

# Operação de Estações de Tratamento de Esgôtos

por *W. A. Hardenbergh e outros*

*Tradução de um artigo publicado na Revista "Public Works" de Setembro de 1938.*

**Braulio Borges**

Eng. Chefe de 2.<sup>a</sup> S. T.

## Tratamento químico.

Certas substancias quimicas são adicionadas ao esgôto para auxiliar a remoção dos corpos em suspensão. Estas substancias formam um precipitado de flocos gelatinosos, que não somente arrastam as particulas suspensas mais finas do esgôto, como também aceleram a decantação. Na sedimentação simples somente 50% a 60% dos corpos em suspensão são removidos pela decantação de 2 ou 3 horas, e pouco mais num periodo mais longo. Com o uso de substancias quimicas, praticamente podem ser removidos todos os corpos em suspensão.

Numa estação bem projetada e bem operada, o BOD pôde ser reduzido de cerca de 72% e o efluente do tanque de decantação pôde ser clarificado com o emprego de substancias quimicas.

*Substancias usadas.* — Os sais de ferro (Ferrisul, sulfato ferroso, coparrosa clorada) e sulfato de aluminio são empregados nos tratamentos quimicos de esgôtos como agentes coagulantes; e a cal, para dar alcalinidade ou outros fatores requeridos.

A escolha entre os agentes coagulantes citados depende da capacidade da estação, da qualidade do esgôto e do custo da substancia quimica, que varia algum tanto de lugar para lugar.

Algumas substancias quimicas agem melhor nos esgôtos, sendo portanto conveniente fazer tests antes de fixar a escolha.

Em grandes instalações o cloreto de ferro geralmente apresenta vantagem, ao passo que em pequenas estações é mais conveniente uma substancia que seja facil de armazenar, manusear e aplicar.

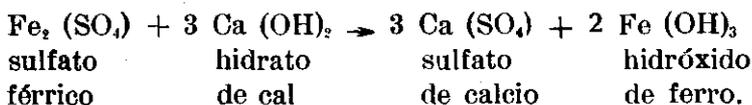
---

N. da R. — No presente número fica concluída esta tradução gentilmente autorizada, por carta de 17-XI-938, pelo Editor da "Public Works", Mr. A. Prescott Folwell, a quem a direção do Boletim manifesta seus agradecimentos, extensivos ao Eng.<sup>o</sup> Braulio Borges.

*Ferrisul.* — É o nome comercial de um sulfato férrico que é preparado em forma granular para facilitar o manuseio e a alimentação. Forma flocos sobre uma larga variação de pH e não é portanto afetado por tais mudanças que ocorrem ordinariamente no esgôto.

Nos esgotos geralmente estão presentes diversas substancias alcalinas para o efeito de reagir com o Ferrisul; si não existirem, deve ser adicionada uma certa quantidade de cal.

A reação como hidrato de cal é a seguinte:

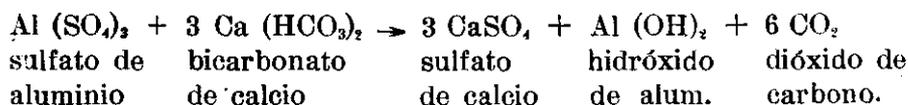


Ferrisul é ordinariamente adicionado sêco, porém pode ser dissolvido e adicionado em forma de solução.

*Sulfato de aluminio.* — A sua fórmula é  $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$ . A coagulação é melhor entre os valores do pH: 6, 5 a 8, 5.

Para reação, 7.7 p.p.m. de alcalinidade são requeridas teoricamente para cada grão por galão (17, 1 p. p. m.) de sulfato de aluminio empregado; esta quantidade existe ordinariamente disponível no esgôto.

Quando ha bicarbonato de calcio disponível, a reação é:



O hidróxido de aluminio é o agente coagulante.

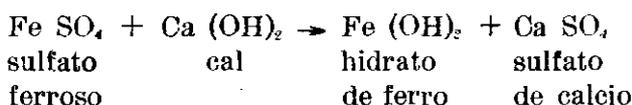
O sulfato de aluminio é ordinariamente empregado em pó ou moído para alimentação sêca; mas pôde ser adicionado como solução.

*Sulfato ferroso.* — Frequentemente chamado coparrosa esta substancia não deve ser confundida com o sulfato de cobre. Tem a fórmula  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . É encontrado em fragmentos ou em forma granular na qual contém menos que 7 moléculas de agua.

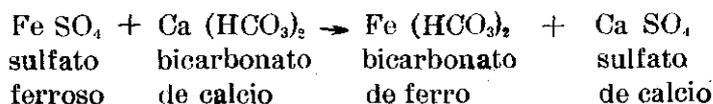
A cal deve ser adicionada ao esgôto para reação, no tratamento do esgôto, como suplemento aos carbonatos alcalinos do efluente.

A cal pode ser adicionada antes ou depois da adição do sulfato ferroso.

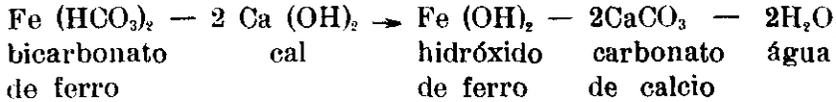
Quando é adicionada antes do sulfato ferroso, a reação é:



Quando o sulfato é adicionado ao esgôto que contém carbonatos alcalinos, a reação é:

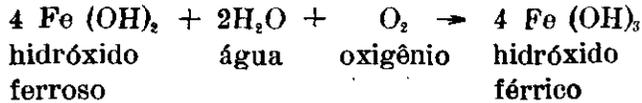


Si a cal é então adicionada, a reação é:



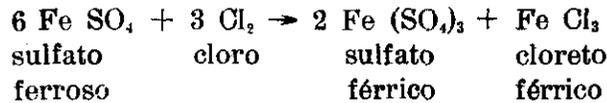
Deve haver oxigênio para oxidar o sulfato ferroso e transformá-lo em sulfato férrico, que é o coagulante desejado.

Ordinariamente, este é fornecido pela cloração, o cloro combinando com a agua para desprender o oxigênio; ou póde ser produzido pela aeração. Em ambos os casos a reação é:



*Caparrosa clorada.* — A coparrosa clorada é feita no momento do emprego, adicionando-se cloro a uma solução de sulfato ferroso.

A reação entre o cloro e a coparrosa produz sulfato férrico e cloreto férrico:



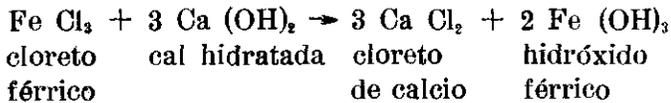
Teoricamente uma libra de cloro é necessaria para reagir com 8 libras de sulfato ferroso; na pratica devem ser adicionados 10% extra para assegurar a oxidação completa de toda a coparrosa, devendo haver tempo suficiente para a reação.

Quando o cloro é adicionado para agir como desinfetante, deve ser adicionado o excesso suficiente para reagir com a coparrosa.

O agente coagulante é o hidróxido de ferro, obtido através da reação com carbonatos alcalinos.

A coagulação e a formação de flocos dão-se melhor com pH abaixo de 7.

*Cloreto de ferro.* — O cloreto férrico reage com a cal para formar hidróxido férrico insolúvel, como segue:



A coagulação e a formação de flocos se processam dentro de consideravel variação do pH.

O cloreto de ferro é geralmente adicionado como solução.

*Cal.* — A cal existe como óxido de calcio CaO, ou hidratada, Ca (OH)<sub>2</sub>. O óxido de calcio é a cal viva e deve ser extinta antes de ser usada e adicionada como solução.

A cal hidratada pode ser adicionada sêca.

Quando usada em grandes quantidades, a cal viva é mais barata, porém a cal hidratada maneja-se melhor nas pequenas estações. Não deteriora quando armazenada e é obtida em sacos de papel de tamanhos convenientes.

Quando se emprega a cal, o teor de calcio é importante e deve ser conhecido afim de fazer-se uma dosagem propria.

A cal viva pode variar de 75% a 99% de CaO e deve ser comprada e usada na base de seu teor de CaO.

A cal hidratada varia entre 85% e 9% de Ca (OH)<sub>2</sub>.

Admitindo-se 100% de CaO na cal viva e Ca (OH)<sub>2</sub> na cal hidratada, 75,7 libras de cal viva equivalem a 100 libras de cal hidratada; e 100 libras de cal viva, a 132 libras de cal hidratada. Estas relações devem ser modificadas pelo teor de CaO ou Ca (OH)<sub>2</sub> da cal usada. Por exemplo, si a cal hidratada contém 95% de Ca (OH)<sub>2</sub>, resultam  $132 \div 95 = 140$  libras para 100 libras de CaO 100%.

*Aplicação de substancias químicas.*- Estas substancias são aplicadas sêcas ou em solução, de acôrdo com seus caracteristicos.

Em regra, é mais simples o emprego seco do que a preparação de soluções; e algumas substancias não entram logo em solução. Também é mais simples usar-se uma substancia do que duas, especialmente quando as dosagens relativas devem ser ajustadas uma a outra. Estas regras se aplicam particulamente ás pequenas estações onde o trabalho de mistura e o cuidadoso contrôle de duas ou mais máquinas de alimentação nem sempre existe.

Algumas substancias químicas são corrosivas e requerem alimentadores revestidos de borracha ou feitos de metal que resista á corrosão. As informações sobre esse assunto pódem ser obtidas do fabricante das substancias, ou, usualmente, do construtor dos alimentadores.

*Mistura das substancias químicas.*- A perfeita e completa mistura das substancias químicas com o esgôto é essencial para obter-se um bom resultado, como também para economisar os ingredientes.

A agitação ou mistura pela passagem através de uma peneira ou caixa de areia, ou através de um canal com chicanas não é geralmente suficiente. A pratica tem demonstrado que é necessario um misturador mecânico, um misturador de ar comprimido ou outro aparelho semelhante.

Algumas substancias reclamam uma agitação mais violenta que outras e alguns esgôtos também parecem exigir uma agitação mais ou menos violenta que outros. Portanto deve haver um contrôle para regular a quantidade e intensidade.

Deve ser levada em consideração a alta ou a baixa velocidade de mistura que precede á floculação.

Aparelhos temporários ou misturadores improvisados devem ser usados para tentativas preliminares para determinar os resultados do tratamento químico, porém devem ser instalados aparelhos proprios pa-

ra mistura, de uso permanente, mesmo que o tratamento seja usado somente por dois ou tres mezes no verão, pois os melhores resultados obtidos justificam o custo.

*Dosagem das substancias quimicas.*- A dosagem requerida depende dos resultados desejados.

Os esgôtos variam tanto na sua composição que não é possível estabelecer-se uma regra.

Os tests de laboratório são uteis na determinação provavel da quantidade de substancia quimica a ser empregada.

Com esgôtos comuns, a dosagem mínima de ensaio deve ser 80 p. p. m. e este ensaio deve variar entre 100, 120 e 140 p. p. m.

A razão disto é que os tests são usualmente feitos de manhã ou logo depois de meio dia, quando o esgôto é mais difficil de coagular enquanto que de 5 horas da manhã até 9 horas pode ser usada uma quantidade menor de substancia quimica.

Uma dosagem menor - 50 ou 60 p. p. m. - pôde produzir um efluente muito melhor que o obtido sem tratamento quimico; porém uma quantidade adequada de ingredientes produzirá, na maioria dos casos, um efluente claro e transparente, quasi equivalente em aparência ao de um filtro de areia. As dosagens pequenas produzirão muitas vezes excelentes resultados com os esgôtos diluidos á noite.

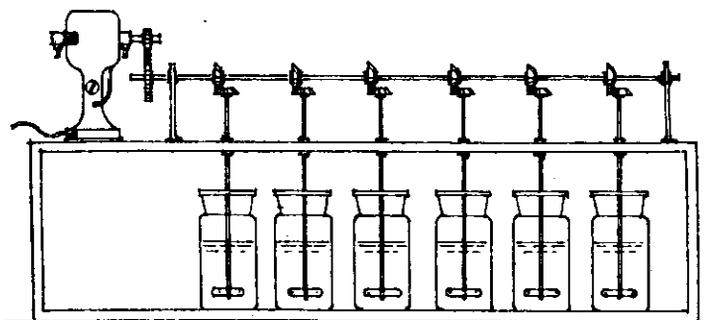


Fig. 22 --- Tipo de agitador próprio para Laboratório

*Preparação das soluções para tests de laboratório.*- As soluções podem ser preparadas pela adição de 10 gramas de substancia quimica para 1 litro de água. Um ml. da solução resultante, quando adicionada a um litro de esgotos, é igual a uma dose de 10 p.p.m.

Em certos casos, especialmente com a cal, na qual o teor de  $CaO$  ou  $Ca(OH)_2$  varia, as quantidades de substancia quimica necessária serão baseadas nas características da amostra usada. Em regra, isto não é importante na rotina dos tests de laboratório.

*Tests para dosagens.*- Para cada vidro contendo um litro de esgôtos, adicionam-se dosagens diferentes do coagulante quimico.

Supondo-se o test feito com sulfato de aluminio e o uso de seis vidros, procede-se da seguinte maneira, tendo sido preparada a solução necessaria e os vidros cheios com esgôto.

Determina-se e registra-se o pH; anota-se a hora da coleta da amostra. Adiciona-se em cada vidro o sulfato de alumínio como segue:

Vidros	Dosagem em p.p.m.
1 .....	70
2 .....	80
3 .....	90
4 .....	100
5 .....	110
6 .....	120

Depois de agitá-la 10 a 15 minutos, deixa-se a amostra repousar. Em geral, no tratamento de esgôtos, o floco deve formar-se rapidamente e as partículas do floco devem ser grandes e devem decantar rapidamente. Nota-se em que vidro se produziu a melhor reação e experimenta-se esta dosagem na estação. Si não se formarem os flocos satisfatoriamente e o pH estiver entre 6.5 e 8.0, experimenta-se uma dosagem maior de sulfato de alumínio. Repete-se o test com esgôtos de amostras colhidas durante a noite ou de manhã cedo.

Repete-se o test com Ferrisul, sulfato ferroso e cloreto de ferro, com a mesma dosagem e com dosagens maiores e menores. Controla-se o pH, se necessario, com cal para aumentar a alcalinidade e com acido sulfúrico para reduzir o pH. Alguns tests mostrarão quanto é necessario de cada. Dilue-se o ácido em 50 ou 100 partes de água para cada parte de ácido.

*Resultados do tratamento químico.*- Com quantidade de substancia química adequada, em uma estação devidamente projetada e operada, a turbidês póde ser removida inteiramente, na maior parte das vezes, durante todas as 24 horas. A redução do BOD será em média cerca de 75%; os sólidos em suspensão são quasi completamente removidos; ha alguma redução de sólidos dissolvidos e de matéria coloidal.

*Pontos essenciaes do tratamento químico.*- O primeiro em importancia é a seleção da substancia química apropriada. A experiência indica que nenhuma substancia química é a melhor para todos os esgôtos. Antes de escolher finalmente uma substancia química, devem ser experimentadas diversas, cada uma duarnte um periodo adequado, para revelar-se o seu valor real.

Sulfato de alumínio, ferrisul e sulfato ferroso, nas pequenas estações; essas substancias e cloreto de ferro, nas grandes estações, devem ser perfeitamente experimentados.

Um aparelho alimentador apropriado como tambem um aparelhamento misturador adequado e um periodo de decantação bem proporcionado são necessarios para obter-se um bom resutado, mesmo depois de se ter selecionada a substancia química mais indicada. E' tambem necessario um laboratório razoavelmente aparelhado com espaço suficiente para trabalhar-se.

A experiência demonstra que é necessária maior capacidade do digestor da lama com a precipitação química que com a decantação simples. O autor acredita que podem ser necessários 3 pés cúbicos por pessoa. A produção de gaz é em geral consideravelmente maior per capita. Parece necessário um período mínimo de 2 horas de decantação, sendo preferível mais. Darby sugere que a extravasão deve ser de 800 a 1000 galões por dia e por pé quadrado da área do tanque.

### Desinfecção dos esgotos

A cloração dos esgotos é feita com diversos fins:

1. Para reduzir o teor bacteriano do efluente da estação, tornando-o menos incômodo e menos perigoso para as praias de banho, bancos de ostras, etc. 2. Para controlar e evitar mau cheiro. 3. Para auxiliar a coagulação quando o sulfato de ferro ou coparrosa são empregados como coagulante. 4. Para reduzir o BOD do esgoto.

*Redução bacteriana* — Conquanto não seja possível exterminar toda a bactéria do esgoto pela cloração, o número pôde ser grandemente reduzido. Este recurso ainda não torna potável a água na qual foi lançado o esgoto clorado, mas facilita seu processo de purificação.

A quantidade de cloro necessária depende da composição do esgoto.

Para esgoto bruto ou não tratado, uma boa aplicação é de cerca de 20 p. p. m.; para esgoto decantado, 10 a 12 p. p. m.; e para um efluente de um filtro percolador ou de areia, cerca de 5 a 6 p. p. m.

A quantidade de cloro necessária é melhor determinada pelo teste de ortolidine que mede a quantidade de cloro residual depois de um período de contato de uns 15 minutos.

A composição do esgoto varia consideravelmente durante o dia, sendo em regra mais carregada depois da metade da manhã. A dosagem de cloro deve ser ajustada para este período; em muitos casos pôde ser feito um reajustamento para aplicação do cloro no efluente, mais fraco e reduzido de noite.

*Contrôle do mau cheiro* — Quando o esgoto se decompõe, produz mau cheiro. O agente mais comum e importante na produção do mau cheiro é o sulfureto de hidrogênio.

O cloro é usado para evitar a sua formação bem como para neutralisá-lo depois de formado.

Controlar é mais eficiente, porque é necessário menos cloro para evitar que para neutralizar.

O método mais comum para evitar o mau cheiro consiste na aplicação do cloro nos coletores principais o mais distante possível da estação. O cloro age sobre as bactérias do esgoto que decompõem os compostos de enxofre, deixando livre o enxofre.