéolo pulmonar, criando uma barreira física e impedindo a troca gasosa.

Metais Tóxicos

Dependem dos metais presentes no combustível ou resíduo. Muitos metais são convertidos para óxidos durante a combustão e primeiramente emitidos como partículas de tamanho submicron para microns. Metais como o arsênio (As), cádmio (Cd), cromo (Cr), manganês (Mn), níquel (Ni), molibdênio (Mo), chumbo (Pb), antimônio (Sb), vanádio (V) e o zinco (Zn) são emitidos como partículas finas.

Tóxicos Orgânicos

Teoricamente, toda a matéria orgânica presente nos combustíveis ou rejeitos pode ser transformada em água (H₂O) e dióxido de carbono (CO₂) pela combustão. Quando o cloro está presente na combustão na forma de cloreto de polivinila (PVC), pode ocorrer a geração de compostos organoclorados muito tóxicos, como, por exemplo, as dioxinas e os furanos.

Monóxido de Carbono (CO)

A formação de CO é determinada pela concentração de oxigênio no incinerador, o grau da mistura ar-combustível e a temperatura dos gases.

Gases Ácidos (HCl e SO₂)

O principal composto ácido proveniente da combustão de resíduos é o HCl. O SO₂ é gerado de forma similar a do HCl, basicamente pela combustão de matéria orgânica na presença de hidrogênio e compostos de cloro (no caso de SO₂, enxofre).

Óxido Nítrico (NOx)

É gerado na presença de compostos nitrogenados presentes no combustível.

SO₂
Normas ABNT para análise de gases e particulados (www.abnt.org.br)
SO₂ – NBR 12022
SO₂, SO₃, H₂SO₄ – NBR 12021
NO₂ – NBR 11505
Particulado NBR 12827, NBR 12019, NBR 10736

A análise dos principais tipos de emissões gasosas é feita por métodos químicos padronizados. Já em ambientes interiores, é muito comum o uso de analisadores portáteis de gases/vapores.

Controle da Poluição Atmosférica

São três os sistemas de controle de poluição atmosférica, geralmente usados nos exaustores de combustão hospitalares: lavagem ácida de halogênios, lavagem alcalina e remoção final com lavador de aerossóis ou filtros de manga.

Na lavagem ácida, é feita a retenção inicial do material particulado inerte e a neutralização dos ácidos, com tecnologias específicas para remoção do mercúrio Hg(O), HCl, HF e óxidos, metais pesados, além de controle das dioxinas e furanos (PCDD/PCDF). A lavagem alcalina neutraliza os poluentes ácidos e contribui para retenção de outros poluentes (reação com pH alto). A remoção da parte muito fina de particulado (menor de 0,7 mm) é feita em Lavador dos Aerossóis ou em filtros de manga. Os efluentes líquidos são tratados e reciclados por processos de neutralização de efluentes ácidos, regeneração de soda, sedimentação e dessalinização. Hoje já existem filtros catalisadores desenhados para a retenção de dioxinas e furanos.

Alta toxicidade:
com efeito carcinogênico,
mutagênico e teratogênico.

Quanto aos gases utilizados nas anestésias e na desinfecção, como o óxido de etileno, que apresenta **alta toxicidade**, devem ser diluídos na atmosfera através de um sistema de exaustão.

Portaria Interministerial nº 482, de 16/04/1999
Veja o conteúdo da Portaria Interministerial nº 482, de 16/04/1999 na internet:
http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/482_99.htm.

O uso do óxido de etileno é regulamentado pela **Portaria Interministerial nº 482, de 16/04/1999**, que determina, entre outros, o limite de concentração máxima no ambiente de trabalho.



RESUMO

Neste capítulo, mostramos as principais fontes de emissões gasosas dos estabelecimentos de saúde, bem como os principais poluentes emitidos por estas fontes. Atenção especial deve ser dada ao se manusear emissões gasosas perigosas (óxido de etileno, por exemplo), uma vez que estas penetram rapidamente no organismo. Estudamos também que estas concentrações de gases emitidos para a atmosfera são controladas por legislação específica pertinente à Saúde Ocupacional e os incineradores são a maior fonte de emissão de gases perigosos na atmosfera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Brasília: ANEEL, 2000. ISBN: 85-87491-04-0.

PRÜSS, A.; GIROULT, E.; RUSHBROOK, P. **Safe Management of Wastes from Health-Care Activities**. Geneva: World Health Organization, 1999.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Advanced Photochemical Oxidation Processes**. Washington, D.C., Handbook, 1998. EPA/625/R-98/004.

SAIBA MAIS

American Hospital Association – <http://www.aha.org>

World Health Organization – <http://www.who.int>

Health Care Without Harm – <http://www.noharm.org>

Centers for Disease Control and Protection –
<http://www.cdc.gov>

National Health Information Center (NIHC) –
<http://nhic-nt.health.org>

N.Y. State Dept. of Environmental Conservation
<http://www.dec.state.ny.us/website/>

University of Lowell Sustainable Hospital Project
<http://www.sustainablehospitals.org/>

EPA College and University Page
<http://www.epa.gov/region01/steward/univ/>

Nightingale Institute for Health & the Environment
<http://www.nihe.org/>

Physicians for Social Responsibility
<http://www.psr.org/>

RCRA, Superfund & EPCRA Call Center
<http://www.epa.gov/epaoswer/hotline/index.htm>

New Mexico Environment Department
<http://www.nmenv.state.nm.us/>

EPA Office of Solid Waste/Biomedical Waste:
<http://www.epa.gov/epaoswer/other/medical/index.htm>

Environmental Self Assessment for Healthcare Facilities:
<http://www.dec.state.ny.us/website/ppu/esahcf.pdf>

Sustainable Hospitals Network:
http://www.sustainablehospitals.org/cgi-bin/DB_Index.cgi

ATIVIDADE DE AUTO-AVALIAÇÃO

- a. () A incineração não gera nenhum tipo de poluição.
- b. () Os RSS gasosos são oriundos principalmente dos centros cirúrgicos.
- d. () A lavagem alcalina neutraliza os poluentes com características ácidas.
- e. () O óxido de etileno pode causar problemas de saúde nos trabalhadores expostos.

EXERCÍCIO PARA ELABORAÇÃO DO PLANO

Através do levantamento das informações necessárias e preenchimento do formulário FEG-01, caracterize as emissões gasosas geradas em seu estabelecimento.
